

**Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP**  
**Ciências Biológicas**

**AVALIAÇÃO DE DISPERSÃO DE MOSCAS ESTÉREIS UTILIZANDO  
LIBERAÇÃO ESTÁTICA E ASSISTIDA POR DRONES**

**Henrique Martinelli do Amaral**

**Piracicaba**  
**2023**

**Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP**  
**Ciências Biológicas**

**AVALIAÇÃO DE DISPERSÃO DE MOSCAS ESTÉREIS UTILIZANDO  
LIBERAÇÃO ESTÁTICA E ASSISTIDA POR DRONES**

**Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso para conclusão do  
curso de Bacharelado em Ciências Biológicas na Escola Superior  
de Agricultura Luiz de Queiroz - USP**

**Orientador: : Prof. Dr. Thiago Mastrangelo**

**Piracicaba  
2023**

## **Sumário**

<b>Resumo</b>	<b>4</b>
<b>Introdução</b>	<b>5</b>
<b>Justificativa</b>	<b>5</b>
<b>Objetivo</b>	<b>5</b>
<b>Metodologia</b>	<b>6</b>
<b>Criação dos insetos</b>	<b>6</b>
<b>Área de coleta</b>	<b>6</b>
<b>Métodos de liberação</b>	<b>7</b>
<b>Coleta de resultados</b>	<b>7</b>
<b>Cronograma</b>	<b>8</b>
<b>Resultados esperados</b>	<b>9</b>
<b>Referências</b>	<b>10</b>

## **Resumo**

Uma das metodologias de controle de pragas é o uso de insetos estéreis, sendo esses utilizados por interferirem no ciclo reprodutivo dos insetos normais, resultando em uma queda na população. A aplicação dessa técnica depende de diversos fatores, como produção em massa, temperatura, mapeamento, entre outros, sendo um desses fatores a dispersão desses insetos, que é feita normalmente em pontos estratégicos, de forma estática.

Um recurso que pode ser utilizado para facilitar esse processo são os drones, que são capazes de cobrir uma área maior e realizar liberações controladas em uma quantidade maior de pontos dentro do campo, enquanto mantêm uma maior velocidade, em comparação com os métodos tradicionais, sendo uma ferramenta útil no trabalho com os insetos estéreis e possivelmente outras técnicas.

Com isso dito, proponho a realização de testes comparativos entre as duas técnicas - liberação estática e liberação aérea com auxílio de drones - utilizando moscas da espécie *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), e comparar a dispersão das moscas liberadas dentro de uma área de pomar conhecida, produzindo dados que me permitam avaliar a eficiência da liberação aérea, e sua viabilidade em comparação com outras técnicas.

**Palavras-chave:** Manejo de pragas, Inseto estéril, Liberação aérea.

## **Introdução**

Para o controle de pragas na produção de frutíferas muitas vezes é usado o controle biológico, que consiste no uso de seres vivos para reduzir ou eliminar os agentes causadores do dano à cultura. Entre as possíveis opções temos o uso de insetos estéreis (Técnica do Inseto Estéril - TIE), que são insetos aparentemente normais, produzidos em grande quantidade, mas que são inférteis, normalmente utilizando alguma radiação esterilizante enquanto ainda estão na fase de pupa, como no caso do projeto, uma vez em campo esses insetos acabam competindo por parceiros com as populações naturais no ambiente, e o acasalamento com os mesmos não gera descendentes, gerando uma queda na população e eventualmente sua eliminação, no caso de liberações mais inundativas, e em decorrência disso reduzindo os danos à cultura, enquanto mantem um custo relativamente baixo e não depende do uso de químicos que podem ser tóxicos para o entorno ou gerar problemas futuros.

A eficiência desses insetos depende em boa parte de sua liberação e de como ela é feita, ou seja, do método de liberação, sendo aquela capaz de cobrir toda a área de forma uniforme e dispersa, enquanto mantém os custos relativamente baixos, teoricamente mais eficiente, uma vez que permite com que os insetos estéreis interajam com uma parte maior da população local, atingindo-a como um todo, e surtindo um maior efeito no quesito de reduzir a população das pragas (Dowell et al., 2005).

Sendo assim quando se avaliam os métodos de liberação é necessário levar esse fator em consideração, tornando necessário um estudo e um mapeamento da área onde os insetos serão liberados, o que vai permitir planejar melhor essa liberação, e qual dos métodos se encaixa melhor nos diferentes contextos, principalmente quando pensamos em formas relativamente mais limitadas, que para alcançar uma dispersão mais uniforme dependem muito de quão acessível é a área onde os insetos serão empregados (Koyama et al., 2004).

Uma das formas de contornar boa parte dos problemas relacionados a forma de dispersão é a liberação aérea, já que não é limitada pela facilidade de transitar pelo terreno, e pode alcançar uma dispersão uniforme por meio de um controle da liberação dos insetos, sendo esse o ponto central do projeto, como essa liberação se compara com uma liberação estática mais simples, e se ela tem capacidade de alcançar um nível de dispersão maior. (Mubarqui et al., 2014).

## **Objetivo**

O objetivo do projeto é primeiramente realizar a comparação entre os dois métodos de liberação: a liberação estática; e a liberação aérea assistida por drones. Partindo dessa comparação será possível inferir a eficiência do segundo método, assim como sua viabilidade e como aperfeiçoar e formular um modelo de liberação baseado nesse método.

## **Metodologia**

### **Criação dos insetos**

A criação dos insetos é realizada no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia (LIARE), localizado no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA-USP), sendo criados os insetos: *Anastrepha fraterculus*, a mosca-da-fruta; e *Ceratitidis capitata*, a mosca-do-Mediterrâneo.

As criações seguem o modelo proposto em Mastrangelo et al.(2021), visando uma população criada em modelo comercial, mas em menor escala, se valendo de uma produção com maior custo-benefício, sendo viável para o mercado, sem perder qualidade.

As moscas serão esterilizadas ainda na fase de pupa, com pelo menos 48 horas para a emergência com um irradiador de raios gamas e uma fonte de Cobalto-60 (modelo Gammabeam-650® da MDS *Nordion International Inc.*, Canadá), posteriormente as pupas ficam em caixas contendo água e açúcar para que emerjam e tenham uma fonte de energia, sendo liberadas com no máximo 9 dias de idade.

Ainda fora das caixas as pupas serão pintadas utilizando corantes em pó que aderem às pupas e as deixam coloridas, sendo que essa cor passa para as moscas e as deixam marcadas, permitindo identificar as moscas que são ou não da criação do laboratório. Fora isso também serão realizados testes de voo com as pupas, para o fim de avaliar a emergência dessas pupas e a capacidade de voo dessas moscas previamente a sua liberação.

### **Área de coleta**

A área de coleta é um pomar de mangas dentro do campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, sendo que a área foi mapeada e as armadilhas, do modelo Mcphail, foram colocadas de antemão, já realizando alguns testes iniciais de liberação e

dispersão, verificando os insetos locais que eram capturados, assim como a influência do entorno nos resultados encontrados, já que temos diferentes locais em cada um dos lados da área, sendo uma face voltada para uma área de mata, uma voltada para outro pomar, uma para um plantio de soja, e a última para um aeroporto e uma base da polícia, considerando que os resultados podem variar em decorrência disso.

As armadilhas foram posicionadas de forma com que haja um espaço considerável entre elas, na maioria das vezes, e que seja permitido também realizar testes com diferentes atrativos, a fim de verificar como os insetos reagem a eles, sendo a distribuição das armadilhas como mostra a figuras em sequência (a localização das armadilhas é representada pelos pontos vermelhos):



Fonte: Google Maps

### **Métodos de liberação**

A liberação dos insetos segue dois padrões, uma para as liberações estáticas e outro para a liberação com drones:

O padrão para liberações estáticas utiliza as mesmas caixas citadas anteriormente, grandes e com água e açúcar, as caixas têm tampas com telas, permitindo que o ar circule e as moscas tenham acesso a luz, podendo ser mantidas nelas por alguns dias. Foram escolhidos pontos no pomar, que permitem uma boa distribuição dentro da área, onde as caixas serão posicionadas e abertas, depois disso teremos um tempo para que as moscas deixem as caixas e ocupem o pomar, recolhendo as caixas depois disso, sendo um método teoricamente mais

simples e localizado, mas que ao mesmo tempo libera uma quantidade maior de insetos, uma vez que só depende das caixas.

A liberação assistida por drones também utiliza as caixas, mas apenas para a emergência e armazenamento das moscas durante os primeiros dias de sua fase adulta, depois desse período, as caixas serão levadas para uma câmara fria, aproximadamente 10°C, para que as moscas fiquem letárgicas ou adormecidas, facilitando com que sejam colocadas nos compartimentos dos drones, e para que consigamos verificar o volume de moscas sendo liberadas. Uma vez nos compartimentos, as moscas serão levadas até o campo, onde já estarão despertas, e pode-se começar a liberação.

O voo do drone pode ocorrer de forma tanto manual, com um operador, quanto automática, com uma rota programada, essa última opção pode não ser viável, devido a proximidade do pomar com um aeroporto e uma base da polícia, onde normalmente temos bloqueadores de sinal, sendo o voo manual uma provável melhor opção, ou até mesmo a única, independentemente disso o voo não deve ser prejudicado, e as moscas serão liberadas de forma mais controlada por meio do drone, sendo derrubadas do compartimento e dispersas no campo.

### **Coleta de dados**

Uma vez realizadas as liberações de ambos os métodos, serão coletadas as moscas capturadas nas armadilhas posicionadas no pomar, as coletas serão feitas em dois momentos, um dia e uma semana após a liberação. As moscas coletadas serão contadas, considerando a relação entre machos e fêmeas capturadas, e, caso ocorra, a quantidade de moscas selvagens, a partir desses dados poderemos traçar um paralelo entre a quantidade de moscas que emergiram; as liberadas; a quantidade de moscas capturadas; e a forma com que elas se dispersam dentro do pomar. Esse cálculo de dispersão leva em conta o número de moscas em cada armadilha, e a diferença entre os números obtidos em cada armadilha, considerando a posição delas dentro do campo, e em relação ao local de liberação.



## Cronograma

<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>1º MÊS</b>	<b>2º MÊS</b>	<b>3º MÊS</b>	<b>4º MÊS</b>	<b>5º MÊS</b>	<b>6º MÊS</b>
<b>Manutenção das criações de moscas (<i>A. fraterculus</i> e <i>C. capitata</i>) dentro do LIARE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Posicionamento e teste inicial das armadilhas em campo</b>	<b>X</b>					
<b>Liberações estáticas</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Liberações assistidas por drones</b>			<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>Coletas de insetos capturados</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Análise de resultados</b>					<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Redação final</b>						<b>X</b>

## **Resultados esperados**

A idéia por trás dos testes é avaliar a eficiência das liberações aéreas, permitindo então determinar a viabilidade dessas liberações, sendo assim, se espera que as liberações aéreas alcancem uma maior uniformidade na dispersão das moscas, uma vez que a distribuição é mais uniforme, com isso dito, esse método de dispersão seria mais eficaz considerando áreas maiores onde a dispersão estática é dificultada, ou atinge apenas pequenos focos.

Desenvolvendo mais a respeito dos dados a serem observados, se espera, primeiramente, atingir uma boa quantidade de insetos capturados para ambos os métodos, considerando as etapas anteriores desse processo (criação, armazenagem e transporte), validando os dois métodos, juntamente com a metodologia de criação.

Seguido disso temos que os insetos capturados provavelmente seriam em maioria fêmeas, que são atraídas pelos atrativos de forma mais eficaz, pela busca por alimento para sustentar a produção de ovos, e que a quantidade de insetos por armadilhas seja o suficiente para indicar a dispersão dos insetos.

Teoricamente teríamos uma dispersão mais uniforme na liberação aérea, bem distribuídas por todo o pomar, e mais controlada nas liberações estáticas, tendo focos grandes próximos dos locais de liberação que vão se reduzindo quanto mais distantes do mesmo.

Uma vez com esses dados coletados e analisados será possível traçar conclusões a respeito da viabilidade e eficiência do modelo de dispersão aérea assistida por drones, em comparação com a liberação estática utilizada.

## Referências

- MASTRANGELO, T.; KOVALESKI, A.; MASET, B.; COSTA, M.D.L.Z.; BARROS, C.; LOPES, L.A.; CACERES, C. 2021. **Improvement of the Mass-Rearing Protocols for the South American Fruit Fly for Application of the Sterile Insect Technique.** *Insects*, 12,622. <https://doi.org/10.3390/insects12070622>
- FAO/IAEA/USDA. 2014. **Product Quality Control for Sterile Mass-Reared and Released Tephritid Fruit Flies, Version 6.** International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 85 pp.
- KOYAMA, J.; H. KAKINOHANA; T. MIYATAKE. 2004. **Eradication of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, in Japan: importance of behavior, ecology, genetics, and evolution.** *Annual Review of Entomology* 49: 331–349.
- DOWELL, R.V.; J. WORLEY; P.J. GOMES. 2005. **Sterile Insect Supply, Emergence, and Release.** In: *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-wide Integrated Pest Management*, V.A. Dyck, J. Hendrichs & A.S. Robinson, (Eds.), pp. 297-324, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- MUBARQUI R.L.; PEREZ, R.C.; KLADT, R.A.; LOPEZ, J.L.Z.; PARKER, A.; SECK, M.T., et al. 2014. **The Smart Aerial Release Machine, a Universal System for Applying the Sterile Insect Technique.** *PLoS ONE* 9(7): e103077. doi:10.1371/journal.pone.0103077.

Cláudio Mestry  
5/5/2023

HENRIQUE MARTINELLI DO AMARAL

**TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL E DEMAIS  
PESQUISADORES ENVOLVIDOS NO PROJETO DE PESQUISA**

À Comissão de Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, Coc CB  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP

Com relação ao projeto de título AVALIAÇÃO DE DISPERSÃO DE MOSCAS ESTÉREIS UTILIZANDO LIBERAÇÃO ESTÁTICA E ASSISTIDA POR DRONES, desenvolvido para cumprimento das atividades da Disciplina LCB0525, sob supervisão de Thiago Mastrangelo e com execução parcial ou total sob responsabilidade de Henrique Martinelli do Amaral, declaramos que:

1. Estamos cientes do conteúdo e assumimos o compromisso de cumprir os termos das Leis e Decretos complementares (Lei No 6.894 de dezembro de 1980, Lei N 7.803 de 18 de julho de 1989, Lei No 9.985 de 18 de julho de 2000, Lei No 9.974 de 6 de junho de 2000, Decreto No 99.556 de 1 de Outubro de 1990, Decreto No 4.340 de 22 de agosto de 2002, Instrução Normativa N 154 de 01 de mar o de 2007, Decreto N 4.074 de 4 de janeiro de 2002, Instrução Normativa N 169/2008, ABNT-NBR10004 2004, Resolução ANVISA RDC 306 - 07 de dezembro de 2004, Resolução No 358, de 29 de abril de 2005) acrescida dos dispositivos e alterações, bem como os demais decretos e instruções normativas posteriores relativos aos assuntos ambientais pertinentes. Também cientes, que apresentaremos todas as declarações e documentos exigidos pela Comissão de Ética Ambiental na Pesquisa CEAP-ESALQ se solicitados;
2. Todos os procedimentos, organismos, insumos, equipamentos e quaisquer outros itens que serão utilizados direta ou indiretamente nesta pesquisa serão adquiridos e empregados segundo a legislação/normas dos órgãos competentes;
3. O projeto prevê recursos financeiros, se necessários, para o gerenciamento dos resíduos oriundos da pesquisa;
4. Todo impacto ambiental decorrente da má condução do projeto é de inteira responsabilidade dos pesquisadores envolvidos no projeto;
5. Estamos cientes das normas estabelecidas pelo Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da ESALQ (PGRQ-ESALQ) e comprometemo-nos com o seu cumprimento na sede da instituição responsável pela condução do projeto, colaborando para sua adequada realização;
6. Comprometemo-nos a providenciar, quando exigido em função da natureza do projeto de pesquisa, todos os documentos/autorizações exigidos por órgãos públicos ou privados.

PIRACICABA, 14 de ABRIL de 2023

Assinam:

Thiago Mastrangelo  
Docente Orientador(a)  
Prof. Dr. Thiago Mastrangelo  
n° USP 3405273  
CENA - USP

Henrique Martinelli do Amaral  
Aluna(o)