

USO DE DRONES COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS USE OF DRONES AS A TOOL FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT

Nome do aluno(a) Isabela Pires de Souza

Nome do orientador(a) Marina Funichello

Resumo

O Manejo Integrado de Pragas (MIP), surgiu como resposta ao uso indiscriminado de produtos químicos no controle de pragas, desde então, foram adotadas novas tecnologias e inovação em manejo de agentes invasores, que apresentam impacto positivo, quanto à aplicação de drones, buscando aliar eficiência na produção e controle com a preservação ambiental. Com o aumento das áreas cultivadas a aviação agrícola tornou-se uma solução, como o uso das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), por sua alta precisão e agilidade. Portanto, a presente pesquisa buscou reunir e apresentar evidências a partir de uma revisão bibliográfica sobre o uso de drones no contexto do MIP, analisando seu impactos nas práticas agrícolas. Para a seleção de fontes foram considerados diferentes tipos de trabalhos, como artigos científicos, dissertações e teses, sendo maioria publicados nos últimos quatro anos.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão. Controle de pragas. Tecnologia de Aplicação. Sensor Remoto. Monitoramento de Pragas.

Abstract

Integrated Pest Management (IPM) emerged as a response to the indiscriminate use of chemical products in pest control. Since then, new technologies and innovations in the management of invasive agents have been adopted, showing a positive impact, particularly in relation to the application of drones, aiming to combine production and control efficiency with environmental preservation. With the expansion of cultivated areas, agricultural aviation has become a viable solution, especially with the use of Remotely Piloted Aircraft (RPA), due to their high precision and agility. Therefore, the present study aimed to gather and present evidence through a literature review on the use of drones in the context of IPM, analyzing their impacts on agricultural practices. For source selection, different types of works were considered, including scientific articles, dissertations, and theses, most of which were published in the last four years.

Keywords: Precision Agriculture. Pest Control. Application Technology. Remote Sensing. Pest Monitoring.

1. INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de produtos químicos no controle de pragas traz muita contaminação ambiental, ressurgência de pragas e vários desequilíbrios no agroecossistema. Como resposta surgiu o Manejo Integrado de pragas (MIP), onde a sua filosofia é a integração de diferentes métodos de controle, numa estratégia de manejo levando em conta o custo/benefício dos produtores, sociedade e meio ambiente.

O uso de novas tecnologias de manejo, como as aeronaves remotamente pilotadas, podem trazer grandes benefícios para o MIP, podendo ser utilizado como ferramenta para monitoramento das pragas e seu controle de forma efetiva, estando de acordo com as bases e objetivos do MIP.

Os drones na agricultura de precisão assumiram um papel mais físico, como aplicação aérea de fluidos, sólidos e agentes de controle biológico (GOODRICH et al., 2023). Sendo bem atrativo devido ao seu alto grau de manobrabilidade, curtos períodos de configuração, podendo ser usados em pequenas propriedades (LO et al., 2021).

Algumas culturas agrícolas necessitam de baixos volumes de caldas de inseticidas, visando maximizar a eficiência no controle de pragas. A prática de uso de baixo volume de aplicação é comumente utilizada na modalidade de aplicação com aeronave remotamente pilotada (ARP), que vem ganhando cada vez mais espaço nos campos brasileiros. De toda forma, é importante a pulverização eficaz e realizada no tempo certo das medidas de proteção das plantas.

Para tal finalidade, as ARP possuem alta eficiência, redução de mão de obra, economia de tempo, tempo de resposta e ampla área de tratamento (MENG et al., 2018; SHAMSHIRI et al., 2018).

Portanto, a presente pesquisa buscou reunir e apresentar evidências a partir de uma revisão bibliográfica sobre o uso de drones no contexto do MIP, analisando suas vantagens, limitações e impactos nas práticas agrícolas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Manejo Integrado de Pragas

O Manejo Integrado de Pragas (MIP), surgiu como resposta ao uso indiscriminado de produtos químicos no controle de pragas, tornando-se uma filosofia comum a partir dos anos 70. Desde então, esta filosofia tem sido expandida com a adoção de novas tecnologias e inovação em manejo, e em controle de pragas (WAINHOUSE, 2005).

Segundo Kogan (1998) o MIP consiste no uso harmonioso de várias táticas de controle de pragas, numa estratégia de manejo baseada em análises de custo e benefício, levando em conta o interesse e o impacto nos produtores, sociedade e meio ambiente.

A integração de diferentes métodos de controle é prática essencial para se obter sucesso no controle de pragas. A resistência de pragas a inseticidas, exige o uso integrado de outros métodos que não somente os químicos. Também o controle biológico precisa ser definido quanto à sua parcela na contribuição de contribuição na redução das populações de pragas (LORINI et al. 2015).

No MIP nem todo inseto presente na cultura é considerado uma praga, e sim a quantidade populacional deste inseto na área que pode leva-lo a se tornar uma praga e causar danos econômicos na produção, ou seja, a base do MIP é taxonomia de insetos, amostragens, nível de controle das pragas e avaliação de presença de inimigos naturais. A integração de diferentes métodos de controle, junto com o controle químico, tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, podem contribuir para o controle efetivo das pragas, o aumento da produção e a diminuição do impacto ambiental.

3.2 Aviação Agrícola e seu desenvolvimento

A ideia de adotar aeronaves como um sistema de pulverização para combater pragas surgiu em 1911, idealizada pelo inspetor florestal alemão Alfred Zimmermann. Nessa ocasião, o inseticida era jogado do avião por um segundo passageiro (SINDAG,2021).

No Brasil, a aviação agrícola surgiu em 1947, na cidade gaúcha de Pelotas, nesta época, a região estava enfrentando uma praga de gafanhotos (MAPA; SINDAG, 2020). O agrônomo Leôncio Fontelles, do Ministério da Agricultura, e o piloto Clovis Candiota, em 11 de agosto de 1947, decolaram para combater uma nuvem de insetos que foi eliminada no atual bairro pelotense do Laranjal (MAPA; SINDAG, 2020).

Com o aumento das áreas cultivadas a aviação agrícola tornou-se uma solução para o aumento da produtividade nas grandes culturas devido a sua agilidade nas pulverizações. Pesquisas mostram pontos negativos causado pelas pulverizações com aviões, pois, os agrotóxicos são levados para áreas que não são alvo, assim contaminando o solo, a água e causando prejuízos ao ecossistema (NOGUEIRA, 2016). A pulverização aérea começou através da aviação, sendo por aviões (figura 1), helicópteros (figura 2) e atualmente através de drones (SANTANA, 2025).

Figura 1. Avião agrícola da marca Air Tractor realizando aplicação aérea de defensivos sobre lavoura. A aeronave, de alta capacidade de carga, é utilizada especialmente para pulverização em grandes áreas, como plantações de algodão e soja.



Fonte: Lorenzon (2021)

Figura 2. Helicóptero aplicando defensivo agrícola em lavoura.



Fonte: Couto (s.d)

A palavra drone ao longo do tempo teve expansão de significado, sendo usada para descrever aeronaves não tripuladas militares e civis, desde multicópteros de brinquedo controlados remotamente até sofisticadas aeronaves não tripuladas usadas em uma ampla gama de aplicações comerciais, incluindo fotografia aérea, levantamento topográfico, inspeção de infraestrutura, resposta a emergências, entrega de pacotes e agricultura (MERWE et al., 2020).

Conforme Decea (2018), drone é considerado uma aeronave devido ao fato deste equipamento aéreo possuir motores ou rotores, interagir com as reações aerodinâmicas do ar e realizar transporte de cargas, câmeras, sensores dentre outros. No contexto dessa afirmativa, Jense (2009) afirma que a aeronave normalmente é controlada por um operador remoto, ou de forma autônoma através de planos de voo pré programados. O equipamento tem um papel importante como ferramenta de coleta de dados, monitoramento de plantações e aplicação precisa de insumos, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e uma produção mais sustentável. Ainda, os drones podem auxiliar no mapeamento de áreas de plantio e na identificação de problemas, como doenças e infecções, permitindo ações rápidas e precisas para sua solução (SANTANA, 2025).

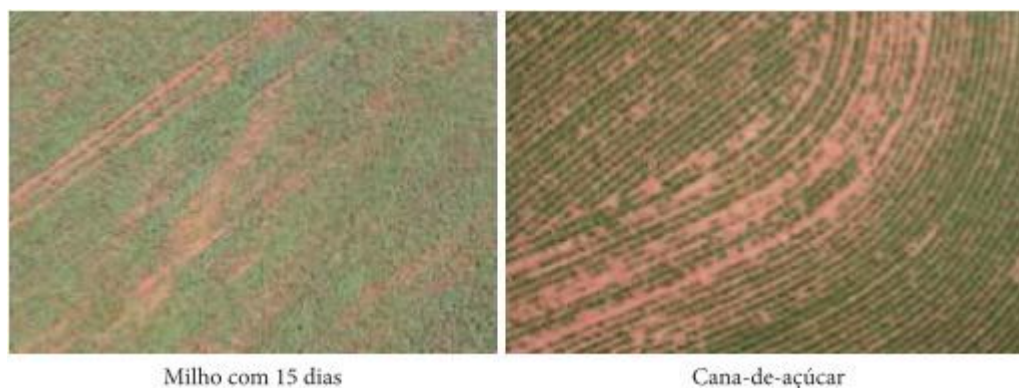
O uso de Aeronaves Pilotadas Remotamente (ARP) tem sido adotado na maioria dos setores das economias de países desenvolvidos e em desenvolvimento, possuem atualmente uma infinidade de aplicações na agricultura, sendo usados para obter imagens em tempo real e dados de sensores de campos agrícolas, possibilitando aos agricultores a capacidade de tomar decisões sobre os insumos agrícolas (AYAMGA et. al., 2021). São sistemas de aeronaves emergentes, de alto rendimento, destinados ao monitoramento e gerenciamento do campo. Estas aeronaves navegam pelo território para explorar, inspecionar e intervir ativamente, operando tanto de forma autônoma quanto semiautônoma. Seu principal fundamento é o sensoriamento remoto, proporcionando a capacidade de capturar a variabilidade espaço-temporal do campo com maior precisão, flexibilidade, autonomia e realismo do que seria possível com plataformas orbitais de aquisição de dados e equipamentos ao nível do solo. Essas aeronaves utilizam módulos de pulverização inteligentes de última geração, lançando líquidos em áreas específicas conforme necessário. Isso possibilita o controle preciso de insetos, tanto ao nível da planta (caule e folha) quanto ao nível do solo, agilizando os fluxos de trabalho e reduzindo o esforço dos trabalhadores do campo (BARBOSA JÚNIOR et al., 2022).

3.2.1 Uso de drones no controle de pragas

O crescimento de drones para pulverização no mercado do agronegócio, vem crescendo de uma maneira elevadíssima. Os drones são utilizados na agricultura de precisão como alternativa rentável de monitoramento de pragas por NDVI (índice de Vegetação por Diferença Normalizada). Para Araújo et.al (2018), este índice é uma maneira de mapear as áreas agrícolas utilizando sensores remotos, que tem como objetivo determinar às condições da vegetação. Pode ser vistos alguns exemplos de imagens obtidas com VANT em altitudes

que variaram de 100 m a 300 m. Esta é normalmente a faixa de operação de um VANT para a área agrícola sem que haja interferência no fluxo de aeronaves convencionais tripuladas (figura 3).

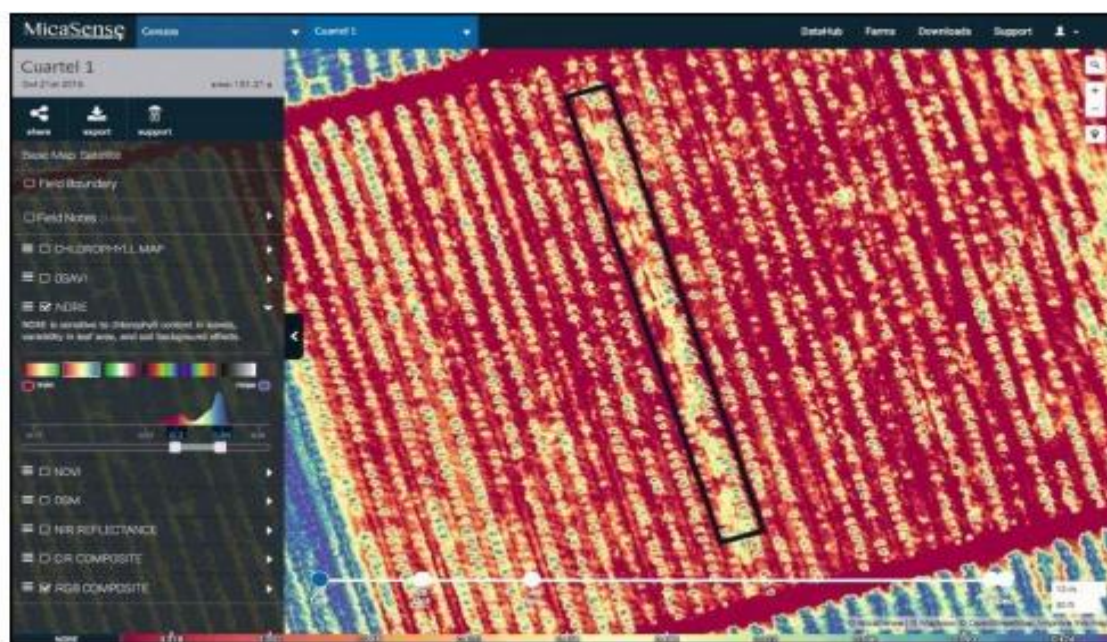
Figura 3. Imagens no visível típicas obtidas com VANT.



Fonte: Castro Jorge (2014)

As pragas que atacam a parte aérea das plantas normalmente são mais fáceis de serem visualizadas. Através da aplicação dos algoritmos disponíveis na ferramenta, pode-se identificar facilmente diferenças na coloração do mapa (figura 4), auxiliando rapidamente a mensuração da extensão da área afetada na lavoura e evitando a possível expansão dessas pragas e doenças (MEDIUM, 2017)

Figura 4 - Identificação de pragas.



Fonte: Medium (2017)

O uso do drone para aplicação de diferentes inseticidas no controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) foi avaliado por Mitidieri e Ferreira (2024). Segundo os autores o tratamento contendo Imidacloprido + Bifentrina no estágio V3 com uso de aplicação via drone destaca-se como potencial no controle e manejo de cigarrinha, representando uma ferramenta valiosa para a implementação do manejo integrado desta praga.

A aplicação de produtos químicos utilizando Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) traz diversas vantagens, e uma delas é em favor da penetração de gotas, do depósito nas partes mais inferiores das plantas.

Estudos demonstram que a aplicação de inseticidas utilizando ARP pode resultar em cobertura mais uniforme e eficaz nas plantas. Em um estudo comparativo, observou-se que a aplicação aérea convencional pode resultar em cobertura desigual, com grande parte dos produtos depositando nas folhas do terço superior da planta. Em contrapartida, ARPs com tecnologia de aplicação avançada conseguiram uma distribuição do produto de forma mais homogênea em todas as partes da planta (HUET al., 2022; ZHANG et al., 2020).

A tecnologia de aplicação com a utilização de ARP, mostrou-se promissora para o controle da broca-do-café (RODRIGUES 2024), favorecendo uma penetração mais eficiente das gotas do produto nas partes internas da copa do cafeeiro. Segundo o autor, a utilização de volumes baixos permite aplicação precisa e econômica otimizando recursos financeiros e operacionais na lavoura, confirmando a eficácia do uso de volumes de calda baixos na pulverização com ARP (Figura 5).

Figura 5. ARP multi- rotor utilizado em experimento de pulverização para controle da broca-do- café.



Fonte: Rodrigues (2024)

O controle biológico é essencial no Manejo Integrado de Pragas (MIP), consiste em controlar as pragas agrícolas e os insetos transmissores de doenças a partir do uso de seus inimigos naturais, que podem ser predadores, parasitoides, e microrganismos, como fungos, vírus e bactérias.

A liberação do parasitóide *Trichogramma* por drones multirotores é uma ideia dominante no controle de pragas, no entanto, é necessária uma melhor compreensão da viabilidade e precisão deste sistema (JI et al., 2022). Empresas chinesas desenvolveram Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) voltados para a proteção de plantas, os quais podem ser utilizados para a liberação controlada de *Trichogramma* visando o controle de brocas de milho.

De acordo com Vieira (2020), para o uso de ARPs como plataforma de suporte ao controle biológico, é necessário ter um suporte que pode ser acoplado nas aeronaves, possibilitando disseminar as cápsulas do inimigo biológico de modo que estes possam sair vivos (figura 6).

Figura 6. Mecanismo liberador de capsula fixado na ARP.



Fonte: Vieira (2020).

As ARPs proporcionam facilidade na distribuição no campo dos ovos de hospedeiros parasitados, contendo pupas do parasitoide. Esse método permite que as pupas do parasitoide sejam distribuídas uniformemente no campo, dentro de cápsulas protetoras, ou que os ovos dos hospedeiros parasitados sejam distribuídos separadamente, o que reduz ainda mais os custos (BUENO et al., 2022).

Ferreira (2024) também avaliou o desenvolvimento de um mecanismo de dispersão de cápsulas com *Cotesia flavipes*, para o controle biológico da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), usando aeronave pilotada remotamente, demonstrando ser uma alternativa viável e interessante, devido a sua facilidade de ejeção das cápsulas e a relativa simplicidade em sua concepção.

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou uma análise dos benefícios que o uso de drones proporciona no Manejo Integrado de Pragas, como excelente ferramenta na busca pela sustentabilidade, trazendo pontos positivos na visão social, ambiental e econômica. Os drones demonstraram alta precisão, agilidade e menor impacto ambiental, possibilitando a aplicação de defensivos e agentes biológicos de forma localizada e eficiente, redução da necessidade de mão de obra, economia de tempo e ampla área de tratamento.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.L.; SILVA, M.T.; SILVA, B.B.; SANTOS, C.A.C.; DANTAS, M.P. **Análise das mudanças de parâmetros biofísicos sobre o nordeste brasileiro de 2002 a 2011 com dados modis**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.33, n.4, 589-599, 2018.
- AYAMGA, M.; AKABA, S.; NYAABA, A. A. Multifaceted applicability of drones: A review. Technological Forecasting and Social Change, v. 167, p. 120677, 2021.
- BARBOSA JÚNIOR, M. R. et al. **UAVs to monitor and manage sugarcane: integrative review**. Agronomy, v. 12, n. 3, p. 661, 2022.
- BECKER JUNIOR, C. **Hoje se completam 100 anos de Aviação agrícola no Mundo**. Sindag, 2021. Disponível em: <https://www.sindag.org.br>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- BUENO, A. de F. et al. **Challenges and opportunities of using egg parasitoids in FAW augmentative biological control in Brazil**. Biological Control, v. 186, p. 105344, 2023.
- COUTO, J. L. V. do. **Aviação agrícola**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), [s.d.]. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/aviao.htm>. Acesso em: 2 maio 2025.
- DECEA. Comando da Aeronáutica. AIC nº 24, de 11 de junho de 2018. **Aeronaves remotamente pilotadas para uso exclusivo em operações dos órgãos de Segurança Pública, da Defesa Civil e de Fiscalização da Receita Federal**. Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <https://www.decea.mil.br>. Acesso em: 18 abr. 2025.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária. Lúcio André de Castro Jorge. **Configuração aplicada em aeromodelo**. BR n. DI6400311-6, 29 jan. 2014.
- FERREIRA, F. S. **Desenvolvimento de um mecanismo de dispersão de cápsulas para o controle biológico usando aeronave pilotada remotamente**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, 2024. Trabalho acadêmico. p. 10–25.
- GOODRICH, P.; BETANCOURT, O.; ARIAS, A. C.; ZOHDI, T. **Placement and drone flight path mapping of agricultural soil sensors using machine learning**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 205, p. 107591, 2023.
- HU, H. et al. **Research on methods decreasing pesticide waste based on plant protection unmanned aerial vehicles: a review**. Frontiers in Plant Science, v. 13, p. 811256, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.811256.
- JI, S. et al. **Performance test and parameter optimization of Trichogramma delivery system**. Micromachines, v. 13, n. 11, p. 1996, 2022.
- KOGAN, M. **Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments**. Annual Review of Entomology, v. 43, p. 243–270, 1998.
- LORENZON, Giovanni. **Céu de brigadeiro para o concorrente do Embraer: Air Tractor já voa a jato sobre o agro de 2022**. Money Times, 30 jul. 2021. Disponível em:

<https://www.moneytimes.com.br/ceu-de-brigadeiro-para-o-concorrente-do-embraer-air-tractor-javoa-a-jato-sobre-o-agro-de-2022/>. Acesso em: 2 maio 2025.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Tecnologia de produção de sementes de soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 332 p. p. 14.

LO, P. L. et al. **Comparing deliveries of sterile codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) by two types of unmanned aerial systems and from the ground**. Journal of Economic Entomology, v. 114, n. 5, p. 1917–1926, 2021.

MAPA. **HISTÓRIA DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. GOVBR, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/historia-da-aviacao-agricola>. Acesso em: 18 abr. 2025.

MEDIUM CORPORATION. **Diferentes aplicações com drones para sua fazenda**. Disponível em: <https://medium.com/@bembrasagro/diferentes-29aplica%C3%A7%C3%B5es-com-drones-para-sua-fazenda-76f4ce1434fa>. Acesso em 26 de abr. 2025.

MENG, Y. H. et al. **Efeito da aplicação de adjuvante por pulverização aérea na eficiência de pequenos veículos aéreos não tripulados em pulgões do trigo**. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2018.

MERWE, D.; BURCHFIELD, D. R.; WITT, T. D.; PRICE, K. P.; SHARDA, A. **Chapter One – Drones in agriculture**. In: Advances in Agronomy, v. 162, p. 1–30, 2020. DOI: 10.1016/bs.agron.2020.03.001.

MITIDIERI, E. A.; FERREIRA, C. S. **Uso do drone na aplicação de diferentes inseticidas no controle da cigarrinha do milho Dalbulus maidis**. Agroveterinária, Varginha, MG, v. 6, n. 2, p. 51–63, 2024. Disponível em: <http://periodicos.unis.edu.br/index.php/agrovetsulminas>. Acesso em: 6 maio 2025.

NOGUEIRA, E. **Pulverização aérea de agrotóxico provoca danos persistentes, dizem especialistas**. Agência Brasil, 2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-07/pulverizacao-aerea-de-agrotoxico-provoca-danos-persistentes-dizem>. Acesso em: 29 abr. 2025.

RODRIGUES, A. V. **Aplicação de inseticida em volumes de calda baixos para controle da broca-do-café com uso de aeronave remotamente pilotada**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2024. Trabalho acadêmico. p. 40–64.

SANTANA JUNIOR, J. P. de et al. **Tecnologia de drones na agricultura: um estudo sobre a pulverização e suas aplicações**. Scientific Electronic Archives, v. 18, n. 1, jan./fev. 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/18120252022>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SINDAG. **Dados sobre a Aviação Agrícola**. Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola, c2024. Disponível em: <https://sindag.org.br/dados-sobre-a-aviacao-agricola/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

VIEIRA, H. F. **Um modelo multiobjetivo para controle biológico de pragas por meio de VANT: distribuição eficiente de cápsulas.** Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

WAINHOUSE, D. **Integrated pest management.** In: WAINHOUSE, D. **Ecological methods in forest pest management.** Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 248.

ZHANG, X. Q. et al. **Effects of spray parameters of drone on the droplet deposition in sugarcane canopy.** Sugar Tech, v. 22, p. 583–588, 2020