Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.03, 2024
ISSN 2178-6925

BENEFÍCIOS, DESAFIOS E LEGISLAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE DRONES NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.

BENEFITS, CHALLENGES AND LEGISLATIONS FOR THE USE OF DRONES IN AGRICULTURAL PRODUCTION: A REVIEW OF THE LITERATURE.

Lucas Rodrigues de Moraes
Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica, Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: lucas.moraes3@estudante.ifto.edu.br.

Lourivaldo Torres de Araújo Neto
Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica, Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: lourivaldo.neto@estudante.ifto.edu.br.

Luiz Henrique de Azevedo Garcia
Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica, Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: luiz.garcia2@estudante.ifto.edu.br.

Marcos André Bucar Mendonça
Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica, Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail**:** marcos.mendonca2@estudante.ifto.edu.br.

Rafhaell Rodrigues dos Santos
Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica, Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: rafhaell.santos@estudante.ifto.edu.br.

Otavio Cabral Neto
Docente da Área de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: otavio.neto@ifto.edu.br.

Resumo:

A utilização de drones na produção agrícola tem se tornado cada vez mais comum, proporcionando benéficos para os agricultores. Os drones, podem desempenhar um papel crucial na otimização das práticas agrícolas. O artigo aborda o crescente impacto da utilização de drones na produção agrícola, destacando diversos benefícios proporcionados por essa tecnologia. Desde a análise e monitoramento da plantação até a colheita, os drones desempenham um papel crucial, permitindo uma gestão mais eficiente e sustentável das lavouras. Aspectos como mapeamento, detecção de pragas e doenças, demarcação de plantio, acompanhamento do desenvolvimento da safra e aplicação de insumos agrícola, contagem de plantas, detecção de falhas no plantio, acompanhamentos de pastagens, detecção de nascentes de água, vigilância, detecção de focos de incêndio, telemetria, tocar e contar boiada e a facilitação da venda de uma fazenda são abordados, demonstrando a versatilidade desses dispositivos na otimização dos processos agrícolas. Com o auxílio dos drones, os produtores têm maior facilidade para realizar o monitoramento, a gestão e o manejo das suas lavouras. Uma de suas vantagens é que o drone serve tanto para pequenos como para médios e, especialmente, para grandes produtores. Logo o produtor economiza tempo, energia e insumos para a gestão de sua plantação. Dessa forma, o futuro dos drones na agricultura tem sido promissor. À medida que a tecnologia evolui,

os drones provavelmente se tornarão ainda mais inteligentes e eficientes. Agricultura de precisão, com o auxílio dos drones, provavelmente, se tornará normal, garantindo uma produção sustentável de alimentos para a população.

Palavras–chave: drones na agricultura, produção de soja, agricultura de precisão, monitoramento de cultivos, eficiência agrícola, doenças e pragas, tecnologia na agricultura.

Abstract:

The use of drones in agricultural production has become increasingly common, providing benefits for farmers. Drones can play a crucial role in optimizing agricultural practices. The article addresses the growing impact of using drones in agricultural production, highlighting several benefits provided by this technology. From crop analysis and monitoring to harvesting, drones play a crucial role, enabling more efficient and sustainable crop management. Aspects such as mapping, detection of pests and diseases, planting demarcation, monitoring of crop development and application of agricultural inputs, plant counting, detection of planting failures, pasture monitoring, detection of water sources, surveillance, detection of outbreaks fire control, telemetry, touching and counting cattle and facilitating the sale of a farm are covered, demonstrating the versatility of these devices in optimizing agricultural processes. With the help of drones, producers can more easily monitor, manage and manage their crops. One of its advantages is that the drone is suitable for both small and medium-sized producers and, especially, large producers. Therefore, the producer saves time, energy and inputs for managing his plantation. Thus, the future of drones in agriculture has been promising. As technology evolves, drones will likely become even smarter and more efficient. Precision agriculture, with the help of drones, will probably become normal, ensuring sustainable food production for the population.

Keywords: drones in agriculture, agricultural production, precision agriculture, crop monitoring, agricultural efficiency, diseases and pests, technology in agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira é caracterizada pela diversidade de culturas, refletindo a vasta extensão territorial e a diversidade de solos do país. A agricultura brasileira é reconhecida por sua alta competitividade e pelo papel fundamental na geração de empregos, riqueza, alimentos, fibras e bioenergia, tanto para o Brasil quanto para outras nações. Destaca-se como um dos setores de maior contribuição para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, respondendo por 21% do total da produção de riquezas, abarcando um quinto de todos os empregos e representando 43,2% das exportações brasileiras, atingindo a cifra de US$ 96,7 bilhões em 2019 (Vendas, 2020). Em contraste com muitos outros segmentos da economia brasileira, a agricultura registrou crescimento positivo. No cenário interno, o setor desempenhou um papel crucial ao contribuir para a manutenção em declínio do preço real da cesta básica de alimentos (EMBRAPA, 2020).

A utilização de drones na agricultura oferece 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

moderna. 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.

Dessa forma, o presente trabalho possui a finalidade de, por meio das análises bibliográficas, fazer um panorama da aplicação dos drones na produção agrícola, destacando seus benefícios e desafios.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho objetivou realizar um levantamento dos artigos publicados em periódicos científicos, sites do governo federal, blogs e revistas da área de ciências agrárias sobre a utilização de drones na produção de soja. Como mecanismo de busca foram utilizadas as palavras chaves como norteadoras da busca on-line: drones na agricultura; produção de soja; agricultura de precisão; monitoramento de cultivos; eficiência agrícola; doenças e pragas; e tecnologia na agricultura. A partir do levantamento, foram encontrados documentos relacionados, foi adotado critério de selecionar os documentos mais pertinentes com a temática do trabalho e mais atuais (2010-2023), restando em 16 que foram usados neste artigo de revisão.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Drones e seus benefícios na Agricultura

Atualmente, o agronegócio e todas as suas atividades contam com ajuda de novas tecnologias que ajudam no dia a dia, trazendo inúmeros benefícios para o produtor. Essas tecnologias podem ser relacionadas com a chamada Agricultura de Precisão (AP). Lamparelli (2016) define Agricultura de Precisão (AP) como um conjunto de técnicas que possibilitam o manejo localizado nos cultivos, visando otimizar os insumos da produção. Essas técnicas buscam maximizar o rendimento da cultura, considerando fatores como localização e fertilidade do solo

O desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados (VANT's) surgiu como uma grande opção na agricultura de precisão. A expressão "Veículo Aéreo Não Tripulado" é extremamente reconhecida em todo o mundo e abrange uma extensa variedade de aeronaves que possuem autonomia total, semi autônoma ou são controladas remotamente. Avanços recentes na tecnologia computacional, desenvolvimento de software, materiais de mais níveis, sistemas globais de navegação, links de dados avançados, sensores sofisticados e a miniaturização são os motivos do aumento de desenvolvimento de VANTs, e o comércio para diversos setores do mercado, entre eles a agricultura (Peres, 2015).

Os drones, como podem ser chamados de VANT's, desempenham um papel crucial na agricultura de precisão, os drones proporcionam os seguintes benefícios:

Análise da plantação: Drones são extremamente reconhecidos por sua utilidade na análise da plantação, detectando divergências e doenças, falhas no planejamento e excesso de supervisão. Aliados a softwares de análise de imagens, podem identificar a coloração das plantas para detectar problemas como a presença de fungos; Demarcação de plantio: Para determinar as áreas ideais para o plantio, os drones oferecem uma visão aérea fácil e ágil. Com base nas imagens captadas, é possível analisar as áreas mais propícias para a semeadura; Acompanhamento do desenvolvimento da safra: Realizando sobrevoos regulares, os drones permitem o acompanhamento do desenvolvimento da safra. As imagens capturadas podem ser comprovadas cronologicamente no computador, fornecendo insights sobre o progresso esperado; Pulverização: Embora ainda esteja em fase de desenvolvimento, há protótipos de drones capazes de transportar até 18 litros de produtos químicos. Essa aplicação pode ser mais eficiente e segura devido à proximidade das plantas e à ausência de um piloto a bordo.

Acompanhamento de pastagem: Drones buscando uma visão aérea que ajuda a identificar pastagens que precisam de reforma e aquelas prontas para uso. Análises elaboradas, incluindo coleta de solo, podem ser realizadas em pontos estratégicos da fazenda; Monitoramento de desmatamento: Os drones oferecem uma visão ampla de áreas remotas e de difícil acesso, sendo úteis para identificar e combater desmatamentos com precisão; Localização de nascentes de água: Em áreas de difícil acesso, os drones podem encontrar nascentes de água, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos; Determinação de locais para estradas: Superando obstáculos como matas fechadas, os drones ajudam a determinar as melhores

coordenadas para abrir estradas. Vigilância: Drones, devido ao seu tamanho e agilidade, podem ser usados para vigilância nas divisões da propriedade, oferecendo uma solução eficaz para proteção.

Detecção de focos de incêndio: Utilizados de forma eficiente para sobrevoar incêndios, os drones identificam os focos de incêndio, contribuindo para o controle dessas situações perigosas; Telemetria: Drones com imagens de alta qualidade podem ser usados para medir propriedades por meio da telemetria; Tocar uma boiada: Embora pouco conhecido, é possível usar drones para conduzir uma boiada, embora especialistas em bem-estar animal ponderem sobre o possível estresse causado aos animais; Contagem de boiada: Com imagens aéreas, os drones facilitam a contagem de rebanhos sem a necessidade de deslocar um peão; Busca de animais perdidos: Caso algum animal se perca, os drones podem ser empregados para localizá-lo e, se necessário, direcioná-lo de volta ao grupo; Facilitação na venda da fazenda: Ao invés de deslocar o comprador até a fazenda, é possível gravar imagens com drones e apresentá-las ao interessado, facilitando o processo de venda.

TABELA 1 – DRONES: APLICAÇÕES E POSSIBILIDADES

APLICAÇÕES	**POSSIBILIDADES**
Mapeamento aéreo	Um dos usos mais comuns para o drones, são aliados a softwares para análise das imagens captadas. Podem contar as plantas e identificar falhas nas linhas de plantio; identificar pragas, doenças e deficiência nutricional; excesso de irrigação; onde despejar fertilizantes, etc.
Demarcação	Os drones podem mostrar quais áreas da sua fazenda estão propícias para o plantio através de fotos e imagens tiradas de maneira fácil e rápida.
Pulverização	Mapeando a topografia do solo para identificar as áreas que precisam da utilização da pulverização, os drones podem realizar a aplicação do produto com maior precisão, agilidade e economia.

Irrigação	Esta aplicação é muito eficiente, pois os drones conseguem identificar com um sobrevoo a presença de regiões que precisam de irrigação.
Georreferenciamento	O drone realiza o trabalho de levantamento de dados, como suas coordenadas, (altitude, latitude, longitude), permitindo limitar a área agrícola.

Fonte: FatecLog

Todas essas funcionalidades são essenciais nos dias atuais para o produtor rural, pois permite que ele preveja futuras condições e procure soluções precisas e adequadas, para que não venha a ter prejuízos. Anteriormente, a análise de dados da plantação ou produção agrícola demandava mais tempo e recursos limitados, comprometendo a precisão dos resultados (EMBRAPA, 2018).

Segundo a Embrapa, o drone é constituído, além da aeronave, por uma estação de controle em solo denominada Ground Control Station (GCS), que possibilita planejar uma missão a ser executada, acompanhando todo o trabalho realizado remotamente. Possibilita, também, a visualização de um mapa referente ao local que será monitorado, devido à referência da posição do drone. O planejamento de uma missão para um drone envolve, os objetivos da missão, que podem ser mapeamento, monitoramento, busca e resgate e inspeção. Em seguida, escolhe-se a área geográfica onde a missão será realizada. Depois, planeja-se a rota que o drone seguirá. Após a preparação, a missão é executada, e o drone segue a rota planejada para coletar dados. Durante a missão, a GCS permite o acompanhamento em tempo real do drone, incluindo a visualização do mapa da área e a posição atual do drone (EMBRAPA, 2023).

Segundo a Fundação Roge, o custo do drone pode variar conforme o modelo escolhido, sua aplicação em áreas de dimensões pequenas ou grandes, quantidade de recursos disponíveis, entre outros fatores. Atualmente, essa variação de preço situa-se entre R$ 4.000,00 e 3 milhões de reais, havendo também a opção de contratar empresas especializadas que oferecem serviços terceirizados nesse segmento (FUNDAÇÃO ROGE, 2023).

3.2 Uso de Drones na Produção agrícola e Aumento da Produtividade

A produção de soja, por exemplo, desempenha um papel crucial na economia mundial, com destaque para o Brasil, que é um dos maiores produtores e exportadores desse grão. Monitorar e otimizar a produção de soja é uma necessidade crescente, e a aplicação de tecnologias como drones têm se mostrado uma ferramenta valiosa nesse contexto. Com a adoção de novas tecnologias no campo, busca-se maximizar a produção e a precisão no manejo das culturas, evitando despesas consideradas "desnecessárias" e promovendo decisões mais assertivas. Isso visa alcançar maior objetividade e reduzir custos associados ao desperdício de produtos. (Crusiol *et al.*, 2023)

Atualmente, os drones desempenham um papel fundamental nesse contexto, utilizando suas capacidades de monitoramento e pulverização para aprimorar eficazmente o manejo agrícola. Drones equipados com câmeras multiespectrais de monitoramento conseguem identificar deficiências hídricas, áreas mais afetadas por pragas, entre outros aspectos.

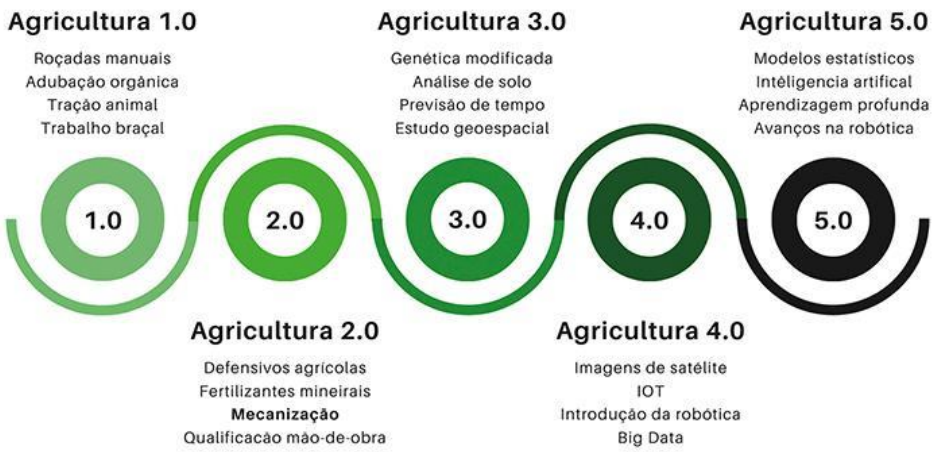
No estudo conduzido por Crusiol *et al*., (2023) o foco recai sobre a estimativa da produtividade da soja por meio da resposta espectral da cultura, utilizando bandas espectrais compatíveis com sensores em nível aéreo, como drones. O Brasil enfrenta desafios significativos, especialmente relacionados a estresses sazonais, como a seca, que podem comprometer a produtividade da soja. Nesse cenário, a capacidade de monitorar e estimar a produtividade da soja em tempo real se torna crucial. Os resultados do estudo apontam para a alta precisão dos modelos de estimativa da produtividade da soja. Utilizando algoritmos de aprendizado de máquinas, os valores estimados variaram de 287 a 5.398 kg/ha. Esses resultados foram obtidos a partir de bandas espectrais compatíveis com o sensor Altum, destacando a capacidade dos drones em adquirir dados de alta resolução, essenciais para estimativas precisas. A aplicação de drones na estimativa da produtividade da soja é particularmente promissora devido à agilidade na aquisição de dados sobre áreas de interesse. Além disso, os drones podem mapear extensas áreas em curtos períodos e com custos relativamente baixos. Essa abordagem é não destrutiva e oferece insights valiosos para práticas agrícolas específicas, garantindo maior sustentabilidade para os sistemas de produção. (Crusiol *et al*, 2023)

O estudo conduzido por Tomazini e Moscon (2023) explorou a aplicação de drones na obtenção de mapas de aplicação de precisão em soja. Os drones desempenham um papel fundamental na agricultura de precisão, permitindo a

obtenção de imagens em tempo real com alta precisão. A utilização de imagens de drones permite monitorar plantas daninhas, avaliar o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e determinar a necessidade de dessecação das culturas. Além disso, essas imagens podem ser usadas para a aplicação de fertilizantes em taxa variável, o que maximiza a eficiência no uso de insumos.

Outro aspecto importante do uso de drones na produção de soja é a pulverização de inseticidas. Notavelmente, a pulverização via drone, predominantemente observada em campos experimentais de soja, tem ganhado destaque no mercado, alinhando-se aos princípios da agricultura 5.0. Essa tecnologia está sendo cada vez mais adotada, especialmente na pesquisa, devido aos resultados promissores no manejo (Santos, *et. al.,* 2020).

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA



Fonte: Revista Cultivar (2020).

Vale destacar que o vórtice gerado pelas hélices dos drones contribui para uma distribuição mais eficiente de gotículas, proporcionando controle eficaz na parte inferior da cultura.

Um estudo realizado por Oliveira *et al*. (2021) examinou o depósito de inseticidas em diferentes estratos da planta de soja durante a pulverização com drones. Os drones oferecem a vantagem de aplicar tratamentos precisos, evitando o desperdício de produtos químicos e reduzindo os impactos ambientais. Os resultados do estudo indicaram que a pulverização com drone, utilizando um volume reduzido de calda por hectare, apresentou desempenho equivalente ou até superior a outras tecnologias de

aplicação, como pulverização costal e trator. A combinação de ponta de pulverização, pressão de trabalho e as condições ambientais favoráveis foram fundamentais para o controle eficaz de pragas na cultura da soja. Esse estudo demonstra a eficácia dos drones na pulverização precisa de produtos fitossanitários.

Segundo o estudo de Tomazini e Moscon (2023), a otimização da aplicação de herbicidas no solo não apenas resulta em economia do produto, mas também reduz a taxa de transferência de produtos químicos em áreas onde não há demanda. Esse processo, ao longo do tempo, contribui para minimizar os impactos adversos no solo, resultando em uma melhoria quantitativa da qualidade do solo e um aumento na produtividade.

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. Muitas vezes, os agricultores calculam meticulosamente seus custos, como defensivos, combustível e mão-de-obra, mas negligenciam aspectos como o amassamento causado pelas pulverizações, que pode ocorrer devido às rodas dos equipamentos (Cruvinel & Karam, 2023).

Reis e Zanatta (2017), destacam a importância de considerar essas perdas ao calcular os custos totais de uma safra. Eles apresentam um cálculo geral que, pode resultar em uma perda de até 115,2 kg/ha por safra, equivalente a aproximadamente R$124,80/ha. Considerando o preço da saca de soja a R$199,49, essa perda poderia se elevar a cerca de R$383,02/ha, representando uma quantia significativa.

Diante desse cenário, a utilização de drones de pulverização torna-se ainda mais interessante, uma vez que a economia proporcionada pela redução de perdas pode contribuir substancialmente para compensar o investimento necessário na aquisição desses drones.

3.3 Desafios

A crescente integração de drones na agricultura moderna representa uma revolução significativa, oferecendo potencialidades inexploradas para o

monitoramento e aprimoramento das práticas agrícolas. No entanto, essa transição para a adoção generalizada de drones na agricultura não está isenta de desafios substanciais. À medida que os drones se estabelecem como ferramentas essenciais, é imperativo compreender e enfrentar os obstáculos que podem impactar sua eficácia e implementação eficiente. O advento dos drones na agricultura tem trazido avanços significativos, proporcionando eficiência e precisão em diversas operações. No entanto, é imperativo reconhecer e abordar as desvantagens inerentes a essa tecnologia emergente. Os desafios associados aos drones agrícolas incluem:

Os drones agrícolas enfrentam um desafio intrínseco relacionado à sua capacidade de carga. Em comparação com os pulverizadores ou aviões agrícolas, sua capacidade de transportar insumos é substancialmente menor. Isso se torna uma consideração crítica em operações que abrange vastas áreas, onde a limitação de carga pode impactar a eficiência operacional. A autonomia de voo dos drones é diretamente influenciada pela capacidade da bateria. A necessidade de recargas frequentes, especialmente em operações abrangentes, pode resultar em paradas que afetam a eficiência e produtividade. A limitação na autonomia destaca a importância de estratégias de gerenciamento de tempo e logística para otimizar o uso dessas tecnologias (Gonçalves, 2023).

Drones são mais sensíveis a condições climáticas adversas, como ventos fortes, chuvas intensas e temperaturas extremas. Esses fatores podem comprometer a capacidade de voo dos drones, afetando a qualidade das operações agrícolas. Estratégias de programação e monitoramento meteorológico são essenciais para mitigar os impactos negativos dessas condições.

O investimento inicial na aquisição de drones agrícolas, juntamente com os custos associados ao treinamento necessário para operá-los, representa um desafio financeiro considerável. Além disso, a manutenção regular e a substituição de peças danificadas podem gerar custos adicionais ao longo do tempo. Agricultores precisam avaliar cuidadosamente esses custos em relação aos benefícios potenciais.

A utilização de drones na agricultura está sujeita a regulamentações e restrições específicas em vigor em cada país. Cumprir essas normas e obter as licenças adequadas para operar drones na agricultura pode adicionar complexidade e limitações às operações. A conformidade com as regulamentações é fundamental para garantir o uso ético e legal dessas tecnologias.

3.4 Legislação quanto ao uso de drones no Brasil

A legislação brasileira, especificamente a Nº 298 de 22/09/2021 do MAPA, estabelece requisitos rigorosos para o uso de drones na agricultura. Esses requisitos incluem a necessidade de o operador ser maior de idade, habilitado, capacitado e registrado. A ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) exige registro para todas as aeronaves não tripuladas acima de 250 gramas, juntamente com a obrigação de obter seguro RETA (Responsabilidade Civil do Explorador ou transportador Civil Aéreo) para garantir a segurança das operações. A ANAC e o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) regulamentam o uso de drones em todo o território nacional, exigindo autorizações específicas para operações em áreas rurais, exceto para fins recreativos. A importação de drones requer homologação da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), enquanto o Ministério da Defesa proíbe o mapeamento de áreas superiores a 15 km². Embora a legislação seja restritiva, há esforços para aprimorar regulamentações e facilitar o uso de drones na agricultura, com apelos para investimentos em políticas públicas, capacitação e tecnologias específicas para o setor agrícola (Alarcão Junior & Nunez, 2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da crescente importância da agricultura brasileira, a aplicação de drones emerge como uma ferramenta indispensável para impulsionar a eficiência, produtividade e sustentabilidade no setor. A capacidade dos drones de coletar dados de alta resolução, identificar problemas precocemente e otimizar o manejo agrícola oferece benefícios significativos para os produtores. Os estudos revisados evidenciam que os drones desempenham um papel crucial na estimativa da produtividade, no monitoramento de áreas extensas e na aplicação precisa de insumos. A utilização de câmeras multiespectrais, algoritmos de aprendizado de máquinas e pulverização de precisão destaca o potencial dessas tecnologias para promover práticas mais eficientes e sustentáveis.

Em conclusão, enquanto os drones agrícolas oferecem inovações significativas, é essencial considerar e abordar esses desafios para maximizar os benefícios dessa tecnologia na agricultura moderna. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de

soluções para superar essas limitações são cruciais para a integração bem-sucedida dos drones no panorama agrícola. O futuro da agricultura no Brasil, está intrinsecamente ligado à capacidade de superar esses desafios. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, juntamente com esforços para tornar as tecnologias de drones mais acessíveis e adaptáveis às condições agrícolas, são cruciais. Ao fazer isso, podemos alavancar todo o potencial dos drones para promover uma agricultura mais eficiente, sustentável e resiliente no cenário brasileiro e global.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Aviação Civil. (2023). **Registro de aeronaves não tripuladas.**

ALARCÃO JÚNIOR, JC de; NUÑEZ, DNC O uso de drones na agricultura 4.0. In: **Revista Brasileira de Ciência** , *[S. l.]* , v. 1, pág. 1–13, 2023. DOI: 10.14295/bjs.v3i1.438. Disponível em: https://brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/438. Acesso em: 21 dez. 2023.

CASTRO, J.; BIAZOTTO, K.; ROMÃO, M. Tecnologias aplicadas à agricultura: utilização de drones para atividades agrícolas. In: **X FATECLOG - Logística 4.0 & a Sociedade do Conhecimento.** FATEC, Guarulhos/SP – Brasil, 2019. ISSN 2357-9684. Disponível em: https://fateclog.com.br/anais/2019/TECONOLOGIAS%20APLICADAS%20%C3%80%20AGRICULTURA%20UTILIZA%C3%87%C3%83O%20DE%20DRONES%20PARA%20ATIVIDADES%20AGR%C3%8DCOLAS.pdf. Acesso em: 08 dez. 2023.

CRUSIOL, L. *et al*. Estimativa da produtividade de soja por bandas espectrais compatíveis com sensores em nível aéreo (drone) e orbital (satélite) e modelos machine learning. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA**, 38., 2023, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2023. p. 37-39. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1156467. Acesso em: 07 dez. 2023.

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 dez. 2023.

EMBRAPA. **Uso de Sensores Aerotransportados em RPAs**. Brasília, 2023.

EMBRAPA TERRITORIAL. Uso de Sensores Aerotransportados em RPAs. **Satélites de Monitoramento. Campinas,** 2018. Disponível em: < https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento > . Acesso em: 21 dez. 2023.

Fundação Roge. **O uso do drone a favor do campo.** [2023?]. Delfim Moreira, MG. Disponível em: <https://www.fundacaoroge.org.br/blog/o-uso-do-drone-a-favor-do-campo>. Acesso em: 08 dez. 2023.

GONÇALVES, Bruno. Vantagens e desvantagens de drones, pulverizadores terrestres e aviões agrícolas. **AgroCR**, Cascavel, PR. 2023. Disponível em: https://agrocr.com.br/2023/06/06/vantagens-e-desvantagens-de-drones-pulverizadores-terrestres-e-avioes-agricolas/#:~:text=Capacidade%20de%20carga%20limitada%3A%20Os,para%20opera%C3%A7%C3%B5es%20em%20grandes%20%C3%A1reas. Acesso em: 21 dez. 2023.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa regulamenta o uso de drones em atividades agropecuárias.** 2021. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-regulamenta-o-uso-de-drones-em-atividades-agropecuarias\. Acesso em:

08 dez. 2023.

OLIVEIRA, Altacis *et al.* Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. In: **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, set. 2020. ISSN 2525-8761. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/15976/13095\. Acesso em: 08 dez. 2023.

OLIVEIRA, V. R. *et al.* Depósito de inseticida em diferentes estratos da planta de soja obtido na pulverização com drone. In: **JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA**, 16., 2021, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2021. p. 157-162. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139097/deposito-de-inseticida-em-diferentes-estratos-da-planta-de-soja-obtido-na-pulverizacao-com-drone\. Acesso em: 08 dez. 2023.

PERES, HF. Desenvolvimento de Veículos Aéreos Não Tripulados no Brasil: Interesses Nacionais, Desafios Internacionais. *IN:* **Conjuntura Austral.** 2015; v. 6, n. 31, p. 29- 41. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/ConjunturaAustral/article/view/55387. Acesso em: 01 dez. 2023.

REIS, E. M.; ZANATTA, M. **Cálculo do dano do amassamento, na cultura do trigo, pelo rodado do equipamento na primeira aplicação de defensivos.** Passo Fundo, RS, [2017?]. Disponível em: https://silo.tips/download/calculo-do-dano-do-amassamento-na-cultura-do-trigo-pelo-rodado-do-equipamento-na. Acesso em: 08 dez. 2023.

SANTOS, Vitor *et. al.* Como avança o processo de modernização da agricultura. In: **Revista Cultivar.** Pelotas, RS. 2020. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/noticias/como-avanca-o-processo-de-modernizacao-da-agricultura. Acesso em: 08 dez. 2023.

TOMAZINI, Luiz; MOSCON, Eder. O USO DE DRONE PARA OBTENÇÃO DE MAPAS DE APLICAÇÃO DE PRECISÃO EM SOJA. **Repositório Institucional**, v. 2, n. 1, 2023.. Disponível em: http://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/view/4416/2272\. Acesso em: 07 dez. 2023.