

## A UTILIZAÇÃO DE DRONES NO COMBATE A PRAGAS E DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

## THE USE OF DRONES IN COMBATING PESTS AND DISEASES IN SOYBEAN CULTIVATION

## EL USO DE DRONES EN LA LUCHA CONTRA LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA SOJA

 <https://doi.org/10.56238/rcsv15n11-008>

**Data de submissão:** 29/10/2025

**Data de aprovação:** 29/11/2025

**Bruno Luz de Barros**

Graduando em Agrocomputação

Instituição: Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - campus São Miguel do Guaporé  
E-mail: brunoluzdebarros18@gmail.com

**Nathan Wesley Santos Silva**

Mestrado em administração e contabilidade

Instituição: Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

E-mail: nathan.silva@ifro.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-7703-6286>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7793021899469657>

### RESUMO

A agricultura moderna enfrenta desafios constantes no combate a pragas e doenças, especialmente em culturas de importância econômica como a soja. Nesse contexto, o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones, tem se mostrado uma ferramenta promissora para o monitoramento e o manejo fitossanitário das lavouras. O presente trabalho tem como objetivo analisar as aplicações dos drones no combate a pragas e doenças na cultura da soja, destacando seus benefícios, limitações e perspectivas futuras. A metodologia adotada baseia-se em pesquisa bibliográfica qualitativa, exploratória e descritiva. Os resultados evidenciam que o uso de drones proporciona monitoramento mais preciso, redução no uso de insumos e aumento da produtividade. Entretanto, desafios como o custo dos equipamentos e a necessidade de capacitação técnica ainda limitam sua adoção em larga escala.

**Palavras-chave:** Drones. Agricultura de Precisão. Soja. Pragas. Doenças.

### ABSTRACT

Modern agriculture faces constant challenges in combating pests and diseases, especially in economically important crops such as soybeans. In this context, the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), commonly known as drones, has proven to be a promising tool for monitoring and managing crop health. This study aims to analyze the applications of drones in controlling pests and diseases in soybean cultivation, highlighting their benefits, limitations, and future prospects. The adopted methodology is based on qualitative, exploratory, and descriptive bibliographic research. The results show that the use of drones provides more precise monitoring, reduces the use of inputs, and increases productivity. However, challenges such as equipment costs and the need for technical training still limit their widespread adoption.

**Keywords:** Drones. Precision Agriculture. Soybean. Pests. Diseases.

## RESUMEN

La agricultura moderna se enfrenta a retos constantes en la lucha contra plagas y enfermedades, especialmente en cultivos de importancia económica como la soja. En este contexto, el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT), popularmente conocidos como drones, se ha revelado una herramienta prometedora para la supervisión y el manejo fitosanitario de los cultivos. El presente trabajo tiene como objetivo analizar las aplicaciones de los drones en la lucha contra plagas y enfermedades en el cultivo de la soja, destacando sus beneficios, limitaciones y perspectivas futuras. La metodología adoptada se basa en una investigación bibliográfica cualitativa, exploratoria y descriptiva. Los resultados evidencian que el uso de drones proporciona un monitoreo más preciso, una reducción en el uso de insumos y un aumento de la productividad. Sin embargo, desafíos como el costo de los equipos y la necesidad de capacitación técnica aún limitan su adopción a gran escala.

**Palabras clave:** Drones. Agricultura de Precisión. Soja. Plagas. Enfermedades.

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura moderna vive um momento de intensas transformações impulsionadas pela incorporação de tecnologias digitais, automação e sistemas inteligentes. No contexto brasileiro, a cultura da soja destaca-se como um dos pilares da economia agrícola, sendo cultivada em praticamente todas as regiões do país e responsável por expressiva participação nas exportações nacionais.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja, respondendo por mais de 35% da produção global. Essa relevância econômica e estratégica reforça a necessidade de aprimorar continuamente as práticas de manejo, garantindo altos níveis de produtividade e sustentabilidade ambiental. Entretanto, a cultura da soja enfrenta desafios recorrentes relacionados ao ataque de pragas e doenças, que comprometem significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos. Estimativas da Embrapa Soja apontam que as perdas podem ultrapassar 20% quando o controle fitossanitário é deficiente (ROGGIA; SOARES; ADEGAS, 2022).

Além disso, fatores climáticos e o uso inadequado de defensivos agrícolas agravam o problema, tornando indispensável a adoção de estratégias de monitoramento mais eficientes e sustentáveis. Nos últimos anos, o avanço das tecnologias de sensoriamento remoto e da agricultura de precisão tem proporcionado novas possibilidades de manejo.

Dentro desse contexto, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones, surgem como ferramentas revolucionárias para o monitoramento e o controle de pragas e doenças nas lavouras. Seu uso permite observar e registrar grandes áreas de cultivo em curto tempo, coletando dados com alto nível de detalhamento e precisão (GONÇALVES; CAVICHIOLI, 2021).

Martins et al. (2025) destacam que drones equipados com câmeras multiespectrais possibilitam identificar alterações fisiológicas nas plantas antes que sejam visíveis a olho nu, o que torna possível a detecção precoce de estresses causados por pragas, doenças ou deficiências nutricionais.

Essa capacidade de diagnóstico antecipado representa um avanço fundamental para o manejo fitossanitário, permitindo ações pontuais e reduzindo o uso excessivo de defensivos químicos. Além de sua aplicação no monitoramento, os drones também desempenham papel crescente na pulverização aérea localizada, promovendo o uso racional de insumos e contribuindo para a sustentabilidade da produção. Conforme Soares e Schröder (2025), a integração dos VANTs a sistemas digitais e geoespaciais insere-se no conceito de agricultura de precisão, que busca unir eficiência produtiva, economia de recursos e preservação ambiental.

Nesse cenário, a adoção de drones na agricultura representa não apenas uma tendência tecnológica, mas uma resposta concreta às demandas de um setor cada vez mais exigente em produtividade, sustentabilidade e segurança alimentar.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a utilização de drones no combate a pragas e doenças na cultura da soja, discutindo seus benefícios, desafios e perspectivas futuras no contexto da agricultura brasileira. Pretende-se, ainda, evidenciar como essa tecnologia contribui para a modernização do campo e para a consolidação da agricultura de precisão como ferramenta essencial na gestão agrícola do século XXI.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO E O PAPEL DA TECNOLOGIA

A agricultura de precisão representa um dos maiores avanços tecnológicos do setor agropecuário nas últimas décadas. Esse conceito baseia-se na aplicação de tecnologias que permitem monitorar, analisar e gerenciar a variabilidade espacial e temporal das lavouras, buscando otimizar o uso de insumos e maximizar a produtividade (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2019).

Com o uso de sensores, sistemas de posicionamento global (GPS), imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento, é possível compreender de forma detalhada as condições de cada talhão, promovendo decisões mais assertivas sobre adubação, irrigação, controle de pragas e colheita. Assim, o agricultor deixa de adotar práticas homogêneas e passa a manejar sua área com base em dados específicos, aumentando a eficiência produtiva e reduzindo impactos ambientais.

Nesse contexto, os drones agrícolas destacam-se como instrumentos de grande valor, por aliarem mobilidade, precisão e baixo custo operacional. Essas aeronaves permitem capturar imagens de alta resolução e em diferentes espectros de luz, possibilitando o cálculo de índices de vegetação, como NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e NDRE (Normalized Difference Red Edge), que revelam o estado de vigor das plantas. De posse dessas informações, o agricultor pode identificar áreas com deficiência nutricional, estresse hídrico ou ataque de pragas e doenças, orientando o manejo localizado.

Além disso, conforme Gonçalves e Cavichioli (2021), os drones se integram a softwares de mapeamento e plataformas digitais, tornando-se ferramentas indispensáveis no processo de digitalização do campo. Essa transformação faz parte da chamada Agricultura 4.0, que combina sensores inteligentes, inteligência artificial, big data e internet das coisas (IoT) para criar um sistema agrícola mais eficiente, sustentável e conectado.

## 2.2 FUNCIONAMENTO DOS DRONES AGRÍCOLAS

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), também chamados de drones, são dispositivos capazes de voar sem a necessidade de um piloto a bordo, sendo controlados remotamente ou de forma autônoma por meio de softwares de navegação. Segundo Santana Júnior et al. (2022), os drones agrícolas podem ser divididos em dois tipos principais:

- Drones de asas fixas, que possuem maior autonomia de voo e são indicados para áreas extensas;
- Drones de asas rotativas (multirrotores), mais versáteis e adequados para propriedades de menor porte ou que exigem manobras precisas, como decolagem e pouso vertical.

Os modelos agrícolas podem ser equipados com câmeras RGB, multiespectrais e térmicas, além de sensores LIDAR e sistemas GPS. As câmeras multiespectrais, em especial, são essenciais na detecção de alterações fisiológicas invisíveis ao olho humano, pois capturam informações em faixas de luz que indicam variações na saúde vegetal. Já as câmeras térmicas são úteis para o monitoramento do estresse hídrico e da temperatura do dossel das plantas, auxiliando na gestão da irrigação.

O processamento das imagens obtidas pelos drones é feito em softwares específicos, que geram mapas georreferenciados e relatórios analíticos sobre o estado da lavoura. Esses mapas permitem ao agricultor planejar ações localizadas, aplicando defensivos, fertilizantes ou correções apenas nas áreas que realmente necessitam de intervenção prática conhecida como manejo localizado.

## 2.3 APLICAÇÕES DOS DRONES NO MONITORAMENTO FITOSSANITÁRIO

O monitoramento fitossanitário por drones tem se mostrado uma das aplicações mais promissoras da agricultura moderna. De acordo com Silva et al. (2023), o sensoriamento remoto permite a detecção precoce de anomalias, como o ataque de insetos ou o surgimento de doenças fúngicas, antes que os sintomas se tornem visíveis em campo. Essa antecipação permite respostas mais rápidas e eficazes, reduzindo prejuízos e otimizando o uso de defensivos.

As imagens obtidas pelos drones são processadas por softwares de análise espectral que medem variações na refletância das folhas. Quando há desequilíbrio fisiológico como diminuição da clorofila ou alterações no teor de água, esses índices mudam, indicando possíveis problemas na lavoura.

A integração dessas informações com sistemas de georreferenciamento (GIS) possibilita a criação de mapas de calor e zonas de manejo, direcionando o controle fitossanitário de forma precisa. Essa abordagem reduz custos e contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental, ao evitar o uso excessivo de defensivos e minimizar a contaminação do solo e dos recursos hídricos.

## 2.4 PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS COM DRONES

Além do monitoramento, os drones também vêm sendo empregados na pulverização aérea localizada, uma inovação que tem transformado as práticas de controle de pragas e doenças. Segundo estudos da Embrapa (2024), essa tecnologia pode reduzir em até 30% o consumo de defensivos agrícolas, além de diminuir o risco de exposição humana a produtos químicos. Os drones pulverizadores são equipados com tanques pressurizados e bicos de aspersão controlados eletronicamente, garantindo uniformidade na aplicação e evitando sobreposição de áreas tratadas.

Eles também podem operar em locais de difícil acesso, como terrenos alagados, encostas ou regiões onde tratores poderiam compactar o solo. De acordo com Santana Júnior et al. (2022), o uso desses equipamentos é especialmente vantajoso em pequenas propriedades e na agricultura familiar, pois reduz custos operacionais e possibilita um manejo mais sustentável e tecnificado. Assim, os drones consolidam-se como ferramentas indispensáveis para o avanço da agricultura de precisão e para o enfrentamento dos desafios fitossanitários da soja no Brasil.

## 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica. Segundo Gil (2019), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema estudado, permitindo a formulação de hipóteses e a ampliação do conhecimento sobre determinado fenômeno. Já a pesquisa descritiva busca observar, registrar e interpretar fatos de forma sistemática, sem interferência direta do pesquisador.

O levantamento bibliográfico foi realizado entre os meses de agosto e outubro de 2025, utilizando as bases de dados Scielo, Google Scholar, CAPES Periódicos e Embrapa, abrangendo publicações no período de 2015 a 2025. Foram selecionados artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos que abordam temas relacionados ao uso de drones na agricultura, agricultura de precisão, sensoriamento remoto e controle fitossanitário da soja.

Foi excluído publicações sem relação direta com pragas e doenças na soja, estudos com foco exclusivo em outras culturas agrícolas e trabalhos sem metodologia clara ou sem resultados verificáveis.

Para garantir a relevância e atualidade das informações, priorizaram-se estudos de instituições de referência, como Embrapa Soja, CONAB e revistas especializadas em tecnologia agrícola. Além disso, foram consultadas as normas e regulamentações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), com o objetivo de compreender os aspectos legais e operacionais do uso de VANTs no espaço aéreo brasileiro.

Os dados coletados foram organizados em categorias temáticas para facilitar a análise e discussão:

- a) sensoriamento remoto e monitoramento aéreo;
- b) pulverização localizada e controle fitossanitário;
- c) benefícios econômicos e ambientais;
- d) desafios e perspectivas futuras.

A análise qualitativa das informações permitiu identificar padrões, benefícios e limitações da adoção de drones na cultura da soja, contribuindo para a formulação de conclusões sobre seu papel no combate a pragas e doenças, bem como sua importância na transição para uma agricultura mais sustentável e tecnológica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na revisão bibliográfica indicam que o uso de drones na cultura da soja apresenta vantagens expressivas em relação aos métodos convencionais de monitoramento e controle fitossanitário. A literatura analisada demonstra que essas tecnologias têm contribuído significativamente para o aumento da eficiência produtiva, redução de custos operacionais e minimização dos impactos ambientais associados ao uso excessivo de defensivos.

### 4.1 MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO RÁPIDO

Um dos principais benefícios observados refere-se à capacidade dos drones em realizar o monitoramento aéreo detalhado das lavouras, permitindo identificar precocemente sinais de estresse vegetal e focos de pragas e doenças. Castaldo (2023) destaca que drones equipados com sensores multiespectrais podem detectar alterações fisiológicas das plantas por meio da análise dos índices de vegetação, possibilitando o mapeamento de áreas críticas com alta precisão.

Gonçalves e Cavichioli (2021) reforçam que essa abordagem agiliza a tomada de decisão, permitindo intervenções rápidas e direcionadas, o que reduz perdas de produtividade e otimiza o uso de defensivos. Além disso, o monitoramento automatizado por drones diminui a necessidade de inspeções manuais em campo, tornando o processo mais seguro e eficiente, especialmente em grandes propriedades.

### 4.2 PULVERIZAÇÃO SELETIVA E SUSTENTABILIDADE

Outro resultado relevante identificado na literatura refere-se à aplicação de drones na pulverização aérea localizada, que vem se consolidando como uma alternativa sustentável aos métodos

convencionais. Estudos de Roggia, Soares e Adegas (2022) demonstram que a pulverização seletiva com drones permite reduzir em até 30% o consumo de defensivos agrícolas, uma vez que o produto é aplicado apenas nas áreas que realmente demandam tratamento.

Essa prática contribui diretamente para a sustentabilidade ambiental, ao diminuir a contaminação de solos, corpos d'água e organismos não-alvo. Além disso, a utilização de drones em áreas de difícil acesso como regiões alagadas ou de declive acentuado

evita a compactação do solo causada por tratores e pulverizadores terrestres, preservando a estrutura física e a fertilidade do terreno.

A eficiência dessa tecnologia também está relacionada à precisão dos sistemas de navegação e à uniformidade de aplicação, que garantem melhor cobertura e dosagem adequada, reduzindo desperdícios e riscos à saúde humana.

#### 4.3 DESAFIOS E BARREIRAS TECNOLÓGICAS

Apesar dos avanços, a literatura aponta que ainda existem barreiras significativas para a adoção ampla dos drones agrícolas. Santana Júnior et al. (2022) observam que o custo inicial elevado dos equipamentos e a necessidade de capacitação técnica dos operadores são entraves importantes, principalmente entre pequenos e médios produtores.

Outro obstáculo é a regulamentação vigente da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que impõe restrições de voo e exige certificações específicas para o uso profissional dos VANTs, o que pode limitar sua utilização em determinadas regiões. Além disso, a falta de infraestrutura digital no meio rural como conectividade e acesso a softwares de análise também dificulta a integração total dos drones a sistemas de agricultura de precisão.

Esses fatores evidenciam que, embora a tecnologia esteja amplamente disponível, sua implementação depende de políticas públicas de incentivo, treinamento especializado e investimentos em pesquisa e inovação.

#### 4.4 PERSPECTIVAS FUTURAS

As perspectivas para o uso de drones na agricultura são amplamente positivas e apontam para uma integração cada vez maior com outras tecnologias emergentes. Roggia et al. (2022) destacam que o futuro da agricultura de precisão está na combinação entre drones, inteligência artificial (IA) e big data, permitindo análises automatizadas e preditivas sobre o estado das lavouras.

Com a incorporação da Internet das Coisas (IoT) e de sistemas de automação, torna-se possível estabelecer redes integradas de monitoramento agrícola, nas quais os drones operam de forma coordenada com sensores de solo e estações meteorológicas. Essa integração poderá proporcionar

diagnósticos em tempo real, recomendando ou executando aplicações de insumos de maneira totalmente automatizada.

Portanto, a consolidação dos drones como ferramenta essencial na cultura da soja depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também de uma mudança de paradigma na gestão agrícola, voltada à inovação, sustentabilidade e uso inteligente de dados.

Essas perspectivas reforçam a importância de investimentos contínuos em pesquisa e capacitação técnica, fundamentais para ampliar o acesso à tecnologia e consolidar a agricultura digital no Brasil.

#### 4.5 VANTAGENS E DESAFIOS DO USO DE DRONES NA CULTURA DA SOJA

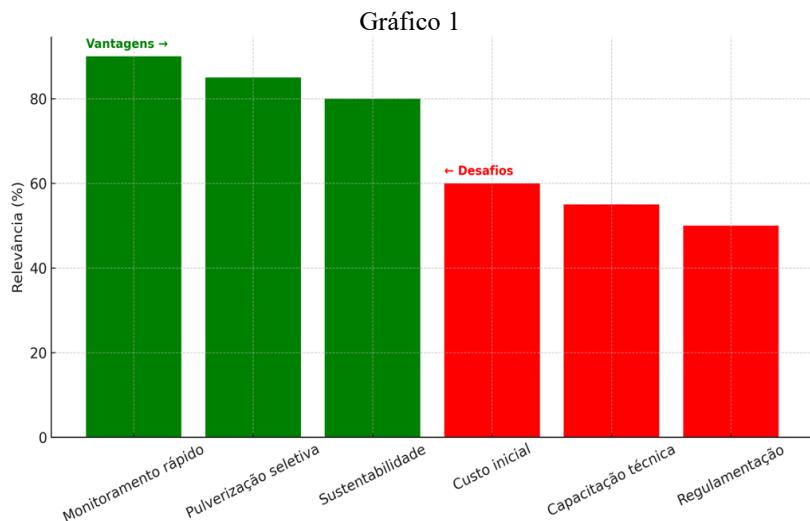
Esta seção apresenta uma análise estruturada sobre os principais benefícios e limitações observados no uso de drones na cultura da soja. A literatura consultada destaca ganhos em monitoramento, precisão e sustentabilidade, mas também aponta barreiras de custo, capacitação e infraestrutura digital.

#### 4.6 VANTAGENS:

- Redução de até 30% no uso de defensivos na pulverização seletiva (Roggia et al., 2022).
- Detecção precoce de pragas por sensores multiespectrais.
- Menor compactação do solo em relação a maquinário tradicional.
- Monitoramento rápido de grandes áreas até 120 ha/h em modelos de asa fixa.

#### 4.7 DESAFIOS:

- Alto custo inicial dos drones agrícolas.
- Necessidade de capacitação técnica para operação e análise dos dados.
- Limitações regulatórias impostas pela ANAC.
- Problemas de conectividade no campo que prejudicam análise em tempo real.



Fonte: Elaboração própria (2025), com base em Castaldo (2023); Gonçalves e Cavichioli (2021); Roggia, Soares e Adegas (2022); Santana Júnior et al. (2022).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de drones no combate a pragas e doenças na cultura da soja demonstra grande potencial para modernizar o manejo agrícola, tornando-o mais eficiente, sustentável e preciso. A revisão realizada mostrou que essas tecnologias permitem maior agilidade no monitoramento das lavouras, aplicação mais racional de insumos e melhor tomada de decisão por parte dos produtores.

O estudo contribui ao sintetizar o estado atual do uso de drones na soja, destacando suas vantagens operacionais e ambientais. As principais lacunas de pesquisa identificadas incluem: falta de estudos de longo prazo sobre impacto econômico acumulado, baixa quantidade de pesquisas integrando IA + drones + IoT aplicadas especificamente à soja e pouca disponibilidade de dados padronizados sobre eficácia comparativa entre diferentes modelos de drones.

Recomendo que estudos futuros explorem a integração total entre plataformas digitais e VANTs, modelos preditivos baseados em IA para antecipação de surtos de pragas e avaliações econômicas detalhadas comparando sistemas convencionais e sistemas baseados em drones.

Apesar dos benefícios, ainda persistem desafios importantes, como o custo inicial dos equipamentos, a necessidade de capacitação profissional e as limitações impostas pela regulamentação vigente. Esses fatores explicam a adoção desigual da tecnologia entre diferentes perfis de produtores.

Com os avanços esperados na integração dos drones com sistemas de inteligência artificial, big data e Internet das Coisas, a tendência é que seu uso se torne cada vez mais automatizado e acessível. Assim, os VANTs consolidam-se como ferramentas estratégicas na transição para uma agricultura mais digital, sustentável e eficiente, contribuindo para o aprimoramento contínuo do manejo fitossanitário da soja.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), aos professores e colegas que contribuíram para a realização deste trabalho, e em especial ao professor Nathan, pela orientação e apoio durante o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- CASTALDO, G. *Drones na agricultura: monitoramento de pragas e otimização do manejo agrícola.* Revista Brasileira de Tecnologias Agrícolas, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 45-59, 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2023/2024.* Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2025.
- GIL, ANTONIO CARLOS. *Métodos e técnicas de pesquisa social.* 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GONÇALVES, D. R.; CAVICHIOLI, J. C. *Uso de drones no monitoramento de lavouras de soja.* Revista de Engenharia Agrícola, Piracicaba, v. 41, n. 3, p. 322-334, 2021.
- MARTINS, L. P. et al. Aplicações de câmeras multiespectrais em drones para detecção de estresses vegetais na soja. Revista AgroTech, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 101-118, 2025.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. *Agricultura de precisão.* 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- ROGGIA, S.; SOARES, D. J.; ADEGAS, F. S. *Avanços no controle de pragas e doenças na soja com uso de drones e tecnologias digitais.* Londrina: Embrapa Soja, 2022. (Circular Técnica, 150).
- SANTANA JÚNIOR, R. A. et al. *Desafios e perspectivas do uso de drones agrícolas no Brasil.* Revista Brasileira de Inovação e Tecnologia Agropecuária, Brasília, v. 4, n. 1, p. 77-90, 2022.
- SILVA, J. F.; MORAES, T. R.; PEREIRA, E. A. *Sensoriamento remoto aplicado à detecção precoce de pragas em lavouras de soja.* Revista Ciência e Tecnologia no Campo, Uberlândia, v. 6, n. 2, p. 55-69, 2023.
- SOARES, D. J.; SCHRÖDER, A. L. *Integração de drones e sistemas digitais na agricultura de precisão.* Revista Brasileira de Geotecnologias Agrícolas, Londrina, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2025.