

Artigo

Desafios tecnológicos na agricultura: uso de drones agrícolas no controle biológico de insetos e pragas

Technological challenges in agriculture: use of agricultural drones without biological control of insects and practices

Silvio Ysland Freitas da Silva¹, Jussara Silva Dantas², Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira² & Patrícia Carneiro Souto³

¹Mestrando-Programa de Pós-Graduação em Gestão e Sistemas Agroindustriais, UFCG, campus Pombal. E-mail: silvioysland@hotmail.com

²Professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Sistemas Agroindustriais, UFCG, campus Pombal. E-mail: jussara.silva@professor.ufcg.edu.br e virginia.fatima@professor.ufcg.edu.br;

³Professora da Universidade Federal de Campina Grande, campus Patos, Paraíba. E-mail: pcarneirosouto@yahoo.com.br.

Resumo: A tecnologia tem sido uma presença constante e crescente na sociedade, trazendo benefícios e facilidades para a vida humana, principalmente na agricultura de precisão que tem um papel fundamental em proporcionar as práticas agrícolas, facilitando cada dia o trabalho do produtor rural. Desta forma, a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado agrícola é uma realidade. Isso acontece mediante o acesso a novas tecnológicas, a agricultura de precisão. Os drones são utilizados devido a contribuição que o mesmo traz nas tomadas de decisões. Sendo, seu uso regulamentado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) através da portaria N°298, de 22 de setembro de 2021. A agricultura de precisão pode ser caracterizada como sendo um modelo de gestão que visa a otimização da produção agrícola, a sustentabilidade do agronegócio e a produtividade, ou seja, é um conceito de manejo das áreas agrícolas através de tecnologias modernas. Utilizar drones na pulverização é uma alternativa que tem contribuído de forma primordial na precisão operacional oferecendo uma série de benefícios e vantagens, contribuindo para o aprimoramento e a eficiência das práticas agrícolas. A metodologia empregada é caracterizada por meio de uma revisão bibliográfica, usando o método prisma. Conclui-se, que, ao fazer uso dos drones na agricultura, é possível detectar pragas e doenças, falhas e excesso ou falta de mecanismo eficaz de irrigação, o que tem melhorado a demarcação ou manejo do plantio, advindos das imagens capturadas pelos drones, para uma agricultura eficiente.

Palavras-chave: Veículo Aéreo Não Tripulado. Tecnologia na agricultura. Agricultura de Precisão.

Abstract: Technology has been a constant and growing presence in society, bringing benefits and conveniences to human life, especially in precision agriculture, which plays a fundamental role in facilitating agricultural practices and facilitating the daily work of rural producers. Thus, the use of agricultural Unmanned Aerial Vehicles is a reality. This is happening through access to new technologies, precision agriculture. Drones are used for their contribution to decision-making. Its use is regulated by MAPA (Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply) through Ordinance No. 298 of September 22, 2021. Precision agriculture can be characterized as a management model that aims to optimize agricultural production, agribusiness sustainability, and productivity. It is a concept for managing agricultural areas through modern technologies. Using drones for spraying is an alternative that has contributed significantly to operational precision, offering a series of benefits and advantages, contributing to the improvement and efficiency of agricultural practices. The methodology employed is characterized by means of a bibliographic review, using the prism method. It is concluded that the use of drones in agriculture allows for the detection of pests and diseases, failures, and excess or lack of effective irrigation. This has improved crop demarcation and management, resulting from the images captured by drones, for efficient agriculture.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle. Technology in agriculture. Precision Agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A cada dia a utilização de tecnologias nos mais diversos segmentos da sociedade, evoluindo seus resultados e, aumentando o melhoramento de sua qualidade. Com a agricultura não poderia ser diferente, isto é, os produtores rurais brasileiros, estão buscando a inserção da era tecnológica no seu cotidiano, sobretudo nos últimos 20 anos, o rendimento dos grãos do Brasil dobrou, representando o poder do setor agrícola brasileiro mediante a adaptação e ao uso constante de ferramentas inovadoras (Lima; Barbosa, 2021).

Por ser o Brasil um grande produtor de grãos e alimentos do planeta e de acordo com Simon *et al.* (2022), os agrotóxicos ou defensivos agrícolas são produtos químicos utilizados para controlar pragas e doenças em plantas, visando aumento de produtividade e qualidade de produtos. Contudo, o aumento da frequência no uso, do modo de aplicação, das

condições climáticas e de características bióticas e abióticas podem definir o impacto que estes causam na saúde e no meio ambiente.

É importante frisar sobre a utilização de novas tecnologias que resultam em boas práticas para se chegar ao que se pode denominar de Agricultura de Precisão (AP), por estimular o melhoramento dos sistemas produtivos, e assim, otimizar recursos e mitigar efeitos no ambiente de sua aplicação, conforme discorre Oliveira *et al.*, (2020). Utilizar em resultados mais novos

O desenvolvimento dos drones surgiu como importante ferramenta da AP. Entretanto, existem poucas informações na literatura sobre o uso prático de imagens provenientes de drone e de índices de vegetação simples, como ferramenta de ajuste de manejo, com o objetivo de aumentar a produtividade e também reduzir custos de produção (DE Souza *et al.*, 2019)

A tecnologia é marcante na sociedade, com a participação em inúmeros setores, resultando em benefícios para o desenvolvimento da vida e, não sendo diferente, com a agricultura, é essencial para o melhoramento da agricultura de precisão que tem um papel fundamental em proporcionar as práticas agrícolas, facilitando cada dia mais o trabalho do produtor rural. Agricultura de Precisão (AP) é um conjunto de técnicas de apoio à agricultura na qual se utiliza de tecnologia de informação, sensores, mapas, baseando-se no princípio da variabilidade da planta frente ao solo, clima e práticas agrícolas (EMBRAPA, 2020).

Desta forma, a utilização de drones agrícolas é uma realidade. Isso acontece mediante o acesso a novas tecnológicas, a agricultura de precisão, que segundo Oliveira *et al.*, (2020) é definida por um conjunto de técnicas que permitem fazer um cultivo localizado, prevendo otimização de insumos, associada a agricultura 4.0, em razão da sua precisão com a aplicação no ambiente correto, reduzindo tempo e minimizando custos.

Neste sentido, compreender-se que os drones, denominados de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), é resultado de uma grande associação de tecnologias para a implantação de processo de modernidade na agricultura e seus avanços na era tecnológica, oferecendo uma série de benefícios e vantagens, contribuindo para o aprimoramento e a eficiência das práticas agrícolas. Os drones representam uma tecnologia de extrema relevância para a agricultura.

Sua capacidade de coletar dados em alta resolução e de forma ágil, aliada à perspectiva aérea que oferecem, possibilita a coleta de informações detalhadas sobre as condições das culturas, identificação precoce de problemas como pragas e doenças, avaliação do desenvolvimento das plantações e a aplicação precisa de insumos agrícolas. Essa tecnologia desempenha um papel fundamental na busca por práticas mais eficientes e sustentáveis na produção de alimentos, promovendo o aumento da produtividade e a redução dos impactos ambientais.

Analisar os avanços da agricultura a partir do uso de drones agrícolas no controle biológico de insetos e pragas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agricultura de Precisão (AP)

Com a utilização de novas tecnologias, juntamente com boas práticas de cultivo, a Agricultura de Precisão (AP) tem propiciado o melhoramento dos sistemas produtivos na agricultura, otimizando recursos e mitigando efeitos no ambiente (Oliveira *et al.*, 2020).

A agricultura de precisão para a ser caracterizada como sendo um modelo de gestão que visa a otimização da produção agrícola, a sustentabilidade do agronegócio e a produtividade, ou seja, é um conceito de manejo das áreas agrícolas através de tecnologias modernas. Ele permite uma maior eficiência das atividades, permitindo uma maior produtividade, reduzindo os custos (Bernardi *et al.*, 2019).

Figura 1:Drones na agricultura de precisão.



Fonte:Soares (2025).

Segundo Santos; Carvalho (2022), essa tecnologia tem possibilitado o uso da agricultura de precisão, na qual as intervenções agrícolas são feitas de maneira localizada e personalizada para atender às necessidades específicas de cada área do cultivo, resultando em uma utilização mais racional de recursos como água, fertilizantes e defensivos.

Para Senar (2019), com este modelo, tem-se a apresentação de grandes desafios considerando os conhecimentos e tecnologias antes utilizados, que não levavam em conta as variabilidades agora identificadas nos fatores de produção. Para que se possa viabilizar o gerenciamento preciso das áreas agrícolas, é necessário a utilização de tecnologias amplamente difundidas até as que ainda carecem de aplicação na prática.

Compreende-se que, a conceituação de Agricultura de Precisão nada mais é do que os procedimentos formados por tecnologias, aplicados em lavouras, enriquecendo o sistema de produção, para otimizar eficiência nos recursos de produção, minimizando efeitos indesejáveis e nocividade ao meio ambiente, e, estimulando ao aumento de produção, sobretudo por meio do gerenciamento de variáveis de produção, conforme apresentado por Saraiva (2014).

Na agricultura de precisão, quando se faz adoção de práticas de manejo que levem em conta a diversidade das condições edafoclimáticas em uma área agrícola, é possível proporcionar às culturas a expressão do potencial genético de maneira mais abrangente, não apenas em algumas áreas de plantação onde as condições são mais favoráveis, mas em toda área de cultivo. No entanto, as ferramentas disponibilizadas pela agricultura de precisão são direcionadas a atender as demandas e situações específicas dos agricultores, podendo ser utilizadas em combinação ou individualmente. São otimistas as perspectivas da agricultura de precisão na obtenção de resultados, já que cada vez mais os fatores que influenciam a variabilidade das áreas agrícolas são mapeados e compreendidos (Nunes, 2012).

Oliveira *et al.* (2020) afirmam que o desenvolvimento de drones surgiu como importante opção na AP. A aplicação de drones em áreas agrícolas e em missões de reconhecimento vem sendo facilitada por meio do desenvolvimento tecnológico, além de apresentarem menor custo quando comparado a outros equipamentos, não necessitam de tripulação e pela necessidade de otimização da produção.

O sistema de mapeamento se destaca como uma ferramenta essencial na identificação e controle de plantas daninhas, resultando na diminuição dos custos com herbicidas e na mitigação do impacto ambiental. Torna-se uma alternativa efetiva e de interesse dos produtores, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis. Outro aspecto que impacta positivamente a utilização de drones na agricultura é a redução do amassamento de plantas, contribuindo para a diminuição de perdas e o aumento da lucratividade nas lavouras (Cruvinel; Karam, 2023).

Ferraz *et al.* (2022) complementam afirmando que a AP é um sistema de gestão do manejo, possibilitando monitoramento de fatores de produção, como germinação de sementes, detecção de falhas de plantio, contagem de plantas, altura de plantas, índice de clorofila, emissão dos estímulos, estresse hídrico, detecção de pragas e doenças, deficiência de nutrientes, entre outros.

Em conformidade com o pensamento de Bassoi *et al.* (2019) afirmam-se que AP é uma técnica de manejo que considera a viabilidade espacial e permite aplicação específica de insumos, como fertilizantes, corretivos, pesticidas, sementes, água etc. A AP permite uma utilização mais racional dos insumos, no momento, local e quantidades corretas, permitindo potenciais benefícios ambientais e econômicos. A AP é um sistema de manejo e gestão da produção altamente dependente de dados e informações de campo, georreferenciados, digitalizados e de alto fluxo, fornecendo base e estrutura para a conexão do sistema agropecuário ao mundo digital.

Para Campo (2014) é primordial argumentar que a agricultura de precisão é composta por técnicas de processos que possibilitam conhecer e controlar geograficamente a lavoura, que possui áreas de diferentes índices de produção, onde essas passam a ser monitoradas por meio do auxílio da tecnologia da informação, programações características para certas situações, como o uso de sensores, controladores de máquinas e sistema de posicionamento global.

Conforme estudo realizado por Antuniassi (2013) a agricultura de precisão pode ser conceituada como sendo uma tecnologia moderna voltada para o manejo do solo, dos insumos e também das culturas, de forma adequada, levando em consideração as variações espaciais e temporais dos fatores que podem comprometer a produtividade.

Para Brasil (2015) busca-se em promover o desenvolvimento de forma sustentável e a competitividade do agronegócio em benefício da sociedade brasileira, abrange todas as ações da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, que criou um ambiente mais favorável e inovador para que então houvesse o fomento da AP. No ano de 2007, o setor produtivo e a academia, perante liderança do Mapa, uniram seus esforços e criaram o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão.

2.2 Utilidade do Drone na agricultura

Por pertencer à revolução tecnológica 4.0, a utilização do drone na agricultura é algo muito eficiente e constante, desde as grandes propriedades até aquelas de menor porte, conforme apresentado por Clercq *et al.* (2018).

Possibilitando novas estratégias, a agricultura de precisão vem obtendo maior espaço e cada vez mais tem se tornado algo indispensável para a realização de um plantio saudável e com melhores resultados. Trata-se da utilização da tecnologia no campo, visando um melhor desempenho, contribuindo para um aumento na produtividade e uma apuração de resultados mais precisos. A implementação das técnicas de agricultura de precisão influencia diversos fatores na produção da cultura como diminuição do uso de insumos, redução dos custos de operação no campo, facilitação da tomada de decisão e conservação do meio ambiente (Sabará, 2018).

Segundo Giraldeli (2019), a tecnologia que se faz presente nos drones, permite que seu georreferenciamento dentro das lavouras seja exato. Sendo assim, a aplicação dos defensivos ocorre de forma exata, ou seja, nas quantidades

certas e no momento correto para que se tenha um maior controle da praga. Nesse caso, o uso dos drones permite ainda o acesso e a realização de aplicação em locais mais difíceis de serem acessados, onde o trator ou o pulverizador autopropelido não conseguiriam chegar.

Atualmente, os drones estão presentes no mercado, acompanhando a evolução da tecnologia com recursos cada vez mais avançados. Os produtores utilizam os drones como uma forma de tornar a agricultura mais sustentável e precisa, obtendo resultados ainda mais satisfatórios. Com o uso de sensores e câmeras, os drones podem coletar informações de áreas de difícil acesso ou perigosas para os seres humanos facilitando e melhorando o conhecimento transformando a logística sustentável (Giraldeli, 2019).

De tal forma, é importante frisar que o uso de drones ou VANT's adaptados à realidade da agricultura e pecuária, mostra-se como grande avanço, ao possibilitar monitoramento e ações através de imagens de alta resolução e com localização precisa, sem a necessidade da presença de um humano no local. Existem diversas utilidades para os drones na agricultura e pecuária, sendo uma delas o monitoramento da lavoura, utilizando imagens de alta resolução a fim de encontrar falhas no plantio, sanidade da lavoura, infestação de pragas, problemas envolvendo irrigação etc (Villafuerte *et al.*, 2018).

Assim, conforme pensamento de Luchetti (2019), tem-se algumas funções de drones na agricultura, dos quais tem um papel fundamental na agricultura 4.0. São elas:

☐ Análise da plantação: detecção de doenças e pragas, falhas no plantio. Por meio de um software, é possível fazer análise das imagens capturadas.

☐ Pulverização: compreendida por fazer uso de agroquímicos é um dos principais fatores para utilização de quem busca altos patamares produtivos e um bom retorno socioeconômico, sendo a aplicação mais eficiente, mais localizada, economizando recursos. Nessa conformação há a possibilidade da utilização de produtos e agentes biológicos, tornando essa função ainda mais inovadora e importante no agronegócio atual.

Segundo estudos realizados por Alarcão (2023), quando se utiliza os drones na agricultura, tem-se as seguintes vantagens: monitoramento, imagens detalhadas e precisas; e gestão de culturas. Esses fatores são essenciais devido a capacidade de sobrevoar áreas extensas em tempo reduzido e obter imagens detalhadas e precisas, os drones permitem aos agricultores uma visão abrangente do estado das lavouras, identificação de problemas como doenças, pragas, estresse hídrico e nutrientes, além de fornecer informações para o planejamento da colheita.

Neste sentido, conforme apresentado por Luchetti (2019), em uma agricultura que exige cada vez mais tecnologia no campo para buscar inovação, conectividade e a partir disso um aumento de produtividade conciliada a tecnificação, as vantagens da utilização dos drones vem a calhar de maneira precisa, como: o menor custo, a rapidez, a eficiência, a qualidade de aplicações, a possibilidade de aplicações localizadas.

Uma outra alternativa para a utilização do drone é o monitoramento da plantação, isto é, conforme discorre Frachini *et al.* (2018), ao fazer uso do drone, tem-se a facilidade na hora de identificar quais são as falhas no plantio, permitindo que o produtor resolva essa imperfeição no seu plantio e adote estratégias de replantio, ajuda definir o número de mudas que devem ser plantadas e em quais áreas esse replantio deve ocorrer, evitando que o agricultor evite a queda da produtividade da safra provocada por essas falhas. Permitindo a decisão sobre estratégias de replantio, definindo o número de mudas que devem ser plantadas e em quais áreas esse replantio deve ocorrer evitando a queda da produtividade da safra provocada por essas falhas.

Nessa perspectiva, Clercq *et al.*, (2018), apresenta as diversas formas de utilização do drone na agricultura e começa frisando o monitoramento por drones permite um melhor controle do plantio, garantindo altas produtividades, e ainda a sua inserção em desempenhar atividades em curto espaço de tempo, se comparados com outros métodos como aviões e satélites. E ainda discorre sobre a questão do baixo investimento em relação dos demais mecanismos aéreos.

Nascimento (2020) explica ainda que um outro erro muito comum é o de acreditar que operar drones consiste em uma atividade fácil. Ao contrário disso, é necessário que se tenha conhecimento básico de georreferenciamento, topografia, sistemas web, entre várias outras atribuições. Sendo assim, a equipe que vai realizar essa atividade deve passar por um treinamento oferecido pelo responsável técnico da empresa ou de terceiros que sejam devidamente capacitados.

2.3 Principais características dos Drones

Os drones são utilizados na agricultura de precisão devido a contribuição que o mesmo traz nas tomadas de decisões. A sua facilidade de manuseio, permite capturas de imagens mais próximas da lavoura, resultando em uma avaliação mais eficiente. Seu uso no campo tem promovido informações mais rápidas e precisas, através de imagens e sensores que permitem identificar falhas na plantação, na saúde da planta, na demanda por água, bem como identificação de pragas, auxiliando assim o uso correto de agrotóxicos (Sabará, 2018).

Pode-se argumentar que, conforme apresentado por Mello (2023), o aumento da utilização de drones na agricultura está diretamente relacionado com o custo operacional do equipamento, visto ser cerca de 602% mais barato que qualquer avião agrícola, e ainda que, sua função de monitoramento de lavouras, promoção de sustentabilidade e aplicação de insumos, que por sua vez, há uma tendência exponencial nessa categoria para aplicação de produtos biológicos nas lavouras, seja para controle de pragas ou doenças.

Figura 2 - Drones, denominados de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).



Fonte: Canal rural (2024).

Castro (2019) caracteriza o Drone como sendo um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), que, segundo sua terminologia oficial utilizada para descrever uma aeronave projetada para operar sem piloto a bordo com fins profissionais e que seja apta a transportar cargas, diferente dos drones, que podem ser utilizados ainda para recreação, fotografias e vídeos sem propósitos especificamente profissionais. Ou seja, todo drone é um VANT, mas nem todo VANT pode ser chamado de drone.

Os primeiros drones surgiram (em meados do século XIX) e funcionavam como aeronaves de inspeção, ou seja, eram instrumento estratégico de espionagem dos EUA durante a guerra fria. Na década de 1990, os drones começaram a transportar armas e, no início do século XX, passaram a ser utilizados na guerra como armas de combate (Araújo, 2018).

Os drones são instrumentos geoecológicos utilizados para facilitar a agricultura de precisão, pois, proporcionam uma gestão essencial na AP, principalmente na cultura da soja, visto que é possível calcular precisamente a quantidade de sementes que será usada para determinada área, a quantidade de veneno, sem compactação de solo, captura de imagens mais detalhadas e precisas; monitoramento de áreas de fácil ou de difícil acesso; identificação precoce de problemas que atingem a lavoura, como falhas de plantio, pragas e doenças (Simões, 2017).

É a uma ferramenta de apoio para a agricultura de precisão, importante diferencial considerando o desafio de produzir cada vez mais, com economia, eficiência e sustentabilidade. Sua utilização está sendo apreciada em todo o mundo, devido a grande expansão tecnológica. O cenário de novos métodos tecnológicos está em constante crescimento, principalmente no setor do agronegócio (Rodrigues, 2013, p.23).

De acordo com Cardoso (2023), os drones podem ser classificados seguindo a seguinte metodologia: alvos, sistema de monitoramento, combate, logística ou para pesquisa, bem como, por meio do seu alcance e de sua altitude. Assim, esses podem ser, de mão, quando alcançam um raio de 600 m até 2 km de altitude; de curto alcance, cujo alcance é raio de 1500 m até 10 km de altitude; OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), ao atingir 3000 m metros de altitude e 50 km; Tático, com alcance de 5500 m de altitude e 160 km; MALE (Medium Altitude Long Endurance), com altitude média e longo alcance; e HIPERSÔNICO, 15200 m de altitude e alcance acima de 200 km.

Giovanini (2020) acrescenta que os drones multirotor possuem uma diversidade de rotores, os quais podem variar ao depender do fabricante e do intuito do drone. O controle desse tipo de drone se embasa na variação do torque dos rotores, onde que uma vez no ar, ele varia a velocidade relativa de cada rotor (Componente que gira em uma turbina, hélice, motor elétrico), para modificar o torque, o que admite uma gama de movimentos. Quanto ao uso de drones para agricultura, os multirotadores têm mais aplicações.

Além disso, o uso de drones permite que os agricultores monitorem grandes áreas em tempo real, capturando imagens multiespectrais e infravermelhas que revelam problemas invisíveis a olho nu, como estresse hídrico, deficiência de nutrientes e ataques de pragas. Essas informações tornam a tomada de decisão mais precisa e ajudam a prevenir perdas na produção, proporcionando um retorno direto em rentabilidade e eficiência.

Já Ribeiro *et al.* (2022) discorrem sobre o uso dos drones e estes podem ter câmeras como uma de suas funções, e utilizam de softwares capazes de ler imagens, cuja função é encontrar pragas e problemas que venham a prejudicar as plantações e, assim, apresenta a oportunidade de resolver o problema no local exato da ocorrência com a aplicação do pesticida.

De acordo com Cardoso (2023) a resposta aos investimentos no uso de drones na agricultura tem sido muito rápida, alcançando números positivos consistentes em apenas uma safra. Isso ocorre para lidar com grandes perdas devido a um plano de ação consolidado. Além de reduzir os custos operacionais, os drones garantem o gerenciamento dos dados e informações das plantações, facilitando e agilizando a tomada de decisões.

Por fim, os drones podem ser usados na agricultura de diferentes aspectos e maneiras diversas, sobretudo quando munidos de equipamentos com capacidade para avaliar produtividade da lavoura, aspectos das mais diversas operações agrícolas, tais como o plantio, o controle de plantas indesejadas, detecção de pragas e de doenças nocivas às plantações. Esses aspectos são detectáveis por meio da utilização de sensores infravermelhos, ao realizarem filmagens (Giraldelli, 2019).

Neste sentido, Ribeiro *et al.* (2022) acrescentam que os drones podem ser equipados com câmeras multiespectrais, além de softwares capazes de ler imagens por infravermelho encontrando potenciais pontos de pragas e problemas envolvendo irrigação, por meio de manchas insalubres nos grandes campos, proporcionando a oportunidade de resolver o problema no local exato da ocorrência com a aplicação do pesticida.

Já o pensamento de Oliveira *et al.* (2020) é apresentado no sentido de que a utilização de drones na agricultura de precisão tem se mostrado promissora, permitindo a otimização do plantio, a maximização dos recursos e o aumento da produção agrícola. Além disso, os drones proporcionam uma sistematização precisa da agricultura, possibilitando uma aplicação mais segura de defensivos agrícolas e reduzindo o seu uso.

Deste modo, falar do uso de drones na agricultura proporciona uma série de benefícios significativos, tais como a melhoria na eficiência operacional, a redução de custos, o aumento da produtividade e lucratividade, além da capacidade de fornecer informações precisas em tempo real para auxiliar os produtores na tomada de decisões (Alarcão Júnior; Nuñez, 2024).

Artioli; Beloni (2016) destaca que é notório a demanda altamente competitiva dos drones, que avançam sobre todas as atividades urbanas e rurais, pela sua facilidade na compra, no seu manuseio e aumento na produtividade com eficiência nos serviços usados. Deste modo, uma outra característica diz respeito à área agrícola também se tornou muito cobiçada por essas investidas tecnológicas do emprego de drones e se sustentam na corrida de uma era destinada para o desenvolvimento de uma agricultura de precisão, que consolida esses equipamentos em um campo altamente produtivo e responsável pela geração de alimentos para a humanidade.

As funcionalidades dos drones na agricultura são destacadas por Gonçalves; Cavichioli (2021). Os autores afirmam que na agricultura da atualidade os drones são indispensáveis, com grande potencial de crescimento no setor agrícola, já que pode proporcionar aumento de produtividade, melhoria de processos produtivos, economia com aplicação de agrotóxicos etc.

Para Gomes *et al.* (2024), com a utilização dos drones na agricultura, os resultados são visíveis, de maneira promissora, com relevantes fatores positivos para a agricultura, sobretudo por ser capaz de capturar imagens aéreas da lavoura que posteriormente é submetida a análise de imagens, que permite visualizar a plantação de um ângulo diferente, permitindo a identificação de problemas que antes seriam mais difíceis de identificar.

A Embrapa (2020) destaca que os drones tem sido uma inovação tecnológica que está ficando cada vez mais presente nos campos do país. Com isso, a inserção dessa inovação robótica irá propiciar alteração nos paradigmas e provocará um efeito relevante, dentre os benefícios que os drones propiciarão será a diminuição do período para a realização de tarefas e a superior coleta de dados para o processo decisório.

2.4 A utilização de Drones na pulverização (controle de pragas e insetos).

Utilizar drones na pulverização é uma alternativa que tem contribuído de forma primordial na precisão operacional maior em se tratando de aplicabilidade da tecnologia, por meio da aplicação de produtos para que seja realizado o controle de pragas, de plantas daninhas e doenças (Richardson *et al.*, 2020).

A pulverização feita por meio dos drones se torna mais precisa pois pode ser aplicado em áreas delimitadas que apresentam algum déficit ou problema. Para Pontes (2019), a supervisão de grandes áreas em um curto espaço de tempo; facilita o monitoramento de todas as etapas da lavoura, desde o plantio até a colheita; permite que o agricultor identifique problemas com antecedência. Assim, pode-se tomar medidas com maior assertividade, maior produtividade, visando o bom desenvolvimento das plantas e a produtividade da safra, causando consequentemente customização, economia de combustível sem desperdícios.

Figura 3 - Utilização de Drones na pulverização (controle de pragas e insetos).



Fonte: ESPIRIDIANO, T.L.; SANTOS, T.C.; AMARANTE, M.S. 2019.

Segundo Alarcão Júnior; Nuñez (2023), a pulverização utilizando drones são semelhantes aos pulverizadores tradicionais utilizados na agricultura, como autopropelidos e pulverizadores montados. Porém, os que o diferenciam, são a eficiência e a economia observadas no processo. Já que drones conseguem utilizar caldas mais concentradas (devido a uma menor utilização de água), e aplicação em áreas localizadas, ao passo que, tem-se a possibilidade de entrada na lavoura em condições de solo na capacidade de campo e nos diferentes estádios de desenvolvimentos das culturas sem causar amassamento.

Diferente de bactérias, fungos e vírus, há outros tipos de agentes biológicos que necessitam de adaptações para serem dispersados por drones, ou seja, a pulverização não é uma opção, já que tais biológicos são de níveis macroscópicos, como é o caso de vespas da *Cotesia flavipes*, utilizada no controle da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), em pós-emergência da cultura da cana-de-açúcar (Carlesso; Bariviera, 2022).

A pulverização agrícola é um método eficaz para controle de pragas e doenças, nas mais variadas áreas de determinada cultura. A citada técnica realiza proteção em escala, contribuindo para o aumento da produtividade e a segurança da matéria-prima. A pulverização apresenta a função de eliminar e controlar plantas invasoras e prevenir doenças que possam interferir negativamente na qualidade da colheita. Dentre as diversas técnicas de aplicação de defensivos agrícolas, as que apresentam maior destaque são as baseadas em fracionamento hidráulico das gotas (Andrade *et al.*, 2021).

Analisando um estudo desenvolvido por Ribeiro (2021), ao apresentar o crescimento de drones na pulverização, esse fator acontece em virtude da busca constante de precisão na agricultura, como alternativa de rentabilidade, por monitorar as pragas. Assim, sabe-se que esta alternativa é uma importante maneira de mapear as áreas agrícolas utilizando sensores remotos, que tem como objetivo determinar às condições da vegetação. A vantagem permite medições a distância, por meio de sensores aéreos que medem a energia luminosa que a planta absorve ou emite.

Para Faxina (2022), duas são as alternativas para adquirir o drone na pulverização: por meio da compra do equipamento ou locação, sendo que, a contratação do drone é variável, de acordo com a região e disponibilidade do serviço. Já a aquisição, tem valor de mercado, levando em consideração o custo da tecnologia. Ao comprar um drone, os custos são relacionados à compra dos equipamentos, manutenções e uso. Hoje em dia, muitos produtores optam pela compra de drones para uso em sua propriedade, mas, principalmente, para a prestação de serviços de pulverização para outros produtores o que agrega valor ao equipamento e amortiza o investimento.

O uso do VANT, mais popularmente conhecido como drone é uma forma de acompanhar o desenvolvimento de diferentes culturas. Permite a obtenção de imagens aéreas de grandes áreas com baixo custo, destacando-se a alta resolução, viabilizando a utilização dessa ferramenta em larga escala. A estimação de parâmetros que envolvem questões biofísicas e bioquímicas são de grande importância para as práticas de manejo. Auxilia também na avaliação do comportamento de genótipos e impactos de estresse bióticos e abióticos, contribuindo na tomada de decisão dos produtores e gestores de propriedades (De Souza *et al.*, 2019).

Para Oliveira *et al.* (2021), uma característica da pulverização utilizando o drone é que se faz uso de baixo volume de calda/ha, com velocidade de deslocamento entre 10-20 km h⁻¹, para que sejam produzidas gotas finais, por consequência dos efeitos produzidas pela hélice impulsiona a calda de pulverização para baixo e movimentada as folhas do topo das plantas, podendo resultar na melhora da deposição de calda para os estratos inferiores da planta.

Por fim, Barbizan; Cavichioli (2022) apresentam o drone pulverizador como importante alternativa no desenvolvimento de novas tecnologias úteis na agricultura. Deste modo, o mecanismo de realização de avaliação, visando identificar a área a ser pulverizada, além da cultura que receberá a pulverização. Além disso, é necessário definir o tipo de bico pulverizador, a forma do jato e a vazão adequada.

3 METODOLOGIA

No percurso metodológico, foi realizada uma revisão bibliográfica da temática para formar uma fundamentação teórica e conceitual a respeito do tema. Assim, foi realizada uma revisão pelo método Prisma.

O levantamento de dados foi obtido através da plataforma Periódico Capes, Google Acadêmico e Scielo, que são plataformas de pesquisa, das quais, pode-se encontrar diversos artigos científicos publicados por todo o mundo, os quais são considerados de grande importância científica.

Foram filtrados os trabalhos que possuem relação com a temática, seguindo os seguintes critérios de inclusão: (1) Apenas artigos escritos em língua portuguesa e inglesa; (2) realizados no Brasil e outros países; (3) ser um estudo empírico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa nos bancos de dados são caracterizados conforme quadro a seguir.

Tabela 1- Resultado da pesquisa dos principais descritores.

Descritor	Banco de Dados	Visitados	Selecionados
Principais características dos Drones	CAPES	8	2
	LILACS	2	1
	Scielo	0	0
	Google Acadêmico	67	12
TOTAL		77	15

Descritor	Banco de Dados	Visitados	Selecionados
Agricultura de Precisão (AP)	CAPES	37	1
	LILACS	3	1
	Scielo	3	2
	Google Acadêmico	127	7
TOTAL		170	11
Descritor	Banco de Dados	Visitados	Selecionados
Utilidade do Drone na agricultura	CAPES	0	0
	LILACS	0	0
	Scielo	0	0
	Google Acadêmico	103	8
TOTAL		103	8
Descritor	Banco de Dados	Visitados	Selecionados
A utilização de Drones na pulverização (controle de pragas e insetos)	CAPES	5	1
	LILACS	0	0
	Scielo	0	0
	Google Acadêmico	104	9
TOTAL		109	10

Desta forma, a quantidade de artigos visitados foram 459, nos bancos de dados CAPES, LILACS, Scielo e Google Acadêmico. Porém, selecionados foram apenas 44 respeitando os critérios de inclusão e exclusão.

Ao tratar a questão das principais características dos Drones, os autores Sabará (2018), Simões (2017), Castro (2019), Mello (2023), Araújo (2018), Rodrigues (2013), Cardoso (2023), Giovannini (2020), Giraldelelli (2019), Oliveira *et al.* (2020), Alarcão Júnior; Nuñez (2024), Artioli; Beloni (2016), Gonçalves; Cavichioli (2021), Gomes *et al.*, (2024) e Embrapa (2020), foram selecionados por estarem em convergência com o tema proposto.

Já os autores Oliveira *et al.* (2020), Santos e Carvalho (2022), Senar (2019), Saraiva (2014), Nunes (2012), Oliveira *et al.* (2020), Cruvinel; Karam (2023), Ferraz *et al.* (2022), Bassoi *et al.* (2019), Campo (2014), Brasil (2015) e Antuniassi (2013), tiveram sua escolha por apresentarem estudos relacionados à Agricultura de Precisão (AP).

Sobre a utilidade do Drone na agricultura, os autores selecionados para estarem presentes nesta dissertação foram Sabará (2018), Giraldelelli (2019), Villafuerte *et al.* (2018), Luchetti (2019), Frachini *et al.* (2018), Clercq *et al.*, (2018) e Nascimento (2020), por terem estudos relacionados ao tema em questão.

Deste modo, os autores Richardson *et al.* (2020), Pontes (2019), Alarcão Júnior; Nuñez (2023), Carlesso; Bariviera (2022), Andrade *et al.* (2021), Ribeiro (2021), Faxina (2022), De Souza *et al.* (2019), Oliveira *et al.*, (2021), e Barbizan; Cavichioli (2022), realizaram pesquisas que estejam relacionadas com a utilização de Drones na pulverização (controle de pragas e insetos) na agricultura.

Portanto, a seleção dos artigos escolhidos para a produção deste trabalho foi composta por 44 trabalhos em observância ao tema do uso dos drones na pulverização na agricultura.

4.1 Principais características dos Drones

Um estudo realizado por Cardoso (2023), apresenta as características do drone em sendo uma aeronave de controle em solo, permitindo planejamento de missões e execução de atividades de forma remota, com possibilidade de utilização de mapa para monitorar locais de difícil acesso e melhorar a visibilidade e aplicabilidade de insumos. Esta aeronave faz uso do Ground Control Station (GCS), assegurando uma precisão da posição.

Neste contexto, estudo realizado por Oliveira *et al.* (2020) discorre que, pode-se apresentar o detalhamento da utilização do drone na agricultura de precisão, começando pela 1ª definição da área a ser mapeada, buscando a informação inserida em software que gera plano de voo visando a orientação do equipamento. Na 2ª definição é a vez de analisar o posicionamento do drone, e assim, o equipamento deve ser colocado em local seguro, na distância determinada pela ANAC. Já a 3ª definição tem relação com o acionamento dos rotores e piloto automático, por meio do acionamento dos rotores e piloto automático do equipamento para que possa sair da posição de solo. Por fim, na 4ª definição, tem-se o

processo de operação, momento que o drone percorre toda a área indicada pelo software, captando imagens e ao final retorna ao local de partida, parafraseando o estudo realizado por Oliveira *et al.* (2020).

4.2 Agricultura de Precisão (AP)

Assim, Oliveira *et al.* (2020), tem apresentado que, em uma agricultura que exige cada vez mais tecnologia no campo para buscar inovação, conectividade e a partir disso um aumento de produtividade conciliada a tecnificação, as vantagens da utilização dos drones vem a calhar de maneira precisa, como: Menor custo, Rapidez, Eficiência, Qualidade de aplicações, e possibilidade de aplicações localizadas.

Nas palavras de Pontes; Cacichioli (2019) a partir de suas pesquisas, a agricultura de precisão é uma tendência mundial, tornando-se diferencial ao longo do tempo, com a missão de maximizar produção, melhorando a aplicação de insumos de acordo com os tipos de solos e performance das culturas, com capacidade de alcançar os lugares mais difíceis e trazer benefícios ao produtor são umas das vantagens da agricultura de precisão

De acordo com um estudo realizado por Giovanini (2020), a agricultura de precisão utiliza técnicas de manejo com o uso da tecnologia, por permitir que sejam aplicados insumos, como fertilizantes, corretivos, pesticidas, sementes, água etc, com a racionalidade dos insumos, precisão dos locais, resultando em benefícios ambientais e econômicos. Deste modo, sua compreensão pode ser entendida como sendo um sistema de manejo e gestão da produção altamente dependente de dados e informações de campo, georreferenciados, digitalizados e de alto fluxo, conectados a um sistema informatizado.

4.3 Utilidade do Drone na agricultura

A história do drone no Brasil é apresentada num estudo realizado por Cavalcante *et al.* (2022) ao discorrer sobre o primeiro drone com realização de testes na agricultura brasileira foi o Pelicano, desenvolvido pela SkyDrones. Também é próprio de sua característica ser adaptável para a realidade do campo, no uso da agricultura e pecuária, tornando-se um avanço significativo, ao permitir um monitoramento preciso, sem a presença de piloto em seu interior.

Estudo realizado por Cruvinel; Karam (2010), apresenta a importância da utilização do drone para que se tenha a detecção de plantas invasoras através do sensoriamento remoto orbital, mesmo com toda essa tecnologia, tem restrições em relação à resolução espacial e temporal, mesmo permitindo que se faça uso dos sistemas de visão artificial como sensores que possam promover a coleta de dados para o auxílio aos processos de tomada de decisão. Neste caso, funções como evolução no processamento digital de imagens, aplicação do sensoriamento remoto, no momento do uso de imagens digitais não orbitais, passou a ser uma importante estratégia a ser utilizada, as quais associadas ao estudo da variabilidade espacial das culturas e das plantas invasoras podem resultar em equipamentos para o manejo localizado de culturas em taxa variável e em tempo real, em convergência com Cruvinel; Karam (2010).

Dentre os benefícios da utilização do drone na pulverização, Oliveira *et al.* (2021) apresenta que, quando se utiliza o drone, tem-se a combinação de precisão e eficiência, por permitir a pulverização de forma que os defensivos agrícolas sejam aplicados e resultem num pequeno impacto ambiental e maior segurança para os trabalhadores. Dentre os principais benefícios, ao aplicar defensivos agrícolas, aspectos como economicidade, segurança ao ser humano, precisão nos locais desejados e rapidez são fatores essenciais, pois o drone tem a capacidade de operar efetivamente em regiões de relevo acidentado, locais onde os métodos tradicionais frequentemente enfrentam limitações. E por fim, o uso de drones na pulverização agrícola resulta na ausência de impacto direto sobre o solo, evitando sua compactação.

No mesmo estudo, os autores Cruvinel; Karam (2010), argumentam sobre o drone na agricultura e a etapa do mapeamento, por meio do geoprocessamento, ao adquirir imagens precisas, no objetivo de extrair imagens nítidas e assim, realizar o melhor sistema de aplicação do drone com sua finalidade exclusiva, por meio da realização do mapeamento da taxa de ocupação de plantas invasoras de folhas largas ou estreitas torna-se possível à consolidação da informação para a recomendação de aplicação de herbicida em taxa variável, específicos para cada modalidade de planta invasora considerada.

4.4 A utilização de Drones na pulverização (controle de pragas e insetos)

Estudo realizado por Faxina (2022) sobre a importância do drone na pulverização, os resultados são divididos em vantagens e desvantagens. Assim, as principais vantagens são: precisão na aplicação de produtos em áreas bastante específicas da lavoura; eficiência no uso de produtos; diminuição no uso de água; redução da necessidade de mão de obra; diminuição da compactação do solo e danos às plantas; mecanismo de aplicação de herbicida em terrenos em declive ou com alta umidade de solo. Já as desvantagens são relacionadas ao aspecto autonomia, por apresentar limitações de tempo de voo na pulverização e mínima cobertura de área, quando comparados com aviões.

De acordo com um estudo realizado por Alarcão Júnior; Nuñez (2023), compreende que, a pulverização de agroquímicos é uma aplicação que destaca o potencial dos drones em maximizar a eficiência do cultivo. Por permitir que sua aproximação com as plantas, os drones são fundamentais para a aplicação de defensivos agrícolas em localidades com terrenos acidentados ou de curto espaço geográfico, o que permite a precisão da aplicação. Além disso, a aplicação via drone contribui para a sustentabilidade, permitindo a redução do volume de calda utilizada e a economia de água, especialmente quando herbicidas concentrados são empregados.

Convergindo com o exposto, tem-se os resultados de um estudo realizado por Barbizan; Cavichioli (2022), ao frisar que, por meio da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e seu avanço na agricultura brasileira, o uso do drone se torna um ponto fundamental para o sucesso nas aplicações é a correta regulagem, assim como a sua economia e

viabilidade para pequenos produtores, em razão do preço e da existência de empresas que fazem locação deste equipamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura tem apresentado inovações tecnológicas no decorrer do tempo, a exemplificar o caso da utilização de drones no processo de controle de insetos e pragas, tornando este mecanismo de extrema importância e precisão para este processo inovador.

Apesar do cenário ser de crescimento em relação ao uso de drones, nota-se que em muitos casos os produtores não têm a ciência das vantagens que a utilização de drones pode trazer à produção, meio ambiente, sustentabilidade econômica do empreendimento rural, economia na aquisição de fertilizantes e agrotóxicos, dentre outros.

Além de trazer uma configuração tecnológica capaz de aumentar os lucros é possível preservar o meio ambiente, pois os drones são capazes de aplicar a quantidade exata de produtos químicos ou biológicos e no local exato. É necessário que sejam conduzidos novos estudos que evidenciem com maior exatidão os benefícios da utilização dos drones na cultura com objetivo de facilitar o manejo da cultura da soja que está em constante expansão nos municípios do estado.

Portanto que, ao fazer uso dos drones na agricultura, é possível detectar os benefícios de sua utilidade, sobretudo por identificar pragas e doenças, falhas e excesso ou falta de mecanismo eficaz de irrigação, o que tem melhorado a demarcação do plantio, advindos das imagens capturadas pelos drones, para uma eficiente agricultura.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO JÚNIOR, José Carlos de; NUÑEZ, Daniel Noe Coaguila. O uso de drones na agricultura 4.0. *Brazilian Journal of Science*, 3 (1), 1-13, 2024. ISSN: 2764- 3417. Disponível em: <https://www.brazilianjournalofscience.com.br> Acesso em: 05 ago. 2024.
- ALARCÃO JÚNIOR, José Carlos; NUÑEZ, Daniel Noe Coaguila. O uso de drones na agricultura 4.0. *Brazilian Journal of Science*, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2023.
- ANDRADE, J.M.A. *et al.* Avaliação de RPAs para pulverização em diferentes culturas. *Ingeniería y Región*, v. 20, p. 81-87, 2018.
- ANTUNIASSI, U.R. Dynamic and steady-state dose responses of some chemical injection metering systems. In: Brighton crop protection conference: Weeds, 2013, Brighton. British Crop Protection Council, 2013. p.687-92.
- ARAÚJO, M. L. O complexo industrial-militar dos estados unidos pós-11 de setembro: o caso da Boeing. 2018. 27 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em relações internacionais) – Universidade Federal de Uberlândia, 2018.
- ARTIOLI, F; BELONI, T. Diagnóstico do perfil do usuário de Drones no Agronegócio Brasileiro. *iPecege: revista do Instituto Pecege de Piracicaba*, v. 2, n. 3, p. 40-56, jul. 2016.
- BARBIZAN, R.Z.; CAVICHIOLI, F.A. Uso de drones na pulverização da agricultura 4.0. *Interface Tecnológica*, v. 19, n. 2, p. 584-596, 2022.
- BASSOI, L.H. *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. *TECCOGS - Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, n. 20, p. 17-36, 2019.
- BERNARDI, A. D. C. *et. al.* Otimização do uso de insumos em sistema de integração lavourapecuária-floresta com ferramentas de agricultura de precisão. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 13, n. 4, p. 290-300, 2019.
- BRASIL. Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2015.
- CAMPO, P. Agricultura de precisão. *Inovações do campo*. Piracicaba. 2014.
- CARDOSO, Gabriel Freire. Análise da implementação de veículos aéreos não tripulados na indústria agrícola. 2023. Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Produção. Graduação em Engenharia de Produção. Niterói, 2023. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/27582/UFF%20-%20Universidade%20Federal%20Fluminense%20-%20TCC%20GABRIEL%20FREIRE%20CARDOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 24 out. 2024.
- CARLESSO, Josiel Augusto; BARIVIERA, R. Avaliação da qualidade de pulverização com drones, utilizando diferentes vazões, velocidades e faixa de aplicação. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2575> Acesso em: 24 out. 2024.
- CASTRO, J.R.; BIAZOTTO, K. F.; ROMÃO, M.P. Tecnologias aplicadas à agricultura: utilização de drones para atividades agrícolas. *FatecLog*. Guarulhos – SP. Junho de 2019.
- CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. *Agriculture 4.0: the future of farming technology*, 2018.
- CRUVINEL, PE, and D. KARAM. "Construção de mapas de aplicação em taxa variável de herbicida para cultura do milho (*Zea mays* L.) com base em visão computacional e ocupação de plantas invasoras de folhas largas." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO ConBAP, 2010, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão

Preto: SBEA, 2010. 1 CD-ROM., 2010. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/876038/1/Proci10.00228.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2024.

DE SOUZA, D.C. *et al.* Auxílio de tomada de decisão no manejo e planejamento do plantio de soja com o processo de segmentação de imagens. *ReABTIC*, v. 1, n. 11, p. 11-23, 2019.

EMBRAPA. Enxame de drones. Londrina: Embrapa, 2020.

ESPIRIDIANO, T.L.; SANTOS, T.C.; AMARANTE, M.S. Agricultura 4.0: software de gerenciamento de produção. *Pesquisa e Ação*, v. 5, n. 4, p. 122-131, 2019.

FAXINA, Lucas. Projeto de drone de baixo custo para monitoramento em áreas agrícolas. Avaré, 2022.

FERRAZ, M.A.J. *et al.* Determinação da altura de plantas de milho através da análise de imagens aéreas obtidas com ARP. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 1, p. 6900-6917, 2022.

FRACHINI, Julio Cezar. Uso de imagens aéreas obtidas com drones em sistemas de produção de soja. Londrina : Embrapa Soja, 2018. PDF (39 p.) : il. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.408).

GIOVANINI, A. Uso de Drones na Agricultura. Porto Alegre: AG, 2020.

GIRALDELI, A. Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais. Porto Alegre: Aegro, 2019.

GIRALDELI, Ana Ligia. Drones na agricultura: Como eles te ajudam a lucrar mais. 2019. Disponível em: <
<https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/>>. Acesso em 05 de setembro 2024.

GOMES, A. D. A. R., SILVA, B. N., BARROS, B. A., GIRI, F. B., NUNES, J. C. B., OLIVEIRA, M. P., ISAHIAS, M. S., & RODRIGUES, D. S. O uso de drones para mapeamento topográfico. *Revista de Gestão e Secretariado*, 15(5).
<http://doi.org/10.7769/gesec.v15i5.3799>, 2024.

GONÇALVES, V.P.; CAVICHIOLI, F.A. Estudo das funcionalidades dos drones na agricultura. *Interface Tecnológica*, v. 18, n. 1, p. 321-331, 2021.

<https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/e6f5d381-9717-4f25-99f7-2d32aafceb6f/content>

LIMA, S. V; BARBOSA, M. T. Agricultura de precisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, 2021.

LUCHETTI, Alexandre. Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro. Monografia. Ciências Aeronáuticas. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2019. Disponível em:
<https://repositorio.animaeducacao.com.br> Acesso em: 20 out. 2024.

MELLO, Alessandra. Agro brasileiro tem quase 10 mil drones em operação. Mas com alguma incerteza no ar. *AgFeed*. 17 maio, 2023. Disponível em: <https://agfeed.com.br/negocios/agro-brasileiro-tem-quase-10-mil-drones-em-operacao-mas-comalguma-incerteza-no-ar/#>. Acesso em: 24 out. 2024.

NASCIMENTO, Francisco Ivam Castro do. Aspectos conceituais sobre o uso e aplicação de drones no georreferenciamento. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 06, Ed. 04, Vol. 04, pp. 65-82. Abril, 2020.

NUNES, J. L. S. Agricultura de precisão como ferramenta para o produtor rural. 2012, Disponível em:
<https://www.bibliotecaagppta.org.br/agricultura/precisao/artigos/A%20AGRICULTURA%20DE%20PRECISAO%20COMO%20FERRAMENTA%20PARA%20O%20PRODUTOR%20RURAL.pdf> Acesso em: 21 out. 2024.

OLIVEIRA, A. J. *et al.* Potencialidades Da Utilização De Drones Na Agricultura De Precisão. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020.

OLIVEIRA, Harley Nonato de. Cotesia no controle da broca-da-cana. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143897/1/p.-44-45.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

OLIVEIRA, V.R. de *et al.* Depósito de inseticida em diferentes estratos da planta de soja obtido na pulverização com drone. In: XVI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, p. 157-163, 2021.

PONTES, L. B.; CAVICHIOLI, F. A. Agricultura de precisão. *SIMTEC: Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga*, v. 5, n. 1, p. 238-250, 22 dez. 2019.

RIBEIRO, G. Crescimento do mercado de drones será constante nos próximos anos. (2021). Disponível em:
<https://mundogeo.com/2021/07/22/crescimento-domercado-de-drones-sera-constante-nos-proximos-anos>. Acesso em: 10 nov. 2024.

RIBEIRO, L.A.O. *et al.* Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil (2009-2019): Riscos, benefícios e alternativas. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 10, n. 2, p. 189-203, 2022.

- RICHARDSON, B. *et al.* Quantifying spray deposition from a UAV configured for spot spray applications to individual plants. *Transactions of the ASABE*, v. 63, n. 4, p. 1049-1058, 2020.
- RODRIGO, O. Drones sobre o campo: avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura. *Pesquisa FAPESP*, 2016.
- RODRIGUES, A. *et al.* Revolução Agrícola: O Impacto dos Drones na Agricultura Brasileira. *Engenharia Aero Engenharia LTDA*, 28 jul. 2013. Disponível em: <https://aeroengenharia.com/drones-na-agricultura/>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- SABARÁ, H.H.R. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) na identificação do percevejo marrom em lavouras de soja usando técnicas de reconhecimento de padrões e aprendizado de máquinas. 2018. 76f. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.
- SANTOS, G. F; CARVALHO. M. R. Uso de drones na agricultura. 2023. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Agronomia, Faculdade Pitágoras, Londrina, 2023. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/40886/1/GABRIEL_FRAN_%C3%87A.pdf. Acesso em: 21 mai. de 2025.
- SARAIVA, M. Aplicação em taxa variável de fertilizantes e sementes. Viçosa, MG: UFV, 2014.
- SENAR. Agricultura de precisão: conceitos. Brasília: SENAR, 2019.
- SIMÕES, M.; SOLER, L; S.; PY, H. Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura. *Boletim informativo da SBCS*. Mai-ago, 2017.
- SIMON, P. C. *et al.* Meio ambiente e saúde: perspectiva dos produtores rurais frente ao uso de defensivos agrícolas. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, 2022.
- SOARES, R. M.; SCHRÖDER, E.P. Uso de drones agrícolas no Brasil: da pesquisa à prática– Londrina: Embrapa Soja, 2025. 83 p.
- VILLAFUERTE, A. *et al.* Agricultura 4.0 – Estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. In: 9th International Symposium on Technological Innovation, v. 9, n. 1, p. 150- 162, 19-21 set. 2018.