

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO: DRONES NA AGRICULTURA

Jeferson vieira da Silva
jeferson.vieira@gmail.com

Lorena Alves dos santos
loreenaalvees.5@gmail.com

Marcos Vinícius Guimarães
marcos_guimaraes@ufms.br

Orientador: Prof. Dr. Jamson Justi

RESUMO

A tecnologia dos drones (VANT's- veículos aéreos não tripulados) tem revolucionado o setor agropecuário, proporcionando uma série de benefícios que aumentam a eficiência e a produtividade das atividades agrícolas. Este trabalho tem por objetivo mostrar a importância da utilização dos drones, especialmente na agricultura, bem como apresentar os diferentes tipos de drones existentes no mercado. A pesquisa se caracteriza como qualitativa. Os resultados mostram que os VANT's são utilizados para diversas finalidades, como monitoramento de culturas, mapeamento de terrenos, análise de solo, irrigação precisa e aplicação de insumos, tornando-se uma ferramenta de grande precisão, reduzindo tempo, custos e aumentando a produtividade no campo.

Palavras-chaves: Agricultura; Drones; Tecnologias; Produtividade.

ABSTRACT

Drone technology (UAV's- unmanned aerial vehicles) has revolutionized the agricultural sector, providing a series of benefits that increase the efficiency and productivity of agricultural activities. This work aims to show the importance of using drones, especially in agriculture, as well as to present the different types of drones available on the market. The research is characterized as qualitative. The results show that UAVs are used for various purposes, such as crop monitoring, terrain mapping, soil analysis, precise irrigation and application of inputs, becoming a highly precise tool, reducing time and costs and increasing productivity in the field.

Keywords: Agriculture; Drones; Technologies; Productivity.

1. INTRODUÇÃO

Os Drones, também conhecidos como veículos aéreos não tripulados (VANTs), representam uma classe de aeronaves que podem ser operadas sem a necessidade de um piloto a bordo (Aero Engenharia, 2023).

A história dos drones remonta ao início do século XX, com o desenvolvimento de balões não tripulados e dispositivos de controle remoto. O crescimento tecnológico durante as guerras mundiais permitiu o surgimento de drones militares, que posteriormente evoluíram para aplicações civis e comerciais (Aero Engenharia, 2023).

Já há algum tempo a tecnologia dos drones existe no Brasil, mas somente na última década foi que sua presença se tornou mais perceptível e amplamente adotada em diversos setores. A regulamentação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) em 2017 foi um marco significativo que proporcionou um quadro mais claro para a operação de drones no país (Aero Engenharia, 2023).

O objetivo da regulamentação brasileira nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) da ANAC (ANAC, 2024), é tornar as operações mais viáveis e seguras. Para realizar o manuseio das operações com aeronaves não tripuladas, deve ser seguido as normas estabelecidas pela ANAC juntamente com as já estabelecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Por promover o aprimoramento do manejo agrícola, o emprego de drones na agricultura consolidou-se. Munido das imagens aéreas das plantações, o agricultor dispõe de uma ferramenta vital para coletar informações de maneira ágil e precisa, facilitando a tomada de decisões estratégicas. A flexibilidade, o custo acessível, a aplicabilidade direta e a precisão dos dados fornecidos pelos drones são fundamentais para disseminar e esclarecer o uso dessa tecnologia inovadora. (Cavalcante *et al.* 2022).

De acordo com (Castro *et al.*, 2019), o drone se assemelha muito ao satélite, tendo como vantagens a melhor resolução de fotos e o preço bem mais acessível. Com sua utilização é possível identificar falhas de irrigação, adubação, uso de pesticidas, além de pulverizar os defensivos na lavoura, entre outras tarefas. O uso deste artefato em conjunto com softwares de análise de dados ou com sensores de monitoramento da propriedade facilitam consideravelmente o trabalho que seria realizado pelo produtor rural, além de garantir maior precisão das informações coletadas, provando ser de grande ajuda na agricultura de precisão.

Existem vários tipos de drones agrícolas, cada um com suas próprias características únicas, como aeronaves de mapeamento aéreo, de pulverização de insumos e irrigação. Sendo

assim, o objetivo geral do trabalho é mostrar a importância da utilização dos drones, especialmente na agricultura, bem como apresentar os diferentes tipos de drones existentes no mercado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizou – se do critério de pesquisa qualitativa no qual se preocupa com o nível realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes (Minayo, 2014, p.22). Deste modo foi feito a interpretação, comparação e descrição dos dados.

Para levantamento destes dados foi realizado uma pesquisa bibliográfica online, através do google acadêmico, com o uso de palavras chaves conforme citadas no resumo, ao final desta pesquisa foram escolhidos 20 artigos científicos para a análise, publicados entre os anos de 2018 a 2023, destes 20 artigos foram escolhidos 10 que melhor se adaptam ao tema abordado, estes artigos estão elencados no Quadro 1, vale lembrar que, Köche (2011) mostra que a pesquisa bibliográfica pode ser utilizada neste caso, pois busca-se ampliar o grau de conhecimentos em uma determinada área, compreendendo ou delimitando melhor o problema de pesquisa, bem como descrever o estado da arte.

O quadro a seguir mostra os respectivos artigos estudados e os anos de publicação:

Quadro 1 - Artigos analisados.

ANO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DO ARTIGO	AUTORES
2019	Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro.	Luchetti
	Revolução tecnológica na agricultura: desafios e oportunidades do uso de drones.	Sedano <i>et al.</i>

2020	Potencialidades na utilização de drones na agricultura de precisão.	De Oliveira <i>et al.</i>
	Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil.	Massruhá <i>et al.</i>

2021	Estudo das funcionalidades dos drones na agricultura	Gonçalves e Cavichioli
	Agricultura de Precisão: uso de drones.	Barbosa <i>et al.</i>
2022	Uso de drones na pulverização da agricultura 4.0.	Barbizan e Cavichioli
	Tecnologias e inovações no uso de drones na agricultura.	Cavalcante <i>et al.</i>
2023	Potencialidades na utilização dos drones na agricultura de precisão.	De Almeida
	Impacto do uso do drone na agricultura e pecuária.	Gonçalves

Ao abordar o tema do presente trabalho é possível entender a importância dos drones na agricultura de precisão para o produtor rural, pois tal ferramenta se mostra promissora, otimizando o plantio e os recursos, aumentando a produção.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Drones

Foi durante a Guerra Mundial, no início do século XX, que surgiram os primeiros conceitos de veículos não tripulados. Aviões controlados remotamente eram desenvolvidos por militares para fins de treinamentos e testes. Mas apenas na Segunda Guerra Mundial que os verdadeiros antecessores dos drones modernos surgiram, inspirados em bombas voadoras alemãs do tipo V-1, que eram controladas remotamente. (DJI, 2024)

O modelo que ficou marcado na história dos drones, ou seja, o qual conhecemos hoje em dia, foi desenvolvido pelo engenheiro espacial israelita Abraham (Abe) Karem. Segundo ele, em 1977, época de sua chegada nos EUA, eram necessárias 30 pessoas para controlar um drone. Diante desta situação, ele fundou a empresa Leading System e, utilizando poucos recursos tecnológicos, como fibra de vidro caseira e restos de madeira, deu origem ao Albatross. (ITARC, 2018)

Os avanços nas áreas da tecnologia da computação, agregados ao desenvolvimento de sistemas globais de navegação e geoprocessamento, estão ampliando as perspectivas de uso dos veículos aéreos não tripulados, os drones na agricultura. O avanço tecnológico se faz cada vez mais presente e necessário para garantir a produção de alimentos. No Brasil vem sendo utilizados por agroindustriais, empresas e, recentemente, pelos produtores rurais, como instrumento de análise e monitoramento das lavouras. (Rodrigo, 2016)

Por meio do desenvolvimento das tecnologias e a grande necessidade de se construir soluções, foram criadas ferramentas com o objetivo de enriquecer o uso das informações que ocorrem no campo, com o objetivo de auxiliar produtores rurais a tomarem decisões por meio da análise de dados mais precisos. 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)

3.2 Legislação brasileira sobre o uso de drones na agricultura

Conforme indicado pelo MAPA, a legislação N° 298, datada de 22/09/2021, define uma série de condições para o uso de drones na agricultura. Dentre essas condições, é importante ressaltar a exigência de que o operador do drone seja maior de idade, qualificado, treinado e registrado para operar a aeronave, além de cumprir as normas de segurança e privacidade estipuladas pela legislação brasileira.

Para pilotar um drone, é fundamental realizar o registro na ANAC, por meio do Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários - SIPEAGRO. A ANAC determina que o registro é mandatório para todas as aeronaves não tripuladas com peso superior a 250 gramas. Ademais, é necessário contratar um seguro RETA (Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo) para assegurar a segurança das operações. O uso de drones para atividades agrícolas no Brasil é regulado pela ANAC e pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), que estabelecem as diretrizes para a utilização de drones em todo o país. Segundo a ANAC, é imprescindível obter uma autorização para operar drones em áreas rurais, exceto nos casos em que o uso do drone é estritamente recreativo ou esportivo, sem fins comerciais. A ANAC também estipula que as operações com drones agrícolas devem ser realizadas por empresas certificadas, com pilotos habilitados e autorizados pela agência, além de serem observadas as normas de segurança e privacidade.

Se o drone for importado, é necessário obter a homologação junto à Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Essa homologação é essencial para garantir que o drone cumpra os requisitos técnicos estabelecidos pela agência. Vale ressaltar que o mapeamento de áreas com drones é regulamentado pelo Ministério da Defesa. Segundo o ministério, é proibido realizar mapeamentos em áreas que excedam 15 km². Essa restrição visa garantir a segurança das operações aéreas e prevenir o uso inadequado de drones em regiões sensíveis. Além disso, o DECEA define normas para a utilização de drones tanto em áreas urbanas quanto rurais, estabelecendo os requisitos para a solicitação do espaço aéreo para cada operação a ser realizada. Para o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), é necessário apresentar uma Planilha de Risco Operacional para voos com drones na agricultura. Essa planilha é um documento que detalha os riscos associados à operação do drone.

Um dos principais obstáculos para a adoção de drones na agricultura no Brasil é a legislação. No entanto, existem iniciativas em curso para melhorar a regulamentação e facilitar.

3.3- Tipos de Drones existentes

O quadro a seguir mostra alguns dos modelos de drones existentes no mercado nos dias de hoje, seguindo a sua característica e faixa de preço.

Quadro 2 - Tipos de drones de acordo com modelo de asa.

Modelos	Característica	Faixa de preço
 <p data-bbox="252 936 655 1010">Drone Roto Único Fonte: Gonçalves e Cavichioli, 2021.</p>	<p data-bbox="694 600 1184 725">Modelo mais simples dos drones, composto por apenas um rotor, é eficiente em voos longevos e demoram a descarregar.</p>	<p data-bbox="1206 600 1481 636">A partir de R\$ 70.000,00</p>
 <p data-bbox="252 1391 655 1464">Drone Asa Fixa Fonte: Gonçalves e Cavichioli, 2021.</p>	<p data-bbox="694 1055 1184 1180">É composto por uma asa comprida, são mais utilizados em filmagens por conseguirem pairarem no ar.</p>	<p data-bbox="1206 1055 1481 1090">A partir de R\$ 30.000,00</p>
 <p data-bbox="252 1845 655 1919">Drone com 8 rotores Fonte: Gonçalves e Cavichioli, 2021.</p>	<p data-bbox="694 1509 1184 1724">São os mais fáceis de pilotar, já que por possuírem mais de um rotor, são mais fáceis de decolar e pousar inclusive na vertical, utilizados em filmagens e inspeções, se mantêm estáveis no ar.</p>	<p data-bbox="1206 1509 1481 1545">A partir de R\$ 500,00</p>

Os dados do quadro 2, trazem alguns tipos de drones classificados por seus tipos de hélices, mas segundo De Oliveira *et al.* (2020), os drones também podem ser classificados por outros fatores, como por exemplo, classe, tamanhos, alcance e aplicação.

Quadro 3- Modelos de drones e suas aplicações.

Modelos	Aplicações
 <p data-bbox="347 891 619 965">Drone Pelicano Fonte: SkyDrones, 2024.</p>	<p data-bbox="751 562 954 589">Drones agrícolas:</p> <p data-bbox="751 607 1417 819">O pelicano foi o primeiro drone a realizar testes para saber se era possível a pulverização das plantações, segundo sua montadora suas principais aplicações são: agricultura de precisão, saúde pública, com o combate a focos do mosquito <i>Aedes aegypti</i>.</p>
 <p data-bbox="371 1350 595 1424">Drone de entrega Fonte: Saipos, 2024.</p>	<p data-bbox="751 1014 983 1041">Drones de entregas:</p> <p data-bbox="751 1059 1417 1182">No Brasil, a ANAC concedeu a primeira autorização do uso para entregas comerciais para a empresa iFood, que poderá realizar <i>delivery</i> de produtos em território nacional.</p>
 <p data-bbox="347 1809 624 1883">Drones para mapeamento Fonte: Agro, 2023.</p>	<p data-bbox="751 1476 1058 1503">Drones para mapeamento:</p> <p data-bbox="751 1520 1417 1783">O Disco Mapir é uma aeronave desenvolvida pela Parrot e adaptada pela G drones para apresentar maior autonomia de voo e ser utilizada em mapeamentos. A aeronave possui tempo de voo de até 75 minutos e é capaz de cobrir até 400ha / voo. O planejamento de voos é feito a partir do aplicativo Free Flight, disponível para Android e IOS.</p>

 <p data-bbox="352 577 616 651">Drone militar Fonte: Wikipédia, 2024.</p>	<p data-bbox="751 275 951 304">Drones militares:</p> <p data-bbox="751 353 1415 521">O General Atomics MQ-9 Reaper é o maior e mais poderoso veículo aéreo não tripulado, O projeto começou pela iniciativa privada em 1998 mas logo recebeu apoio da NASA. Seu primeiro voo aconteceu em fevereiro de 2001.</p>
--	---

3.4 - Aplicabilidades diversas

Além dos drones na agricultura, que são foco principal deste artigo, os drones tem outras diversas aplicações, segundo Trindade *et al.* (2022) os drones têm se mostrado ferramentas versáteis com aplicações que vão muito além da agricultura. No setor de entrega de mercadorias, empresas como Amazon e UPS têm explorado o potencial dos drones para realizar entregas rápidas de pequenos pacotes em áreas tanto urbanas quanto rurais, proporcionando uma alternativa eficiente aos métodos tradicionais de entrega. No campo da segurança e vigilância, drones são amplamente empregados por forças de segurança e empresas privadas para monitorar grandes áreas, vigilância em eventos públicos e patrulhamento de fronteiras, complementando as operações terrestres com uma cobertura aérea mais eficaz.

A fotografia e filmagem aérea também têm se beneficiado enormemente dos drones, que são agora uma ferramenta essencial para fotógrafos e cineastas capturarem imagens e vídeos de perspectivas únicas, contribuindo significativamente em produções cinematográficas, comerciais e eventos. Além disso, em situações de emergência, como em operações de resgate e resposta a desastres, drones desempenham um papel crucial ao avaliar a situação de áreas afetadas, localizar vítimas e entregar suprimentos médicos em locais de difícil acesso.

Os drones também são valiosos no monitoramento ambiental, onde auxiliam na coleta de dados sobre desmatamento, observação de fauna e flora, controle da erosão do solo e vigilância de reservas naturais, contribuindo diretamente para a conservação ambiental. Em setores como energia, telecomunicações e construção civil, os drones são utilizados na inspeção de infraestruturas, como linhas de transmissão, torres de comunicação, pontes e oleodutos, identificando problemas e evitando riscos significativos.

Na indústria de entretenimento e esportes, drones são frequentemente usados em shows ao vivo, festivais e competições esportivas, capturando imagens dinâmicas que enriquecem a experiência do público. No campo da logística e transporte, além de entregas, drones estão sendo explorados para movimentação de cargas em locais industriais, reduzindo a necessidade de veículos tradicionais e aumentando a eficiência em ambientes controlados.

A ciência e pesquisa também têm se beneficiado dos drones, que são empregados em estudos como o monitoramento de vulcões, análise de glaciares, estudos climáticos e pesquisas oceanográficas, permitindo a coleta de dados em áreas inacessíveis ou perigosas. Na área de marketing e publicidade, drones são utilizados para criar campanhas publicitárias inovadoras, oferecendo imagens aéreas impressionantes e eventos de luzes sincronizadas que capturam a atenção do público.

O setor imobiliário também se beneficia dos drones, que são usados para produzir vídeos de alta qualidade de propriedades, oferecendo perspectivas que são difíceis de capturar do solo e melhorando significativamente a apresentação de imóveis. Em defesa e operações militares, drones têm um papel crucial em missões de reconhecimento, vigilância, ataques a alvos, entrega de suprimentos e apoio tático no campo de batalha.

Por fim, em algumas cidades, drones são utilizados no controle de tráfego, monitorando o fluxo de veículos, detectando acidentes e ajudando a gerenciar a circulação de forma mais eficaz. Essas diversas aplicações demonstram a crescente importância dos drones em diferentes setores, impulsionando inovações e melhorando a eficiência em uma ampla gama de atividades.

3.5 - Drones na agricultura

Na agricultura os principais usos dos drones nos últimos anos estão relacionados à topografia, mapeamento e pulverização, Cavalcante *et al.* (2022).

Luchetti (2019) listou alguns usos de drones na agricultura, dos quais destacam-se: A utilização de drones na agricultura tem se expandido significativamente, proporcionando uma série de benefícios que vão desde a análise da plantação até a detecção de focos de incêndio. Uma das principais aplicações dos drones é a análise da plantação, onde são empregados para detectar doenças, pragas, falhas no plantio e problemas relacionados à irrigação, como excesso ou falta de água. As imagens capturadas pelos drones, quando analisadas através de softwares

específicos, oferecem uma visão detalhada que auxilia na tomada de decisões para melhorar a produtividade.

Na demarcação do plantio, os drones oferecem uma visão panorâmica do campo, permitindo que os produtores identifiquem as áreas mais propícias para o cultivo. As imagens capturadas proporcionam uma compreensão clara e ágil das condições do solo e do relevo, facilitando a otimização do plantio.

O acompanhamento da safra é outro uso importante dos drones. Por meio de voos periódicos sobre a plantação, os drones captam imagens que, quando analisadas cronologicamente, permitem monitorar o desenvolvimento da lavoura. Isso possibilita que os produtores verifiquem se a safra está progredindo conforme o esperado e tomem medidas corretivas quando necessário.

A pulverização de agroquímicos é uma aplicação que destaca o potencial dos drones em maximizar a eficiência do cultivo. A proximidade dos drones às plantas durante a pulverização aumenta a precisão da aplicação, enquanto a ausência de um piloto em campo reduz os riscos. 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. Cavalcante *et al.* (2022) destacam que o primeiro drone a realizar testes de pulverização no Brasil foi o Pelicano, desenvolvido pela SkyDrones. Este drone foi aprovado nos testes e desde então tem sido comercializado, comprovando a viabilidade dessa tecnologia.

Além dessas aplicações, os drones também são utilizados para o acompanhamento de campo, permitindo que os produtores monitorem a situação das pastagens e do rebanho. Com o auxílio dos drones, é possível identificar animais perdidos, detectar falhas no plantio, e avaliar quais pastos precisam de reforma ou estão prontos para uso. Quando é necessária uma análise mais detalhada, os drones podem coletar amostras de solo de pontos estratégicos, que posteriormente são analisadas em laboratório.

A capacidade dos drones de oferecer uma visão ampla de áreas de difícil acesso também os torna valiosos no monitoramento do desmatamento. Com a localização precisa fornecida pelos drones, as ações corretivas podem ser tomadas de forma mais eficaz. Da mesma forma, os drones são ferramentas essenciais para a abertura de estradas em áreas de mata fechada, pois permitem a análise do terreno e a determinação das melhores coordenadas para a construção.

Os drones também são eficazes no controle de focos de incêndio. A capacidade de sobrevoar áreas em chamas permite que os drones identifiquem rapidamente os focos de fogo e ajudem no combate, minimizando os riscos para os seres humanos. Além disso, os drones podem realizar medições de telemetria e topografia, utilizando as imagens capturadas para fornecer dados precisos sobre o campo.

Em resumo, os drones têm revolucionado a agricultura, oferecendo uma série de aplicações que melhoram a eficiência, a segurança e a sustentabilidade das operações agrícolas. Através de suas múltiplas funcionalidades, eles se tornaram ferramentas indispensáveis para os produtores que buscam otimizar seus processos e garantir a sustentabilidade de suas atividades.

3.6 - Drones no mercado brasileiro

O Brasil é o principal mercado de drones na América Latina, segundo a ANAC, o número de drones cadastrados no SISANT (Sistema de Aeronaves não Tripuladas) ultrapassa 100 mil aeronaves. Além disso, estima-se que há três vezes mais drones não cadastrados voando no espaço aéreo brasileiro, e não necessariamente são usados na agricultura, das 100 mil aeronaves, estima-se que aproximadamente 34 mil são para fins profissionais, não necessariamente para o agronegócio (ANAC, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No referencial teórico, foram discutidos dois tipos principais de drones utilizados na agricultura: o drone de asa fixa e o drone de asas giratórias. O drone de asa fixa, que se assemelha a um avião, é conhecido por proporcionar maior estabilidade em condições de ventos fortes, o que o torna ideal para operações em áreas extensas. Já o drone de asas giratórias, que possui várias hélices, é caracterizado por sua versatilidade e manobrabilidade, sendo categorizado em diferentes tipos, como rotor único, duocóptero, tricóptero, quadricóptero, hexacóptero e octocóptero. Cada uma dessas variações possui características específicas que os tornam adequados para diferentes finalidades dentro da agricultura.

Entre as aplicações mais comuns dos drones na agricultura, destaca-se a pulverização de agroquímicos. Essa prática, quando realizada com drones, oferece uma série de vantagens em comparação com os métodos tradicionais. Os drones evitam o contato direto do produtor com produtos químicos, o que aumenta a segurança no campo. Além disso, permitem economia de combustível, melhor desempenho em terrenos íngremes e de difícil acesso, evitam a

compactação do solo e promovem a economia de água. No mercado, há diversos modelos de drones de pulverização disponíveis, como o JT Sprayer 15.608, que possui capacidade para 15 litros de produto, eficiência de pulverização de 6 hectares por hora e autonomia média de 15 minutos, destacando-se pela sua eficiência operacional.

Outra aplicação importante dos drones na agricultura é a topografia e o mapeamento. A capacidade desses dispositivos de coletar dados de forma rápida e precisa transformou essas áreas, permitindo aos agricultores tomar decisões mais informadas e eficientes. Os dados coletados pelos drones são usados em levantamentos de terrenos, monitoramento ambiental, agricultura de precisão e outras atividades relacionadas. Com isso, os produtores podem planejar melhor o uso da terra, otimizar o uso de insumos e monitorar de forma contínua as condições do campo.

Além da pulverização, topografia e mapeamento, os drones desempenham outras funções cruciais na agricultura moderna. O monitoramento das lavouras é uma dessas funções, permitindo que os agricultores usem câmeras e sensores embarcados nos drones para obter informações detalhadas sobre o desenvolvimento das plantações. Isso possibilita ajustes precisos nos requisitos nutricionais das plantas, contribuindo para o aumento da produtividade. O controle de plantas daninhas é outra aplicação significativa, onde os drones podem identificar e mapear focos de infestação, facilitando a aplicação precisa de herbicidas e reduzindo o uso excessivo de produtos químicos.

Além de todas essas funções, os drones também promovem a sustentabilidade na agricultura por meio do monitoramento ambiental, identificação de áreas de conservação, detecção de desastres ambientais e contribuição para o desenvolvimento sustentável. Com essas capacidades, os drones têm se tornado ferramentas indispensáveis para os agricultores que buscam aumentar a eficiência, segurança e sustentabilidade de suas operações.

5-CONCLUSÃO

A utilização de drones na agricultura representa um avanço significativo na forma como os recursos agrícolas são geridos e monitorados. A implementação dessa tecnologia tem demonstrado um impacto positivo em diversas áreas, como o aumento da eficiência operacional, a otimização do uso de insumos e a melhoria da tomada de decisões. Ao permitir a coleta de dados precisos e em tempo real, os drones facilitam a análise detalhada das condições das culturas, permitindo intervenções mais assertivas e reduzindo desperdícios.

Os benefícios observados incluem o monitoramento detalhado das plantações, a identificação precoce de problemas, como pragas e doenças, e a análise precisa da saúde das culturas. Isso não só contribui para o aumento da produtividade, mas também promove práticas agrícolas mais sustentáveis. A capacidade dos drones de gerar mapas e relatórios detalhados tem sido fundamental para o planejamento estratégico e a implementação de práticas de manejo mais eficazes.

No entanto, é importante reconhecer os desafios associados à adoção desta tecnologia, como o custo inicial e a necessidade de formação especializada para operar os drones e interpretar os dados coletados. A integração bem-sucedida dos drones na agricultura depende da contínua evolução da tecnologia e da redução das barreiras econômicas, bem como da capacitação dos profissionais do setor.

À medida que a tecnologia dos drones continua a avançar, espera-se que a sua aplicação na agricultura se torne ainda mais eficiente e acessível, oferecendo novas oportunidades para a inovação e a sustentabilidade. Portanto, a adoção e o desenvolvimento de drones na agricultura não só representam um passo importante para a modernização do setor, mas também um caminho promissor para a construção de uma agricultura mais produtiva e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

AEGRO. Mapeamento agrícola com drone: como implementar na sua fazenda?. 2023. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/mapeamento-agricola-com-drone/>. Acesso em: 28 set. 2024.

AERO ENGENHARIA. **História dos drones**: a nova era tecnológica. 2023. Disponível em: <https://aeroengenharia.com/historia-dos-drones-a-nova-era-tecnologica/>. Acesso em: 23 set. 2024.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). 2024. **ANAC RBAC-E nº 94/2017**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 23 jul. 2024.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). 2017. Resolução 419/2017. **Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor**. Disponível em: http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drones_v2.pdf. Acesso em: 19 maio 2024.

BARBIZAN, Renan Zaguine; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. Uso de drones na pulverização da agricultura 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 584-596, 2022.

BARBOSA, Kamilly Vitória Freire da Silveira, LIMA, Emmily Carvalho de, RAMIN, Arthur Calleb. **Agricultura de precisão: uso de drones**. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Agropecuária) - Escola Técnica de Votuporanga, ETEC Frei Arnaldo Maria de Itaporanga, Votuporanga, 2021.

CASTRO, J. R.; BIAZOTTO, K. F.; ROMÃO, M. P. **Tecnologias aplicadas à agricultura: utilização de drones para atividades agrícolas**. X Fateclog: Logística 4.0 e a Sociedade do Conhecimento. ISSN: 2357-9684. Guarulhos-SP, 2019. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2019/TECNOLOGIAS%20APLICADAS%20C3%80%20AGRICULTURA%20UTILIZA%20C3%87%20C3%83O%20DE%20DRONES%20PARA%20ATIVIDADES%20AGR%20C3%8DCOLAS.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

CAVALCANTE, W. S. da S. *et al.* Tecnologias e inovações no uso de drones na agricultura. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 7108-7117, 2022.

DE ALMEIDA, Érica Carvalho. **Potencialidades da utilização dos drones na agricultura de precisão**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Administração) – Campus de Naviraí (CPNV), Naviraí, 2023.

DE OLIVEIRA, Altacis Junior *et al.* Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020.

DJI. **A História dos Drones: da Segunda Guerra Mundial à Era Digital**. 2024. Disponível em: <https://blog.lojadji.com.br/historia-dos-drones/>. Acesso em: 28 set. 2024.

GONÇALVES, João Vitor Ferreira. **Impacto do uso do drone na agricultura e pecuária: revisão bibliográfica**. 2023. Monografia (Engenharia Agrônômica - FCAV) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2023

GONÇALVES, Vinícius Parlangeli; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. Estudo das funcionalidades dos drones na agricultura. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 321-331, 2021.

ITARC. **História dos drones: como surgiram? Para que servem?**. 2018. Disponível em: <https://itarc.org/historia-dos-drones/>. Acesso em: 28 set. 2024.

Köche, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LUCHETTI, Alexandre. **Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro**. 2019. Monografia (Ciências Aeronáuticas - Unisul) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 16, p. 380-406.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014.

RODRIGO, O. A. **Drones sobre o campo: avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura**. Pesquisa FAPESP, 2016.

SAIPOS. Ifood drones: tudo o que você precisa sobre a nova tendência. 2024. Disponível em: <https://saipos.com/ifood/ifood-drones>. Acesso em: 28 set. 2024.

SEDANO PERES, A. C.; SILVA LOPES, H. A.; DA SILVA RODRIGUES, F. REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA: Desafios e Oportunidades do Uso de Drones. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 3, n. 1, 1 set. 2019.

SKYDRONES. **Pelicano**. 2024. Disponível em: <https://skydrones.com.br/pelicano/>. Acesso em: 28 set. 2024.

TRINDADE, F. N. da M; ALMEIDA, V. da S.; BUENO, M. J. C.; DOS SANTOS, C. E. 2022. **Drones**: Aplicações e Diversidade de usos na Logística. Encontro de Gestão e Tecnologia (Engetec). Disponível em: https://www.fateczl.edu.br/engetec/engetec_2022/5_EnGeTec_paper_146.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

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.

WIKIPÉDIA. **General Atomics MQ-9 Reaper**. 2024. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper. Acesso em: 28 set. 2024.