



Colégio Estadual Técnico Dr. Zeno Pereira Luz
Corredor do Meio – Encruzilhada do Sul - RS
CETEC

**Gestão de resíduos orgânicos através de bioconversão com uso de
Moscas Soldado-Negro (*Hermetia Illucens*, Linnaeus, 1758)**

Autor (es): Bruno Franco Grandini
Fabrício Santos Corrêa Macedo
Victor Hugo Sehnem

Orientador (es): Marcelo Peixoto Franco

**BRUNO FRANCO GRANDINI
FABRÍCIO SANTOS CORRÊA MACEDO
VICTOR HUGO SEHNEM**

**Gestão de resíduos orgânicos através de bioconversão com uso de
Moscas Soldado-Negro (*Hermetia Illucens*, Linnaeus, 1758)**

Projeto de pesquisa desenvolvido
para apresentação na Mostra de
Trabalhos das Escolas Agrícolas.

Encruzilhada do Sul - RS, julho de 2022.

Sumário

1. Introdução	5
2. Situação problema	6
3. Justificativa	7
4. Objetivos	8
4.1 Objetivo Geral	8
4.2 Objetivos Específicos	8
5. Hipóteses	9
6. Referencial Teórico	10
6.1. Origem	10
6.2 Estado larval	11
6.3 Pré-ninfa	12
6.4 Ninfa	12
6.5 Mosca	12
6.6 Alimentação	12
6.7 Coleta das larvas	13
6.8 Alimento animal	14
6.9 Resíduos	14
7. Metodologia	15
7.1 Materiais	15
7.2 Métodos	15
7.3. Cronograma	17
8. Análise e discussão dos resultados	18
9. Conclusão	19
Referências bibliográficas	20
Apêndices	22

Lista de figuras

Figura 1: Viveiro construído	22
Figura 2: viveiro em funcionamento	23
Figura 3: Viveiro com todos os componentes	24
Figura 4: Recipientes usados para as larvas depositadas junto ao resíduo	25
Figura 5: Recipiente com papéis toalha umedecidos com suco para o alimento	26
Figura 6: Larvas no resíduo orgânico	27

1. Introdução

Em tempos atuais o setor primário do agronegócio é responsável por gerar um terço do PIB nacional, visando formas de diminuir seus custos e aumentar sua produtividade, na busca de maneiras sustentáveis e eficientes para a reutilização dos resíduos orgânicos para a bioconversão (LOPES, 2021).

Segundo referencias A reutilização de matéria orgânica ainda é muito limitada, mesmo assim o uso de insetos e larvas para a conversão desses resíduos está sendo testada. Uma das mais utilizadas em pesquisas recentes é a da mosca *Soldado-Negra* (*Black Soldier Fly*, BSF): *Hermetia illucens* essa em especial tem tido muita atenção dos especialistas, pois ela tem uma velocidade de tratamento dos resíduos alta comparada com as outras (LOPES, 2021).

Sua criação não necessita ser em alta escala, a criação de larvas de MSN (Mosca-Soldado-Negro) requer poucos recursos e permite tratar com eficiência os seus resíduos transformando em compostagem e super-nutritivo para os solos e, também pode ser utilizada como forma de alimento para animais (como patos, galinhas, peixes...) (LOPES, 2021).

2. Situação problema

Quais os benefícios da bioconversão na gestão de resíduos orgânicos através da espécie *Hermetia illucens* (Mosca Soldado-Negro)?

3. Justificativa

O presente projeto é de extrema importância, pois irá abordar a criação da Mosca-Soldado-Negro e os benefícios que pode trazer para o mundo e nossa sociedade.

Para os alunos é de extrema relevância, pois irá proporcionar novos conhecimentos sobre a criação da Mosca-Soldado-Negro e de seus benefícios.

Para a instituição de ensino, a pesquisa é significativa, pois irá oferecer um novo destino para os resíduos orgânicos e uma fonte de alimento para alguns animais (redução de custos com alimentação).

Para produtores e sociedade em geral, haverá uma forma simples, eficiente e com um ótimo custo benefício para a geração de biofertilizante sendo um complemento para a alimentação de animais a partir de resíduos orgânicos que antes seriam jogados fora e não teriam o destino correto.

4. Objetivos

4.1 Objetivo Geral

Analisar e conhecer o processo de desenvolvimento da Mosca Soldado-Negro e a produção de biofertilizante adquirido pela bioconversão.

4.2 Objetivos Específicos

- Analisar as quatro fases do desenvolvimento da mosca *Soldado-Negro* (estado larval, pré-pupa, pupa e mosca);
- Utilizar o biofertilizante como base nutricional para plantas;
- Utilizar a biomassa de larvas como suplementação animal tanto *in natura* quanto desidratadas;
- Demonstrar os benefícios da destinação final de resíduos orgânicos;

5. Hipóteses

- * Se forem colocadas as larvas em um ambiente sem controle de temperatura então correrá um atraso na evolução de seu ciclo;
- * Resíduos triturados trará um maior aproveitamento das larvas e um melhor condicionamento na sua evolução;
- * Se fornecer resíduos não triturados fara com que o biofertilizante tenha uma baixa na sua qualidade nutricional;
- * Se muito frio o clima então ocorrerá uma variação na eclosão da larva em fase de pupa.

6. Referencial Teórico

6.1. Origem

A Mosca-soldado-negro é originária da América do Norte, que medra em zonas temperadas, subtropicais e quentes da América do Norte, sendo que, presentemente, também se encontra amplamente distribuída pelo continente europeu, com maior incidência no Sul (OLIVEIRA F. 2020).

É um inseto que coloniza resíduos orgânicos e dejetos sólidos animais. Essa espécie é vista como um inseto benéfico, uma vez que converte resíduos, tais quais, o esterco, restos de alimentos e outros materiais orgânicos (biomassa de resíduos), em proteína animal (biomassa de insetos) de excelente valor nutricional. Ao mesmo tempo em que diminuem impactos ambientais negativos, podem ser utilizados como alternativa alimentar para os animais de criação, como as galinhas entre outros (NÓBREGA A. 2010).

Essas moscas apresentam um ciclo de vida de 45 dias, dentro dos quais passam por estágios de ovos, larvas e pupas antes de se tornarem adultos. Esse período final da vida dura cerca de nove dias, quando as moscas consomem somente água (não se alimentam), se reproduzem, ovipositam e morrem. Seu uso como alimento para os animais é entre as fases de larva e pupa, quando contém altos teores proteicos. Um compilado de estudos feito por Wang & Shelomi (2017) demonstra valores de proteína bruta na farinha de larvas da Mosca-Soldado-Negro de 37,9% a até 47,6% quando as mesmas se alimentam de dejetos animais (ERICKSON *et al*, 2004).

Seu uso na nutrição de galinhas e peixes já foi estudado e os achados demonstram que tal farinha é promissora fonte nutricional, garantindo satisfatória produção quando compõe dietas. Segundo dados dos mesmos autores, as larvas da mosca são altamente palatáveis e os animais apreciam seu sabor, até mesmo preferindo esse alimento ao invés dos baseados em trigo e soja (NÓBREGA A. 2010).

Para iniciar a produção de larvas é preciso de um ambiente no qual o ciclo de vida do inseto possa ocorrer. As moscas adultas necessitam de um local seco e abrigado onde possam depositar seus ovos (NÓBREGA A. 2010).

Antes de começar uma criação de MSN, é importante de conhecer seu ciclo de vida. Mesmo passando por quatro fases durante a sua vida, larva, pré-ninfa, ninfa, e mosca, a mosca-soldado passa maior parte de sua vida em dois estágios. Esses estágios são a fase larval e a da pupa, enquanto seu tempo na vida adulta e no ovo são relativamente curtos (ERICKSON *et al*, 2004).

6.2 Estado larval

Uma mosca-soldado fêmea costuma liberar cerca de 400 a 500 ovos, que irão partir em uma média de quatro dias após sua liberação. Ao nascer, a larva pode apresentar 1,8 milímetros de largura, na sua fase adulta, ela pode chegar até 20 milímetros. Assim que estão fora dos ovos, as larvas de mosca-soldado começam a se alimentar imediatamente (NÓBREGA A. 2010).

O estado larval é o único estágio a qual a MSN vai se alimentar. Vai ser seu único objetivo, com o intuito de fazer uma reserva de gordura suficiente para poder se transformar em ninfa, depois em mosca e se reproduzir. Durante sua vida, a larva ganha 6000 vezes sua massa inicial. Nesse estágio, a larva é de cor branca e crescerá alguns milímetros, 2.5 cm de comprimento. Seu ambiente se limitará aos resíduos que lhe forem fornecidos, nos quais ela vai se enterrar para se alimentar. Este estágio dura uma média entre 14 e 16 dias (ERICKSON *et al*, 2004).

Conforme afirmam Erickson *et al* (2004), para as larvas, as condições de vida mais adequadas para seu desenvolvimento podem ser resumidas dessa forma:

- **Clima quente:** a temperatura ideal está situada entre 24 et 30°C. Se fizer muito calor, as larvas vão rastejar pra longe da comida procurando um lugar mais fresco. Se fizer muito frio, as larvas irão diminuir seu metabolismo, comerão menos e irão se desenvolver mais lentamente.

- **Ambiente com sombra:** As larvas evitam a claridade procurando sempre um ambiente de sombra, protegido de luz solar. Se sua fonte de nutriente é exposta à claridade elas irão mudar de lugar indo em direção ao fundo da camada de substrato fugindo da claridade.

- **Taxa de umidade:** a fonte de alimentação deve ser bem úmida com um teor de água entre 60% e 90% para que as larvas consigam ingerir a substância.

6.3 Pré-ninfa

Ao chegar na sua fase final como larva, a mosca-soldado começa a passar por um processo de melanização, que resulta em uma cutícula mais escura. Assim, o inseto irá esvaziar seu trato digestivo e parar suas atividades de alimentação, para entrar no estágio pré-ninfa (NÓBREGA A. 2010).

Uma vez que ela acumulou reserva suficiente, a larva se transforma em pré-ninfa. Nesse momento, ela substitui seu aparelho bucal por uma estrutura em forma de gancho e torna-se marrom escura à cinza claro. Ela vai utilizar esse gancho para sair do seu ambiente úmido com o propósito de encontrar um ambiente seco, com sombra e ao abrigo dos predadores para se transformar em ninfa (ERICKSON *et al*, 2004).

6.4 Ninfa

A sua metamorfose ocorre entre sete a 10 dias dentro do estágio de ninfa, onde a larva da mosca-soldado não se move ou se alimenta por pelo menos 8 dias. Ao sair da ninfa como uma mosca-soldado adulta, o inseto não se alimenta de nada e usa de suporte apenas o consumo de água e da gordura guardada na fase larval (NÓBREGA A. 2010).

6.5 Mosca

Desde o momento de eclosão até a morte, a BSF terá somente um objetivo: se reproduzir. Ela vive mais ou menos 1 semana e não precisa se alimentar, somente uma fonte de água é necessária para que ela permaneça hidratada. Em contra partida, as BSF necessitam de luz natural do sol para se reproduzir, assim como uma temperatura ótima entre 25 e 32°C. Uma vez que elas encontram um parceiro, as fêmeas vão procurar um lugar para colocar seus ovos. Particularmente, elas gostam de interstícios e seus locais de postura podem ser feitos de papelão ondulado. E mais, elas vão procurar fazer a postura próxima da fonte nutritiva afim que as larvas possam se alimentar assim que eclodirem (ERICKSON *et al*, 2004).

6.6 Alimentação

As larvas irão se alimentar sobretudo de resíduos poucos fibrosos (frutas bem maduras, legumes, certas folhas como a couve...), sendo inútil acrescentar resíduos

verdes (folhas, talos, ervas). O mesmo para cascas grossas de frutas (banana, laranja, limão...) ou suas sementes que não serão aproveitadas (ERICKSON *et al*, 2004).

É possível também de lhe oferecer dejetos animais ou humanos (excrementos, banheiro seco...). As larvas destroem bactérias como a salmonella, parece possível lhe dar aos animais sem riscos de transmissão (ERICKSON *et al*, 2004).

Conforme afirmado por Erickson *et al*, (2004), as condições ideais do substrato podem ser resumidas assim:

- Nutrientes: a disponibilidade de substâncias ricas em proteínas e os hidrocarbonatos garantem um bom crescimento das larvas.

- Aspecto da comida: as larvas não tem aparelho mastigador, o acesso aos nutrientes será mais fácil se o substrato for composto de pequenos pedaços ou mesmo se ele estiver sob a forma líquida ou pastosa.

- Umidade: 80% de umidade é o ideal. Se o substrato estiver muito seco, elas poderão absorver mal os alimentos, se ele estiver muito úmido elas vão tentar sair a procura de um ambiente mais seco.

6.7 Coleta das larvas

Depois de passado 2 semanas comendo resíduos, as larvas de BSF podem ser coletadas. Nesse estágio, as larvas chegam ao seu peso máximo, porém não foram ainda transformadas em pré-ninfa. Seu valor nutricional chegou ao seu máximo. A coleta é o processo aonde as larvas são separadas do resíduo. Para fazê-lo nós podemos utilizar uma peneira manual ou automática que permite separar facilmente as larvas dos resíduos. Assim, as larvas capturadas podem ser oferecidas diretamente aos animais (aves, peixes...) ou desidratadas (no forno solar, por exemplo) e transformadas em farinha para serem conservadas. O resto do resíduo orgânico pode ser secado ao sol e utilizado como composto (ERICKSON *et al*, 2004).

6.8 Alimento animal

A larva da mosca-soldado não é uma solução apenas para os gases estufa liberados por resíduos orgânicos. Por ser uma fonte rica em proteínas, essas larvas são uma opção barata e sustentável para alimentação de animais de fazenda. Afinal, segundo estudo da Nature Food, a produção global de comida é responsável por mais de 17 milhões de toneladas de gases estufa liberados na atmosfera todos os anos. Em vez de comprar a comida animal industrializada, é possível criá-la por meio da compostagem de larvas da mosca-soldado. Assim se consegue decompor os resíduos orgânicos, enquanto se gera comida para animais, tudo ao mesmo tempo. Alguns exemplos de animais que se beneficiam das larvas de mosca-soldado são: galinhas, gansos, patos e peixes (NÓBREGA A. 2010).

6.9 Resíduos

Na produção de adubos orgânicos atualmente utiliza-se materiais descartados que possuem matéria-prima em sua composição que por sua vez trazem benefícios tanto social, ambiental e econômico (SILVA, 2012).

Os resíduos gerados pela agricultura podem causar problemas ambientais, de saúde pública e de saneamento. O reaproveitamento destes resíduos é uma maneira de solucionar estes problemas, além de ser benéfico aos produtores rurais (SCHNEIDER et al., 2012).

O produtor precisa ser responsável e consciente ao gerenciar os resíduos da sua propriedade (KOMATSU et al., 2019). Os impactos ambientais e os benefícios causados pela reutilização destes resíduos devem ser politicamente conscientizados aos produtores rurais (ROCHA et al., 2013).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituiu a LEI N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que visa o descarte adequado dos resíduos sólidos, a proteção do meio ambiente dispendo sobre seus objetivos, instrumentos e princípios (BRASIL, 2010).

7. Metodologia

O presente trabalho realizou-se através da criação de *Hermetia Illucens* (LINNAEUS, 1758) através da bioconversão de matéria orgânica.

7.1 Materiais

- Os ovos da Mosca Soldado-Negro;
- Resíduos orgânicos (mais apropriadamente ração animal com alto teor de proteína na fase inicial do ciclo);
- Recipiente maior para os resíduos orgânicos (bandeja);
- Um liquidificador para a trituração dos resíduos;
- Sala fechada com clima controlado (se preciso fazer o uso de um aquecedor, no período de inverno);
- Um viveiro de tecido voil (tela mosquiteiro), com zíper lateral;
- Duas barras de alumínio;
- Um recipiente para alimentação das moscas;
- Líquido rico em açúcar (suco de saquinho);
- 8 ripas de 15x20;
- Borrachinha de dinheiro (elástico);
- Folhas de papel toalha;
- Peneira (coador).

7.2 Métodos

Primeiro passo: Foi construído o viveiro utilizando as barras de alumínio para sustentação do tecido voil (local onde as moscas se desenvolvem e também podem ser acondicionadas as larvas com o alimento, com tamanho aproximado 2m³);

Segundo passo: Triturou-se os resíduos e foram colocados no recipiente junto às larvas, onde permaneceram durante todo período larval (em condições ideais o período larval dura em média 14 dias). Obs: O recipiente deve ser de acordo com a quantidade de larvas, não possuindo excesso de aglomeração;

Terceiro passo: Realizou-se uma pré-seleção das larvas em fase de pupa (processo que não ocorre uniformemente), e redirecionou-se ao viveiro para realizar a eclosão;

Quarto passo: Retirou-se o substrato (quando estiver em condições adequadas), utilizando a peneira para auxiliar na separação. Realizou-se uma nova seleção das larvas em fase de pupa, e assim sucessivamente até todas atingirem esta fase;

Quinto passo: Triturou-se novos resíduos e foram fornecidas as larvas que ainda se encontram em estado larval;

Sexto passo: Forneceu-se alimento para as moscas que eclodiram utilizando um recipiente menor com folhas de papel toalha umedecida (devem-se utilizar as folhas para que as moscas possam sugar o alimento sem se afogar);

Sétimo passo: Construiu-se uma estrutura para ovo posição, utilizando as ripas de madeira unindo-as com os elásticos, passando entre-as e deixando com um espaçamento de 1mm (onde serão depositados os ovos);

Oitavo passo: Foram retirados os ovos, inseri-los sobre uma peneira em um recipiente com alimento (ração umedecida), para que conforme eclodam possam direcionar-se ao alimento;

7.3. Cronograma

Meses Etapas	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ag.	Set.	Out	Nov.	Dez.
Esc. Do proj. pl de ação			X							
Lev. bibliográfico					X	X				
Descr. objetivos, justificativa e problemática					X	X				
Descr. metodologia e introdução					X	X				
Descr. referencial teórico					X	X				
Práticas do projeto				X	X	X				
Coleta, análise e obs de dados, concl. e resultados				X	X	X				

8. Análise e discussão dos resultados

Na primeira fase quando ocorre a eclosão dos ovos, foram colocados no viveiro **resíduos orgânico não triturado e sem o controle de temperatura**, onde observou-se um atraso na evolução pois não tínhamos o conhecimento de que a larva tinha que ser inserida no resíduo orgânico triturado e com um controle de temperatura para o desenvolvimento no tempo estimado.

Também na primeira fase depois de alguns dias das larvas estarem no resíduo foi inserida a bandeja em um local fechado, tipo de armário de alumínio, também foi colocado um aquecedor e fornecido um novo resíduo desta vez triturado e com boa umidade, obtendo-se assim um aumento no desenvolvimento das larvas.

Após 30 dias o Prof. Dr. Andreas Köhler realizou uma visita a escola, e aproveitando a sua presença foi requisitado auxílio e orientação sobre todo o processo de criação e desenvolvimento da Mosca Soldado Negro (BSF), pois o mesmo já possui ampla experiência sobre o assunto. Na data em questão observou-se que algumas larvas se encontravam em fase de pré-pupa e pupa (estas foram separadas e colocadas no viveiro), este atraso deu-se por decorrência da temperatura e das más condições do alimento. Enquanto isso as larvas que estavam em estado larval foram mantidas no resíduo para que continuassem seu ciclo.

Após 12 dias foi feita a coleta do substrato que já se encontrava em condições ideais para uso como biofertilizante, (cerca de 150g).

Em seguida 13 dias depois, das larvas separadas algumas estavam mortas e outras ainda não tinham eclodido, pois durante seu estado larval não acumularam uma grande reserva de nutrientes para realizar a eclosão ou sobreviver a este processo.

Após 2 dias foi feita uma visita e observado que quatro larvas haviam eclodido.

9. Conclusão

Concluindo que, a pesquisa citada anteriormente é de suma importância para os autores, pois o assunto tratado é de grande valia em questões ambientais, socioeconômicas e de aprendizado.

Para a instituição de ensino, a pesquisa testada é de suma importância pois trouxe grandes aprendizados, um novo destino para o descarte de resíduos orgânicos e uma inovação em biofertilizante para ser usado futuramente (com redução de custos).

Para o meio ambiente é de grande valia pois este processo destina resíduos que podem causar problemas sociais para a produção de um biofertilizante de qualidade para o uso agrícola.

Referências bibliográficas

ABD El-Hack, M.E. et al. **LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO (HERMETIA ILLUCENS) NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS**; Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Meal as a Promising Feed Ingredient for Poultry: A Comprehensive Review. *Agriculture*, v.10, 2020.

BRASIL. Lei 12.305 que institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a **lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 03 de agosto de 2010.

ERICKSON, M. C., M. Islam, C. Sheppard, J. Liao, and M. P. Doyle. 2004. **Criação de Moscas Soldado-negro**; of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J. Food Protection*. 67:685-690

JERÔNIMO, C. E.; SILVA, G. **Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco**. *Revista Monografias Ambientais*, v.10, n.10, p. 2193- 2208, 2012.

KOMATSU, R. K.; SANTOS, C. H. P. dos; SOUSA, J. C. de. **Gestão de Resíduos: hábitos de descarte de resíduos derivados da produção agrícola das propriedades em assentamentos rurais**/Waste Management: Waste Disposal Habits from Agricultural Production of Properties in Rural Settlements. *Revista multidisciplinar e de psicologia*, v. 13, n. 44, p. 700-722, 2019.

LOPES, I. G. **LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO: NOVIDADE NA GESTÃO DE RESÍDUOS, NUTRIÇÃO DE PEIXES E SUSTENTABILIDADE**. *Aquaculture Brasil, Gestão de Resíduos*, 14 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/207/larvas-de-mosca-soldado-negro:-novidade-na-gestao-de-residuos,-nutricao-de-peixes-e-sustentabilidade>

NÓBREGA, A. **Mosca-soldado pode ser aliada da compostagem sem minhocas**; Soldier fly can be an ally of worm-free composting, 2010.

ROCHA, A. R.; CERETTA, G. F.; BOTTON, J. S.; BARUFFI, L.; ZAMBERLAN, J. F. **Gestão de resíduos sólidos domésticos na zona rural: a realidade do município de Pranchita** – PR. *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, v. 5, ed. esp., 2012.

RUHNKE, I. et al. **LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO (HERMETIA ILLUCENS) NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS**; Feed refusal of laying hens – A case report. In *Proceedings of the 28th Annual Australian Poultry Science Symposium*, Sydney, New South Wales, Australia, 13–15 February 2017. Pp. 213–216.

SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A. C.; BORTOLIN, T. A.; SAMBUICHI, R. H. R. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindustriais associadas**. Relatório de pesquisa. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2012.

Wang, Y., Shelomi, M. **LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO (HERMETIA ILLUCENS) NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS**; Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods*, v.6, 2017

Apêndices

Figura 1: Viveiro construído



Fonte: Autores

Figura 2: viveiro em funcionamento



Fonte: Autores

Figura 3: Viveiro com todos os componentes.



Fonte: Autores

Figura 4: Recipientes usados para as larvas depositadas junto ao resíduo em fase larval, outro para as larvas em fase de pupa, outro para o alimento das moscas e as ripas para a ovo posição.



Fonte: Autores

Figura 5: Recipiente com papéis toalha umedecidos com suco para o alimento das moscas.



Fonte: Autores

Figura 6: Larvas no resíduo orgânico.



Fonte: Autores