UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96.
Reconhecimento: Portaria 909/95, DOU 01/08-95
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agronômica

MATHEUS DE BRITO SANTOS SOUZA

O POTENCIAL DA TECNOLOGIA DE DRONES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

JUAZEIRO BA
2023

MATHEUS DE BRITO SANTOS SOUZA

O POTENCIAL DA TECNOLOGIA DE DRONES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Projeto de pesquisa apresentado à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, colegiado de Engenharia Agronômica como pré-requisito para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Orientador: Prof. Dr. Flávio José Vieira de Oliveira.

JUAZEIRO BA
2023

MATHEUS DE BRITO SANTOS SOUZA

O POTENCIAL DA TECNOLOGIA DE DRONES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Projeto de pesquisa apresentado à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, colegiado de Engenharia Agronômica como pré-requisito para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Aprovado em 15/12/23

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio José Vieira de Oliveira – (Presidente/Orientador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

Prof. Dr. Ruy de Carvalho Rocha – (Primeiro examinador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

Prof. Acácio Figueiredo Neto – (Segundo examinador)
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

JUAZEIRO-BA
2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e pelas bênçãos a mim concedidas. Por ter me guiado sempre no caminho do bem, ter me dado forças para enfrentar as adversidades da vida e ter me livrado de todo mal.

Aos meus pais, que sempre fazem tudo que estiver ao alcance para me ver bem. Por todos os ensinamentos e valores que me foram passados e me fizeram quem sou.

Aos meus tios, tias, primos, primas, amigos e amigas por toda consideração, cuidado e carinho que têm por mim e por estarem sempre disponíveis quando preciso.

Ao professor Dr. Flávio José Vieira de Oliveira por ter aceitado me orientar no trabalho de conclusão de curso, pela disponibilidade e pelo ensino compartilhado a mim e aos colegas de instituição.

Aos professores em geral, por todo conhecimento e mentoria que nos foi concedido, enriquecendo nosso conhecimento durante os anos de instituição.

A UNEB (universidade do estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais III) por todo suporte que me foi disponibilizado para que eu concluísse a graduação.

Aos amigos que fiz durante os anos de curso e que levarei para a vida fora da universidade. Em especial, expresso minha gratidão a Nadja Cassimiro, Leticya Abreu, José Daniel, Fernando Leite, Francinaldo Hipólito, Bruna Sá, Pedro Henrique e aos demais colegas que fiz durante os anos de graduação.

SOUZA, M. B. S. **O potencial da tecnologia de drones na agricultura brasileira: análise de comercialização no agronegócio.** 2023. 36 p. Monografia (Trabalho de conclusão de Curso) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA, Brasil.

RESUMO

Dado o crescente número da população mundial, ocasionando altas demandas nos diversos setores, dentre eles, o setor agrícola, houve a necessidade de aprimorar técnicas de produção na agricultura, para ir em conjunto com as exigências de consumo. Sendo a agricultura o pilar do setor de abastecimento alimentício do mundo. Com isso, a implementação da agricultura 4.0 foi crucial para o desenvolvimento desse setor, tendo o drone como uma tecnologia que têm se destacado por sua versatilidade no auxílio ao produtor rural. Assim sendo, o mercado de drones, tem crescido de forma disparada, movido pelas funções que essa tecnologia oferece. O trabalho tem como objetivo, investigar a comercialização de drones no mercado brasileiro, abordando suas especificidades e oportunidades. O trabalho será conduzido por meio de pesquisas nos renomados bancos de dados científicos como o Google Scholar, Web of Science e SciELO, empregando combinações de palavras-chave, onde espera-se constatar que o uso dessa tecnologia no ramo vem para agregar no aumento da produção, redução de custos e tomada de decisões satisfatórias.

Palavras-chave: agricultura 4.0, crescimento agrícola, desenvolvimento.

SOUZA, M. B. S. **The potential of drone technology in Brazilian agriculture: analysis of its commercialization in agribusiness.** 2023. 36 p. Monograph (Course completion work) – State University of Bahia, Juazeiro, BA, Brazil.

ABSTRACT

Given the increasing global population, leading to high demands in various sectors, including the agricultural sector, there was a need to enhance production techniques in agriculture to align with consumption demands. Agriculture serves as the cornerstone of the world's food supply sector. Consequently, the implementation of Agriculture 4.0 was crucial for the development of this sector, with drones standing out for their versatility in assisting rural producers. As a result, the drone market has experienced exponential growth, driven by the functions this technology offers. The objective of this work is to investigate the commercialization of drones in the Brazilian market, addressing their specificities and opportunities. The research will be conducted through exploration of renowned scientific databases such as Google Scholar, Web of Science, and SciELO, employing combinations of keywords. The expectation is to confirm that the use of this technology in the field contributes to increased production, cost reduction, and informed decision-making.

Keywords: Agriculture 4.0, agricultural growth, development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A evolução da agricultura. 14

Figura 2. Tipos de VANT: (A) Asa fixa e (B) Multirotor. 16

Figura 3. Vantagens de se trabalhar com agricultura de precisão. 18

Figura 4: Crescimento anual do mercado global de drones. 19

Figura 5. Monitoramento de lavouras. 22

Figura 6. Modelos de VANT's utilizados na pulverização e suas especificações. 23

Figura: 7. Pulverização com drone. 24

Figura 8: Drone Multirotor. 26

Figura 9. Drone de asa fixa. Fonte: mundoGEO. 27

Figura: 10. Drone DJI Agras MG-1. 28

Figura 11. Drone DJI Phantom Pro V2. 29

Figura 12. Drone Pelicano. 29

SUMÁRIO

RESUMO **5**

ABSTRACT **6**

1. INTRODUÇÃO **9**

2. METODOLOGIA **11**

3. AGRICULTURA **12**

4. AGRICULTURA 4.0 ..... **13**

5. DRONE **15**

6. DRONE NA AGRICULTURA **16**

7. COMERCIALIZAÇÃO DE DRONE **18**

8. LEGISLAÇÃO **20**

9. APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DE DRONES NA AGRICULTURA **21**

9.1 Monitoramento **21**

9.2 Pulverização **22**

9.3 Irrigação **23**

10. TIPOS DE DRONES COMERCIALIZADOS NA AGRICULTURA **25**

10.1 Multirotores **25**

10.2 Drones de asa fixa **26**

11. DRONES AGRÍCOLAS MAIS COMERCIALIZADOS **28**

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS **30**

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **31**

1. INTRODUÇÃO

A agricultura tem sido um ramo que está em constante crescimento, sendo importante não só na subsistência humana, como também na economia mundial. Desempenhando funções cruciais na produção de alimentos e matéria-prima. Nesse contexto, o Brasil tem reconhecimento de forma nacional e internacional no desenvolvimento do agronegócio (Aquino, 2020). entretanto, atrelado a crescente constante desse meio, surgiu a necessidade de uma maior produção, a qual esteja em equilíbrio com a quantidade necessária para suprir as necessidades demandadas. Atrelado ao aumento da produção, fez-se necessário a utilização de tecnologias capazes de revolucionar esse cenário.

Após a terceira revolução industrial, a qual compreendeu o avanço tecnológico, os diversos setores de produção aprimoraram suas atividades com o auxílio da robótica visando vantagens na competição, destaque entre as concorrentes e a redução de custos. Dando origem a indústria 4.0, que consiste na união entre tecnologias digitais e físicas. Essa junção resultou na chamada "agricultura 4.0" que utiliza métodos avançados de desempenho e técnicas capazes de aprimorar produções agrícolas que vão desde o preparo do solo á colheita (JACTO 2018). Nesse cenário, o agronegócio contou com a globalização para aprimorar suas técnicas e atingir metas. Segundo Bonneau et. al. (2017) essa estratégia é capaz de analisar qualidade do solo, métodos de irrigação, clima, mapeamento de áreas, monitoramento de lavouras, presença de insetos e pragas.

Nos últimos anos, um dos métodos adotados no campo foi a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT´s), conhecidos popularmente como drones, que são aeronaves controladas por controle remotos e não necessitam de tripulação (EID et. al. 2013). Porém, inclui também uma diversidade de outras aeronaves autônomas ou manipuladas de forma remota, segundo a ABA (associação Brasileira de aeromodelismo). Contudo, o uso de drones é regulamentado e segue os mesmos critérios de segurança que aeronaves tripuladas, prezando pela responsabilidade de danos e evitando falhas (MARINHO 2019). Tem a capacidade de exercer diversas atividades e por isso vem conquistando espaço nos variados setores das indústrias, pois, a sua versatilidade e praticidade competem a essas máquinas atividades como a obtenção de imagens topográficas, monitoramento, transporte de objetos para locais inacessíveis, além de obter

informações com maior precisão, dando uma maior aproveitamento para o trabalho desses veículos aéreos, que inicialmente tinham função apenas no treinamento de pilotos, servindo como alvos (SILVA et al. 2018).

A utilização de drones na agricultura tem apresentando resultados satisfatórios para os produtores, pois, atendem as necessidades do agricultor, auxiliando nas tarefas do dia-a-dia, disponibilizam respostas monitoradas em tempo real na produção, pulverização, monitoramento de doenças, pragas e problemas na irrigação. Além disso, sua capacidade de coletar informações está fazendo com os produtores tomem decisões mais assertivas nas produções, prezando pela alta produtividade, redução de tempo de trabalho e custos quando comparados a outros métodos, tornando-se uma ferramenta fundamental na agricultura de precisão. Permitindo observar a lavoura por diferentes ângulos, possibilitando a visualização de problemas que antes seriam imperceptíveis (GOMES et. al. 2019). Com isso, o mapeamento aéreo é de suma importância, pois, possibilitam a aplicação de insumos de maneira mais consciente, evitando desperdícios de produtos. Medição de áreas, detecção de falhas no plantio, controle de plantas daninhas e monitoramento do rebanho.

Contudo, diante da crescente popularidade desses veículos aéreos no mercado, faz-se necessário compreender quais os modelos que detém maior demanda e quais as razões para determinadas preferências. Segundo Andrade et. al. (p11, 2019) o uso de drones no campo pode ser resumido em quatro funções básicas, sendo elas, varredura de campo, criação de mapas, transporte e monitoramento. Assim sendo, os drones que possuem suas especificações voltadas para o dia-a-dia no campo tem maior preferência pelos agricultores. Sendo eles de mapeamento aéreo, pulverização e irrigação. Esses precisam possuir uma câmera de boa qualidade, para promover imagens nítidas do local, possuir maior cobertura do campo em menos tempo, pois, é através dessas características que poderá alcançar objetivos e saber como agir na identificação de problemas (BORTH, et. al 2014).

2. METODOLOGIA

Este estudo foi feito na forma de uma revisão bibliográfica, uma vez que foram utilizadas publicações já existentes sobre o objetivo da pesquisa, tais como livros e artigos científicos, dentre outros. Essa metodologia permite a investigação e a abordagem de uma ampla gama de fenômenos, uma escala muito maior do que uma pesquisa direta, como destacado por Gil (2002).

A seleção das obras científicas utilizadas teve como base sua relevância para os tópicos de pesquisa incluindo: "comercialização de drones no Brasil", "agricultura 4.0" e "utilização de dones na agricultura", bem como suas interconexões. Essas obras foram identificadas por meio de consultas em bancos de dados respeitáveis, como o Google Scholar, Web of Science e SciELO, utilizando combinações de palavras-chave, tais como "agricultura 4.0", "crescimento agrícola" e “desenvolvimento”.

Além disso, outras fontes de literatura foram identificadas através da análise das referências bibliográficas encontradas nas obras obtidas durante a pesquisa nos bancos de dados. A leitura do material segue orientações apresentados por Gil (2002): uma leitura exploratória para avaliar a pertinência das obras, seguido de uma leitura seletiva para escolher o material mais relevante. Posteriormente, realizar uma análise para organizar e resumir as informações, por fim, uma leitura interpretativa para relacionar a hipótese do estudo com o problema investigado.

3. AGRICULTURA

A agricultura foi um marco na evolução humana, pois, o homem, que até então tinha a caça, coleta e pesca como principais fontes de alimento, perceberam o potencial germinativo das sementes, o que resultava em produtos que podiam ser consumidos no dia-a-dia. A técnica de domesticação de sementes e animais, deu origem as primeiras atividades agrícolas, possibilitando a transição do nômade para o sedentário permitindo o estabelecimento de pequenas comunidades em regiões férteis e próximas a rios. Dando início as primeiras civilizações, as quais dependiam de fatores naturais para definir o plantio e colheita. As civilizações expandiam sua produção á medida que aperfeiçoavam o conhecimento de técnicas de cultivo, manejo do solo e irrigação. Para (FACHINELO et al., 2011) o manejo adequado é fundamental para o desenvolvimento do cultivo e adaptação aos variados climas das diferes regiões.

Desse modo, o surgimento das primeiras ferramentas agrícolas, permitiu que os trabalhadores rurais manejassem o solo de maneira mais eficiente, tornando a produção superior ao esperado. Essas produções excedentes permitiam a realização de trocas de alimentos cultivados, ocasionando práticas econômicas, além disso, os alimentos excedidos eram armazenados, garantindo a segurança quando houvesse enchentes. Os egípcios, por estarem localizados as margens do rio nilo desenvolveram projetos de engenharia para controlar a irrigação no período de inundações. Porém, essas técnicas não se aplicavam para todas as regiões. Segundo Mazoyer e Roudart (2010), as diferentes regiões do planeta tinham condições climáticas variadas. Fazendo com que, cada comunidade desenvolvesse técnicas para as necessidades do seu território.

Dessa forma, a agricultura progredia, tornando-se a principal fonte de sobrevivência, sendo crucial para a alimentação e comercialização em todo o mundo. Com a chegada da revolução industrial e revolução verde, que trouxeram consigo o implemento de máquinas a vapor nas indústrias e aparatos tecnológicos, fez com o trabalho de tração animal e manual que utilizavam materiais como foices, que colhiam grãos de maneira mais rápida (MIGUEL, 2009), fossem substituídos. Ao longo dos anos, a agricultura foi passando por transformações, alterando costumes antigos, fazendo com que com que houvesse mudanças no meio social, como a forma de consumir alimentos e o desenvolvimento de novas ferramentas de trabalho.

Ao longo dos anos, as revoluções presentes na agricultura permitiram que a maneira de tratar o solo e as cultivares fossem aperfeiçoadas, onde as ferramentas e o

trabalho manual deram espaço as máquinas. Fazendo com que a mão-de-obra passasse a ser automatizada, devido aos novos instrumentos cada vez mais independentes (SIMÕES; SOLER; PY,2017). Contudo, após atravessar várias revoluções, a agriculta do presente está consolidada em todo o mundo com o desenvolvimento tecnológico, que trouxe benefícios para o agricultor e para o meio ambiente.

4. AGRICULTURA 4.0

A agricultura surgiu há milhares de anos, concretizando o desenvolvimento humano, dando origem aos primeiros métodos de cultivo e produção, os quais utilizavam animais domesticados e ferramentas manuais. No entanto, as técnicas agrícolas consideradas tradicionais, não eram capazes de suprir as demandas do agronegócio do século XXI, visto que o setor agrícola tem tomando proporções significativas. Segundo (PARIPASSU, 2021) a agricultura 4.0 tem aumentado a produção de alimentos, utilizando tecnologia como meio para produzir em grandes quantidades e fazer com que o alimento chegue de forma saudável até o consumidor final, sem que haja impactos ao meio ambiente.

Sendo considerada como a transformação digital para o agronegócio, a agricultura 4.0 é uma realidade cada vez mais presente no campo, apresentando resultados nunca vistos antes. Tendo como principal função o aumento da produtividade e redução de custos. Esse método tem como base a 4° revolução industrial, fase marcada por conexões tecnológicas que revolucionaram métodos de produção não apenas nas fábricas, como no campo. Para Perez-Valle et al (2020), a agricultura 4.0 marca uma nova era, pois, conta com auxílio de tecnologias para aprimorar o monitoramento, gerenciamento e controle de processos agrícolas.

Estando em constante evolução, a agricultura tem passado por transformações que revolucionaram suas técnicas de produção, revolução esta, conhecida como agricultura 4.0, que apresenta métodos que operam através de tecnologias avançadas, permitindo analisar dados de maneira mais precisa, o que resulta nas decisões de melhor eficiência e benefício a sustentabilidade da agricultura através de abordagens inovadoras, por (FAO 2019).

A agricultura 4.0 está ligada as mais avançadas tecnologias no mercado, agregando inovações para o campo, como softwares, computação em nuvem de

armazenamento, mapeamento, conectividade com aparelhos móveis, respostas imediatas para processamento de dados, dentre outras numerosas técnicas. Segundo Gómez-Barbero & Gutiérrez-Martín (2019) a agricultura 4.0 revoluciona a prática agrícola, pois, tem como base tecnologias digitais como a internet, inteligência artificial e automação.

Porém, o setor agrícola atravessou etapas evolutivas antes de chegar na agricultura 4.0. A primeira etapa, chamada de agricultura 1.0 parte da premissa do trabalho manual e a utilização de tração animal para o manejo do solo. Esta fase, evidencia a agricultura de subsistência, onde o agricultor produzia para sobreviver, resultando em baixos rendimentos. Logo após, surge a agricultura 2.0, fase que marca o surgimento de máquinas para impulsionar as produções, é a fase que a tração animal é substituída pela força mecânica.

Em seguida, entre o período de 1990 a 2010 o setor agrícola evidenciava a agricultura 3.0, fase que identifica a coleta de dados para análises, informações sobre previsão do tempo, estudo geoespacial com o objetivo de guiar as decisões que serão tomadas nas lavouras. A próxima e atual fase é da agricultura 4.0, que representa o avanço da agricultura tradicional, tendo como base o uso de tecnologia, como drones, sensores e sistemas integrados para incrementar a produção.

Figura 1. A evolução da agricultura.
Fonte: Revista cultivar (2020)

5. DRONE

De acordo com Kachroo et al (2018), drones, são veículos aéreos, não tripulado e controlados de forma remota ou programado para seguir determinada rota. Inicialmente, eram chamados de “zangão” pelo barulho que faziam quando estavam no ar. Desenvolvidos pelo engenheiro Abraham (Abe) Karem em 1977. Teve como inspiração bombas voadoras alemãs do tipo V-1, conhecidas como “buzz bomb” e nos aeromodelos rádio controlados, por (MARINHO, 2019). Durante o processo de desenvolvimento, era necessário o auxílio de cerca de 30 pessoas para manusear o drone, o qual consegui manter-se no ar por alguns minutos.

Vale salientar que o termo DRONE, como é popularmente conhecido, foi um apelido dado pelos americanos, que se aplica para todo objeto aéreo não tripulado e que tem por finalidade serviços comerciais, profissionais, entre outros (GALVÃO, 2017). Portanto, por ser um termo conhecido popularmente, não apresenta definições técnicas ou legais.

Assim sendo, tiverem uso significativo durante a segunda guerra mundial, tendo como principal objetivo, fins militares, sendo utilizados no treinamento de pilotos. Além disso, tinham como função, captar informações, entregar mensagens e supervisionar terrenos, para evitar ataques de espiões. Entretanto, com os constantes avanços tecnológicos, ganharam habilidades que são indispensáveis nos diversos setores de produção, tendo conquistado cada vez mais adeptos a essa tecnologia, que abrange uma gama de funcionalidades. Loch (2005) cita objetivos variados que essa tecnologia oferece, que são resumidos a coleta e armazenamento de informações, sistema cartográfico e disponibilização de informações em tempo real.

Embora os primeiros zangões desenvolvidos tinham o objetivo militar, após passarem por uma série de transformações, deixaram de ser empregados apenas por militares e aeromodelismo e passaram a ser introduzidos pelo público de diversos setores comerciais, por (DE BRUM, 2019). Atualmente, essa tecnologia conquistou notoriedade e é utilizada também no setor agrícola, logística, construção civil, meio ambiente, entretenimento e muito mais, tendo sua atribuição direcionada para cada setor. Portanto, para cada função, existe um tipo de drone, alguns sendo mais tecnológicos e mais específicos e outros sendo mais modestos, isso faz com haja variação de tamanho, características e valor.

Além de controle remoto, a maioria dos VANT’s contam com o auxílio de

smartphones ou tablets para operar o seu sistema, tornando uma tecnologia acessível, por ser considerado um método de fácil manuseio. O sistema dos veículos aéreos não tripulados é composto por sensores e softwares que permitem operar essas máquinas de forma remota.

Além disso, são classificados em duas categorias, os modelos de asa fixa e multirotores, cada categoria tem sua especificidade e é apropriado para determinada atividade exclusiva. Os modelos de asa fixa assemelham-se a aviões, pois, são recomendados para voos em altitudes elevadas, sendo ideal para trabalhos com fotogrametria e mapeamento. Em contrapartida, os multirotores correspondem a helicópteros por possuir menor independência, pois, possuem baterias recarregáveis. Dentro dessa categoria, existem subgrupos, sendo eles, quadricópteros (4 hélices), hexacópteros (6 hélices) e octacóporus (8 hélices).

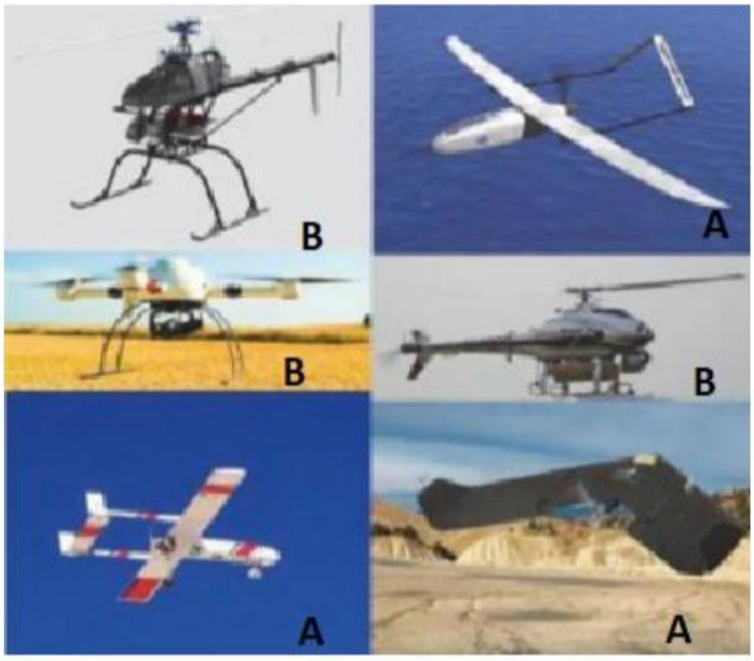

Figura 2. Tipos de VANT: (A) Asa fixa e (B) Multirotor.
Fonte: Sousa (2017).

6. DRONE NA AGRICULTURA

Dado o crescente avanço tecnológico na agricultura, o uso de drones está em ascensão no campo, visto que, é uma tecnologia que atende as necessidades do agricultor.

Essas aeronaves não tripuladas representam revolução no modo tradicional de cultivo, sendo considerada aliada no desenvolvimento da produção, sustentabilidade e redução de custos. Distribuídos nos diversos setores com diferentes funções, dentre eles, o agrícola, no qual os equipamentos podem ser utilizados para análise de campo, pulverização, irrigação, monitoramento, avaliação de culturas e plantação (CLERQ et al., 2018).

Tendo papel variado, ao sobrevoar em campos, são capazes de captar informações que não seriam possíveis observar quando comprados aos métodos tradicionais. Por obterem câmeras de alta tecnologia, possibilitam uma visão mais precisa de toda a limitação da área, capturando informações com mais agilidade. Os mapeamentos aéreos feitos com essas máquinas adequam-se aos diversos mercados, tornando-se útil em cada um deles (MEDEIROS NETO, 2016). Fazendo com que essa tecnologia minimize limitações de cada setor.

O uso de drones na agricultura foi regulamentado em 22 de setembro de 2021 pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) por meio da portaria N° 298. Portanto, para operar essa tecnologia na agricultura é necessário que o drone esteja registrado na agência nacional de telecomunicações (ANATEL) e que o operador esteja apto e seja qualificado por meio de cursos específicos.

Por oferecer respostas imediatas sobre as culturas, é possível tomar decisões diretas e estratégicas, que influenciam no combate a determinada praga, aplicação de produtos de maneira que reduza desperdícios e até mesmo promover a sustentabilidade. Apesar disso, a utilização desses VANT’s para monitoramento enfrentam alguns desafios. Para Yu et al. (2020), algumas questões podem devem ser consideradas na hora de manusear o drone, como segurança do voo, privacidade e habilitação do profissional que vai atuar na manipulação do veículo aéreo.

Essa tecnologia sofisticada promove ainda mais serviços relacionados ao campo, como a utilização de VANT’s na pulverização. Por trabalhar de forma precisa, tem ganhado notoriedade no mercado. Após estudos realizados, nos quais, foram feitas comparações nos métodos de pulverização com drones e de forma manual, m , quando comparado a pulverização tradicional. Isso porque, a pulverização feita de forma inovadora permite uma aplicação de insumos de maneira mais eficiente, tendo maior índice de aproveitamento e menor índice de desperdício.

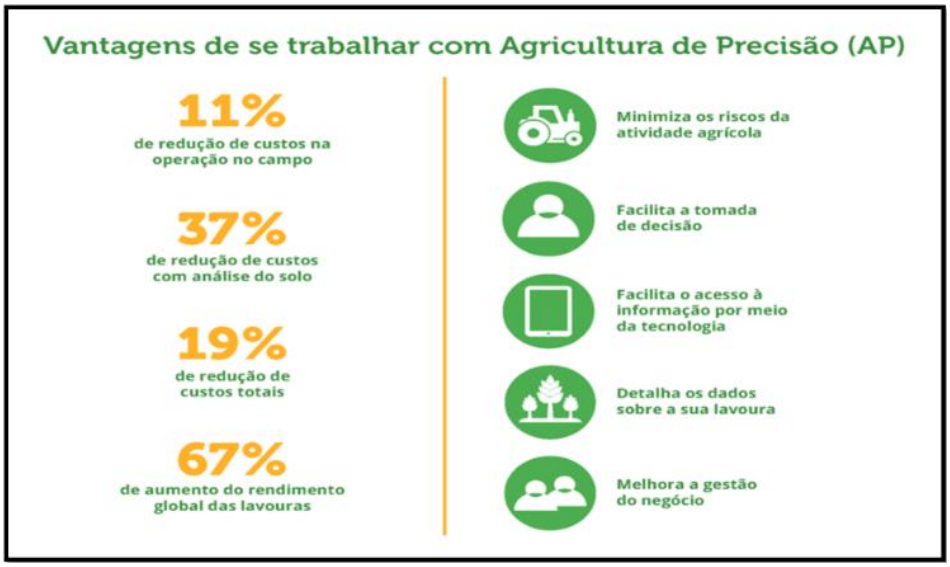

Figura 3. Vantagens de se trabalhar com agricultura de precisão.
Fonte: Aegro (2019).

7. COMERCIALIZAÇÃO DE DRONE

Decorrente do avanço tecnológico, a venda de drones tem tido uma crescente demanda pela forma com que essa tecnologia atende as inúmeras necessidades dos diferentes setores. As empresas exploram a disponibilidade de serviços que essas máquinas oferecem, que vão desde serviços mais específicos aos menos exigentes. O mercado tem adotado estratégias de marketing para atrair adeptos as funcionalidades desses artefatos.

Para instalar estratégias de marketing, é necessário que haja uma análise de mercado, com a finalidade de conhecer o cenário atual dos drones agrícolas. A partir disso, será possível compreender as demandas dos agricultores brasileiros, analisando a comunicação entre agricultura e tecnologia, as tendências que estão em destaque no mercado e analisar as demandas futuras. Pois, a utilização desses equipamentos na agricultura traz uma gema de benefícios, entre eles, mais eficiência nas fazendas, promove o aumento da produtividade e sustentabilidade, (BITTENCOURT, 2022).

Inicialmente a tecnologia de VANT’s resumia-se a hobby, lazer ou fotografia aérea, porém, nos dias de hoje, têm a capacidade de atender a atribuições mais específicas. Os modelos utilizados como hobby tem preços mais acessíveis, variando entre R$ 300,00 a R$ 500,00. Tendo valores mais reduzidos por serem produzidos com materiais de baixo custo, como o plástico e por possuírem bateria com menor tempo de durabilidade. Assim

sendo, o mercado apresenta uma variedade de modelos, que vai dos mais simples ao mais sofisticados, esses, apresentam aparatos que admitem transformações que podem ser utilizadas de diversas finalidades (GUISSONI, 2017).

Os exemplares mais sofisticados podem ultrapassar os R$300.000,00. O que irá definir os valores dos produtos são as características presentes, como a durabilidade da bateria, marca, especificações e recursos. Porém, o apetrecho deve está regularizado e de acordo com a regulamentação brasileira de aviação civil (RBAC) N° 94/2017 é obrigatório o cadastro de drones com peso superior a 250g no sistema de aeronaves não tripuladas (SISANT), independente do modo de uso.

A regulamentação permite a utilização de forma legal. Antes da regulamentação, o comercio enfrentava desafios para a venda desta ferramenta, pois, os produtos que não estavam regularizados, eram considerados ilegais. Após a publicação da regulamentação do setor de drones, pela ANAC (agência nacional de aviação civil) foi permitido a utilização do aparelho para os diversos fins. Desse modo, com a publicação da regulamentação, a procura por cursos e treinamentos teve uma crescente significativa. Para (RIBEIRO, 2021), entre os anos de 2019 a 2022 a comercialização de drones tem crescido de maneira abundante.

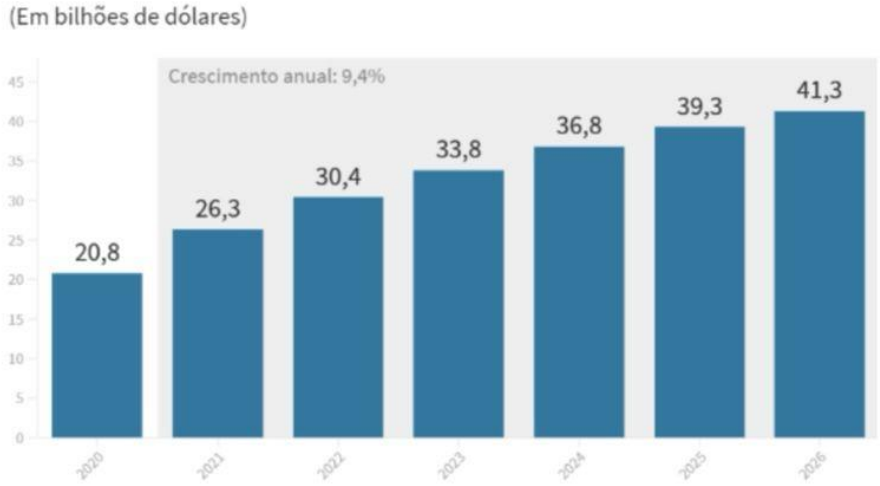

Figura 4: Crescimento anual do mercado global de drones.
Fonte: RIBEIRO (2021).

A figura representada por um gráfico, exemplifica o crescimento anual da comercialização de drones entre os anos de 2020 a 2026, essa crescente tende a continuar por muitos anos devido a versatilidade dessa tecnologia nos diversos setores.

8. LEGISLAÇÃO

Com a publicação da legislação de drones no Brasil, o mercado tem disparado o número de vendas desse produto. Ainda que recente, a publicação que foi homologada em maio de 2017 permitindo de forma definitiva a utilização deste aparelho no país. Com isso, o Brasil passou a contar com a sua própria regulamentação, Porém, assim como no trânsito terrestre, o trânsito aéreo necessita seguir algumas normas e leis. Sendo permitido pilotar os dispositivos, apenas profissionais maiores de 18 anos, o piloto deve ser certificado em cursos de pilotagem e toda aeronave que com entre 250g a 25kg devem estar cadastradas na ANAC (agência nacional de aviação civil).

Através da regulamentação, foi possível estruturar o fluxo do tráfego aéreo, garantindo segurança, além disso, alavancou o mercado que até então teve um declínio nas vendas, pela irregularidade de alguns aparelhos. Portanto, após a compra do produto, o proprietário deve regulamentar o equipamento nas três principais entidades competentes.

A primeira delas é a ANATEL (agência nacional de telecomunicações). É uma agência reguladora ligada ao governo federal, que tem como principal função autenticar os drones em todo o país, garantindo que essas aeronaves operem de forma compatível com as exigências de regulamentação, pois, as aeronaves possuem radiofrequência o que pode causar interferências com outros serviços como a comunicação por satélite. Assim sendo, a agência evita a interferência entre drones e outros serviços importantes. Por DA COSTA PRIEBE e TORRES PERTY (2017, p. 26). máquinas adquiridas em lojas especializadas apresentam o selo da ANATEL.

A ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) É uma agência responsável por fiscalizar as atividades de aviação civil, aeronáutica e aeroportuária no Brasil. A ANAC apresenta regulamentações que devem ser seguidas por todos que operam esse robô, essas regras presam pela segurança do operador e de terceiros. Incluindo a distância de mínima de 30 metros horizontais de qualquer pessoa que não esteja envolvida no manuseio do drone, além disso, VANT’s com o peso total (incluindo equipamentos) de até 250 gramas não tem a obrigação de possuir cadastro na ANAC e o piloto que operar máquinas com a distância acima de 400 pés do solo, precisam obter licença para pilotar.

Dessa mesma forma, o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) controla as diferentes atividades no espaço aéreo, presando pela segurança do voo. Portanto, o DECEA fiscaliza o tráfego aéreo (CECCON,2018). A legislação que vigora

sobre o acesso ao espaço aéreo é a IAC 100-40, nela estão presentes regras para a autorização de voo. Para isso, o piloto deve apresentar registro no DECEA.

9. APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DE DRONES NA AGRICULTURA

9.1 Monitoramento

O investimento da tecnologia no agronegócio tem sido a aposto dos agricultores para o progresso nas produções. Portanto, A utilização de VANT's nos diferentes setores do campo tem obtido resultados convincentes. A utilização dessa tecnologia para o monitoramento do campo, permite observar de maneira mais eficaz e em tempo real as condições em que a cultura está estabelecida. É a partir do monitoramento tecnológico que são observadas pragas ou doenças de difícil acesso a olho nu, além disso, o monitoramento disponibiliza delimitações geográficas de toda a área cultivada.

É através da supervisão feitas por estes equipamentos que os resultados são colhidos e analisados, permitindo tomar decisões precisas e imediatas, havendo a redução de custos, tempo de trabalho e aplicação de produtos de maneira consciente, evitando o desperdício e reduzindo o impacto ambiental. Esse método tem destaque quando comprado aos métodos tradicionais, que na maioria das vezes, exigem mais tempo de trabalho e coleta de dados. Além disso, tem facilidade de coletar dados em locais com acesso limitado, ou que ofereça riscos ao operador.

Ademais, viabiliza a visão de toda a produção presente no campo, verificando falhas no plantio e assegurando ao produtor a contagem do número de plantas, o que da maior controle da propriedade. Através de sensores presentes nas máquinas que permitem a obtenção de informações, é feito o monitoramento remoto que detecta problemas, permitindo a intervenção precoce e efetiva. Esses sensores apresentam câmeras de alta resolução, que tem a habilidade de capturar imagens detalhadas. Além disso, apresentam outros recursos como GPS, que atua em diferentes locais da propriedade, analisando particularidades de cada local (OLIVEIRA, 2016).

Figura 5. Monitoramento de lavouras.
Fonte: Facilit'Air (2020).

9.2 Pulverização

A aplicação eficiente de produtos agrícolas por drones tem crescido devido aos benefícios que essa prática apresenta. Após a utilização destas máquinas para o mapeamento aéreo, a tecnologia permitiu adequar o drone a pulverização. O que tem apresentado resultados benéficos tanto para o produtor quanto para o meio ambiente. Pois, a utilização de VANT acelera a produtividade e reduz a utilização exacerbada de insumos. Segundo (AGROPÓS, 2021) a pulverização por drones é semelhante a utilização de algumas máquinas, por apresentar resultados compatíveis.

Para isso, o drone contém um tanque, local que serve para a adição dos insumos que serão utilizados. Além disso, deve está programado para atuar apenas em áreas determinadas, ou nas que apresentam a constatação de problemas, evitando o uso em excesso de produtos, consequentemente, a redução de custos e redução dos impactos ambientais. validando que essas aeronaves foram programadas para otimizar e economizar recursos.

No entanto, a prática de pulverização com drones necessita de alguns cuidados que devem ser tomados antes de iniciar o processo, para garantir um bom desenvolvimento da máquina. De início é necessário fazer um planejamento de voo para capturar imagens da área que será aplicada o produto, com a finalidade de captar informações sobre o local para definir estratégias que serão adotadas na pulverização,

como ajustar o tamanho da ponta para definir o diâmetro da gota que irá fazer a cobertura da superfície da folha. Para (BAESSO, et. al., 2014) gotas grandes não são totalmente absorvidas, pois, podem escorregar na superfície da folha.

Contudo, a introdução dessa máquina no mercado apresentou um aumento significativo na comercialização. Cada lançamento vem acompanhado de novas tecnologias que conferem aos instrumentos mais eficiência e precisão. Porém, é válido ressaltar que os drones de pulverização ainda apresentam limitações, pois, exigem conhecimento especializado e investimentos para atuar nessa área.

Modelos de drones utilizados na pulverização:

	Nome (marca/modelo)	Capacidade do tanque (litros)	Rendimento do trabalho (hectares/hora)
	Agras MG-1	10	3 a 4
	Pelicano	8	5 a 10
	JT Sprayer 15-608	15	5 a 6
	ElevaSpray 150	75	20

Figura 6. Modelos de VANT’s utilizados na pulverização e suas especificações.
Fonte: Aegro (2023).

9.3 Irrigação

A irrigação feita por drones consiste em um trabalho mais eficiente e elaborado. Alguns desses implementos equipados com sensores de umidade sobrevoam áreas e reconhecem territórios com ineficiência na irrigação ou até má drenagem. Isso permite ao produtor realizar soluções para esses danos, evitando o desperdício de água e garantindo uma irrigação mais eficiente. Portanto, o monitoramento de áreas irrigadas identifica e evita prejuízos e desperdícios para as plantas (KRISHNA, 2016).

Dessa forma, é através desses sensores que identificam locais que apresentam necessidades ou excesso de irrigação, vazamentos, bloqueios e falhas e registram todas as informações obtidas para a central de controle. Essas informações colaboram com a manutenção desses sistemas e asseguram eficiência na utilização da água. De acordo com as referências adquiridas, os sistemas de irrigação são ativados (NATU, 2016). Além do exposto, os VANT's possuem a capacidade de monitorar reservatórios de água e acompanhar a sua distribuição, observando o fluxo da água. Também são capazes de criar mapas detalhados, que possibilitam fazer ajustes ou correções, proporcionando a utilização mais eficaz dos recursos hídricos.

Por meio de sensores presente, também é possível avaliar processos fisiológicos, fatores bióticos e abióticos que acometem as plantas, a exemplo do estresse hídrico, que pode ser avaliado por sensores térmicos. Sendo identificado de maneira precoce, permite que o agricultor diferencie áreas com maior necessidade de irrigação e solucione o problema de maneira infalível. Para mais, a utilização planejada dessa tecnologia com as informações feitas por mapeamento permite que o agricultor desenvolva estratégias para potencializar a produção e reduzir custos. Contudo, essa tecnologia permite reunir informações para tomar decisões apropriadas (VEROUSTRAETE, 2015).

Portanto, a irrigação através de drones, mostra a eficiência dessa tecnologia nas diversas necessidades do campo, além de auxiliar o produtor nas tomadas de decisões e no entendimento sobre as demandas do solo e das culturas, para que haja um manejo desenvolvido de maneira satisfatória, com maior produtividade, menor custo e maior sustentabilidade. O que não seria possível, quando comparada ao método convencional.

Figura: 7. Pulverização com drone.
Fonte: MUNDOGEO (2020).

10. TIPOS DE DRONES COMERCIALIZADOS NA AGRICULTURA

10.1 Multirotores

Os drones multirotores executam um papel considerável na agricultura atual, pois, apresentam soluções com resultados imediatos para os diversos setores agrícolas. As tarefas que essas máquinas executam tem tido resultados positivos para os produtores, que buscam funcionalidade de agilidade nas suas produções. Portando a implantação dessa tecnologia flexível na agricultura tornam as respostas das produções mais eficientes e específicas.

Multirotores são aqueles que apresentam uma quantidade maior de rotores. Os modelos que mais se destacam são os equipados com quatro rotores (quadricópteros), seis rotores (hexacópteros) ou oito rotores (octacóporos). O número de rotores influencia na velocidade do equipamento. O controle desse tipo de drone é dependente do torque dos rotores, pois, através desse ajuste que é possível definir a velocidade, quantidade de movimentos da máquina e o controle preciso durante o voo. Esse grupo é considerado popular na agricultura em razão da sua polivalência no setor agrícola.

Além disso, esse tipo de drone, tem tido preferência no setor agrícola por ser versátil para operações em espaços limitados, pois, possuem a capacidade de decolar e pousar de forma vertical, sendo ideal para regiões com topografia que apresentam dificuldades em pousos simples. São utilizados com frequência para fazer mapeamento de áreas com território limitado, por serem equipados com câmeras e possuírem sensores que contribuem para a percepção de pragas e doenças, tornando possível o combate efetivo e com maior agilidade. Outra característica que a máquina possui é a capacidade de monitorar mudanças climáticas.

Outro ponto importante que essa tecnologia tem destaque quando comparado a outros métodos, é na pulverização ou irrigação, tornado essa técnica mais precisa e consequentemente, diminuindo o desperdício de insumos e água. São projetados para pulverizar ou irrigar apenas em áreas demarcadas ou aplicar produtos diretamente na água, tornando a absorção pela planta mais eficiente.

Figura 8: Drone Multirotor.
Fonte: Embention (2019).

Esses aparatos possuem preços que variam de acordo com a quantidade de rotores e outras especificações. O preço gira em torno de R$ 4.000,00 e ultrapassar os R$ 80.000,00. Os que possuem menor valor são adquiridos para serviços básicos e possuem tecnologia inferior. O valor aumenta conforme a tecnologia presente e as necessidades que serão sanadas.

10.2 Drones de asa fixa

Drones de asa fixa são semelhantes a aeronaves convencionais, por possuírem design aerodinâmico. Diferente dos drones multirotor, esses modelos possuem asas, o que possibilitam a sustentação no ar. Por possuírem assas, detêm maior tempo de voo. São aeronaves não tripuladas que desempenham funções fundamentais na agricultura. Por apresentarem maior velocidade e eficiência no tempo de voo, possuem a capacidade de sobrevoar áreas mais extensas, sendo ideal para monitoramento, mapeamento e levantamento topográfico.

Quando comparado aos multirotores, apresentam maior eficiência, devido ao tempo de voo ser superior. Podendo fazer missões prolongadas sem que haja a necessidade de pausas. Alem disso, os sensores de alta precisão são capazes de identificar processos fisiológicos, como a saúde da planta, crescimento, desenvolvimento, produção ou qualquer outro fator natural que acometa a planta.

Outro fator que diferencia este modelo dos demais é o lançamento e aterrissagem. O drone de asa fixa necessita de um lançador para levantar voo. Esse equipamento tem o movimento semelhante a catapulta, a qual lança a aeronave no ar. A programação do voo é feita antes da decolagem, assim, após o VANT ser arremessado, ele irá iniciar a sua atividade programada, mapeando a região desejada pelo operador. Há casos que a decolagem pode acontecer ao lançar a aeronave com a mão, porém essa técnica não se aplica para todos os modelos. Por esse motivo, os drones de asa fixa, necessitam de uma área ampla para fazer sua decolagem e pouso de maneira segura (ANA LÍGIA GIRALDELI, 2019).

Assim sendo, o pouso desses VARP's depende de cada modelo, alguns podem pousar com o auxílio de paraquedas, ao atingirem a altura programada, o equipamento de segurança é acionado, realizando o pouso em segurança, porém, alguns modelos não necessitam desse aparto e pousam sem o auxílio de equipamentos de segurança. Ao chegarem em determinada altura, diminuem sua velocidade e fazem o pouso de maneira segura.

11. Figura 9. Drone de asa fixa.
12. Fonte: mundoGEO (2021).

Drones do tipo asa fixa tem o preço inicial de R$ 30.000,00 podendo chegar a 100.000,00. Por ser um aparato utilizado para cobrir áreas maiores, podendo fazer a cobertura em apenas um ou dois voos e possuir mais tempo no ar, esses produtos possuem o preço mais elevado quando compradas a drones multirotores.

13. DRONES AGRÍCOLAS MAIS COMERCIALIZADOS

Conforme (INI, 2021) A adoção de drones no setor agrícola trouxe um notável impulsionamento para a comercialização dessa tecnologia. O mercado teve números expressivos em 2019, o valor da comercialização desse produto ultrapassou os R$ 500 milhões. Isso significa que a modernização da agricultura na agricultura tem feito com que os VANT's ocupem cada vez mais espaços no campo, desempenhando funções significativas e eficientes no mapeamento, monitoramento, aplicação de insumos, irrigação, entre outros. Alem disso, a comercialização desses esquipamentos tem provocado também o aumento de vagas de empregos de maneira direta e indireta no seguimento.

Assim sendo, o mercado, através de pesquisas e estratégias de marketing buscou produzir modelos que atendessem aos produtores e suas necessidades, desenvolvendo especificidades nos drones voltadas para cada demanda da agricultura. Segundo (AGRICULTURA DO FUTURO, 2019), atualmente existem vários modelos de drones disponíveis no mercado, porém, alguns nomes detém a maior preferência pelos consumidores, como o Agras MG-1, DJI Phantom Pro V2 e o drone pelicano.

O drone DJI Agras MG-1, é um modelo desenvolvido para ser utilizado na aplicação de produtos no geral (herbicidas, pesticidas e fertilizantes). Apresenta capacidade do tanque de 10 litros, possui bomba dupla, o que proporciona pressão para os bicos de pulverização, alem disso, os sensores presentes monitoram a qualidade da aplicação em tempo real, acompanha topografia do terreno e o seu radar detecta necessidade de desvios para frente e para trás. O valor do drone é de R$100.000,00.

Figura: 10. Drone DJI Agras MG-1.
Fonte: DJI (2022).

O Phantom Pro V2, é considerada a aeronave mais utilizada para mapeamento. Possui câmera de alta definição que elimina obstruções e é capaz de fornecer imagens com detalhes, sendo ideal para a observação de dados da região que está sendo sobrevoada. Além disso, possui uma maior eficiência no tempo de voo. Esse drone tem o valor inicial de R$ 20.000,00.

Figura 11. Drone DJI Phantom Pro V2.
Fonte: Mundo conectado (2023).

Drone pelicano é um veículo aéreo não tripulado de plataforma modular (RPAS). Tem estabilidade por possuir sensores, aparatos eletrônicos e controle embarcados. É um drone considerado de rápido e fácil manuseio, mesmo para pilotos experientes. Os voos podem ser programados para seguirem determinadas posições de forma automatizada e são capazes de fazer voos de forma fixa, sem a necessidade de intervenção do piloto. Tem preferência para realizar trabalhos em locais de difícil acesso ou que apresente riscos. O valor do produto é de R$75.000,00.

Figura 12. Drone Pelicano.
Fonte: SKY DRONES (2021)

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou informações sobre a comercialização e aplicação de drones na agricultura. Citando pontos específicos do uso dessa tecnologia no campo e suas atribuições para o homem e meio ambiente, realizado por meio de pesquisa bibliográfica sobre o tema. Constatando a relevância da tecnologia no desenvolvimento do setor agrícola.

A pesquisa evidenciou que a utilização de veículos aéreos não tripulados oferecem soluções inovadoras, imediatas e eficientes para as diversas atividades agrícolas. Mostrando os diferentes tipos de drones, como os multirotores e de asa fixa, suas características e especificações operacionais que contribuem para o mapeamento, monitoramento, irrigação e pulverização de forma detalhada.

Sendo assim, permite a coleta e análise de dados de forma efetiva, o que é crucial para a tomada de decisões precoce, beneficiando tanto para o agricultor, que irá atuar de maneira imediata, planejando soluções para reduzir custos, quanto para o meio ambiente, pois haverá a aplicação de compostos de maneira consciente.

Portanto, é importante escolher de maneira estratégica o tipo de drone que melhor se adequa as necessidades específicas de cada produtor. No entanto, é importante também conhecer sobre desafios, legislação e órgão que atuam sobre a operação dessas máquinas. VANT’s que voam sem certificação são considerados ilegais.

Contudo, o trabalho evidencia o papel transformador da aplicação de drones e comercialização desses instrumentos na agricultura atual. A integração da tecnologia com a agricultura tem obtidos resultados promissores, promovendo eficiência, redução de custos, sustentabilidade e respostas imediatas.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURA DO FUTURO. **5 modelos de drones para pulverização**. Agrointeli, 2019. Disponivel em: . Acesso em: 30 Janeiro 2022.

AGROPÓS. **Drone para pulverização: Conheça os 5 principais**! AgroPós, 2021. Disponivel em: . Acesso em: 9 Outubro 2023.

ALHADAS, E. Agricultura 4.0 revoluciona o Campo. Blog Next. Mar. 2017. Disponível em: ANDRADE, M. C. R. et al. Brasil: Alimento para o Mundo. **Instituto de Engenharia. São Paulo**, p. 2-16, 2018. Acesso em: 21 de out. de 2023.

BARROS, Heider Silva et al. **Auxiliando o processo decisório na agricultura 4.0: revisando os métodos ordinais na seleção de drones.**

BATALHA, M. O; (Org.), et al. **Gestão Agroindustrial.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

Bittencourt, M. **Drones agrícolas: veja como melhor utilizá-los na fazenda**. 2022. [Acesso em: 26 de outubro de 2023] Available from://blog.aegro.com.br/drones-agricolas/;2023.

BONNEAU. 2017. Ribeiro, J., Marinho, D., & Espinosa, J. 2018. Sienpro Catalao UFG **Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações técnolgicas**. Disponivel em http://sienpro.catalao.ufg.br/ Acesso em 18 Nov. 2023.

BORTH, Marcelo Rafael. et. Al., **A Visão Computacional no Agronegócio: Aplicações e Direcionamentos** Artigo Completo. 2. Seminário internacional de integração e desenvolvimento regional. Ponta Porã, 2014.

CECCON, Luisa Regina. Legislação de aeronaves remotamente pilotadas no Brasil. **Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual**, 2018. Disponivel em: < https://riuni.unisul.br/handle/12345/6557>. Acesso:20/11/2023.

COSTA, Rafaela Duarte. **Análise da atuação dos drones na segurança de um país**. 2019. Tese de Doutorado.

DA COSTA PRIEBE, Leonardo; TORRES PETRY, Alexandre. Big brother is watching you: uma análise da regulação brasileira sobre drones no tocante à violação da privacidade. **Revista do Curso de Direito do Centro Universitário Metodista – IPA**, 2018. Disponível em: . Acesso em: 13 mar. 2021.

DA SILVA CAVALCANTE, Wendson Soares et al. Tecnologias e inovações no uso de drones na agricultura Technologies and innovations in the use of drones in agriculture. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 7108-7117, 2022.

DA SILVA NASCIMENTO, Ana Juvelina; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. **Drone, a História desta Tecnologia.** Tekhne e Logos, v. 12, n. 2, p. 48-56, 2021.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e Perspectivas da Fruticultura de Clima Temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109–120, 2011.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16–17, 2002.

GIRALDELI, Ana Lígia. **Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais.** Aegro, 2019. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/. Acesso em: 18 de Novembro de 2023.

GUISSONI, Ellen Diana Silva de Carvalho. **Comparação custo-benefício entre uma placa dedicada para drones com uma adaptada com arduíno.** 2017. Disponivel em: < https://repositorio.uniube.br/ >. Acesso:01/12/2023.

INI, D. Mercado de Drones no Brasil: entenda o crescimento. **Direito e Negócios**, 2021. Disponivel em: . Acesso em: 26 Novembro 2023.

JACTO. 2018. **Blog Jacto: Agricultura 4.0: tudo o que você precisa saber**. Disponivel em https://blog.jacto.com.br/agricultura-4-0-tudo-o-que-voce-precisa-saber/ Acesso em 17 out 2023.

KRISHNA, K. R. **Push Button Agriculture: Robotics, Drones, Satellite-Guided Soil and Crop Management.** Apple Academic Press. Waretown – NJ, USA, 2016.

LIMA, Antônia Francisca; DE ASSIS SILVA, Edvânia Gomes; DE FREITAS IWATA, Bruna. **Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão de literatura.** Retratos de Assentamentos, v. 22, n. 1, p. 50-68, 2019.

MIGUEL, L. A. (Org.). **Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2009. p. 133-147. (Série EAD/UFRGS).

NATU, Aditya S. **Adoption and Utilization of Drones for Advanced Precision Farming: A Review. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication (IJRITCC).** Vol. 4, N° 5, pp. 563-565, maio de 2016.

OLIVEIRA, R. P. Apoio à decisão na adoção da agricultura de precisão. **Tupã: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, 2016.

PEREIRA, Caroline Nascimento; DE CASTRO, César Nunes. **Expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio rural.** Texto para Discussão, 2023.

SILVA, José Renato da. **A tecnologia no campo e a gestão efetiva do agronegócio.** 2023. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Automação e Controle de Processos Industriais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SILVA, Juliane Maíra Pedro; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 616-629, 2020.

SIMÕES, M.; SOLER, L; S.; PY, H. **Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura.** Boletim informativo da SBCS. Mai-ago, 2017

VEROUSTRAETE, Frank. **The Rise of the Drones in Agriculture**. EC Agriculture. pp. 325- 327, 16 de setembro de 2015.

VICENTE, Murilo et al. **Utilidades cotidianas do drone em propriedades rurais.** Anais da Feira de Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense do Campus Concórdia, v. 6, n. 1, p. 68-68, 2023.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo:** do neolítico à crise contemporânea. Brasília; São Paulo: Nead/MDA; Ed. Unesp, 2010. MIGUEL, L. A. (Org.). **Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2009. p. 133-147. (Série EAD/UFRGS).

Perez-Valle, A., Delgado, M., & Ramos-González, M. I. (2020). Agriculture 4.0 and the use of drones for crop monitoring: A review. Agriculture, 10(11), 554.

Gómez-Barbero, M., & Gutiérrez-Martín, C. (2019). Agricultura 4.0: Una revolución tecnológica para un sector más sostenible y conectado. Estudios de la Economía Agraria y Pesquera, 236, 15-40.

Kachroo, J., Rao, S., & Akintoye, A. (2018). Unmanned aerial vehicle systems: A brief overview. In Emerging trends in ICT security (pp. 151-161). Springer, Cham.

Yu, C., Chen, S., Yang, J., & Xu, Z. (2020). A review on unmanned aerial vehicle systems for civil applications: utilization, research issues, and future trends. International Journal of Aeronautical and Space Sciences, 21(2), 318-333.

Wang, Q., Zhang, Y., Chen, X., Wang, Y., & Liu, X. (2020). Applications of drones in agriculture: a review of recent progress. Biosystems Engineering, 197, 103-125.

PARIPASSU. Agricultura 4.0: impacto e influência da tecnologia na gestão agrícola. **Paripassu,** 2021. Disponivel em: . Acesso em: 13 Novembro 2023.

RIBEIRO, G. Mercado global de drones vai atingir US$ 41,3 bilhões em 2026. **MundoGEO**, 2021. Disponivel em: . Acesso em: 8 Outubro 2023.

GIRALDELI, Ana Lígia**. Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais.** Aegro, 2019. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/. Acesso em: 5 de Fevereiro de 2022

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. **Agriculture 4.0:** the future of farming technology, 2018 Acesso em: 29 de Nov. de 2020.

GALVÃO, M. R.; **Você sabe a diferença entre VANT, DRONE e RPAS?.** Disponível em: https://www.drondrones.com.br/single-post/2017/01/06/Voc%C3%AA-sabe-adiferen%C3%A7a -entre-VANT-DRONE-e-RPAS . Acesso em: 29 de nov. 2023.

LOCH, C.. **Cadastro técnico multifinalitário: instrumento de política fiscal e urbana.** In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabrício Leal; LIMA JUNIOR, Pedro (org.) Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana. Rio de Janeiro: 2005. p. 71 – 99.

BUSSOLOTO DE BRUM, CAROLINE et al. USO DOS DRONES NOS PROCEDIMENTOS CIVIS E CRIMINAIS NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES SOB A ÓTICA DOS DIREITOS FUNDAMENTAIS. In: PRUDKIN, Gonzalo et al (Orgs.). DRONES E CIÊNCIA: Teoria e aplicações metodológicas. Santa Maria: FACOSUFSM, 2019. p. 28-37.

MARINHO, Carlos Alberto Branco. Desenvolvimento do classificador Pixel Explorer (PEX), para a discretização de alvos em imagens multiespectrais. 2019. Disponivel em: < https://repositorio.unb.br/handle/10482/37384>. Acesso:29/10/2023.

MEDEIROS NETO, Manoel Pedro de. **Veículos aéreos não tripulados e sistema de entrega: estudo, desenvolvimento e testes. 2016. Dissertação de Mestrado.** Brasil. Disponivel em< https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21459 >. Acesso:29/10/2023.

AQUINO, Bárbara S. **Os efeitos jurídicos do uso do drone no Direito brasileiro**. Monografia (Graduação em Direito) – Universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília, DF. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/8468/1/21153337.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

Agricultural Outlook 2019-2028: special focus – Latin America. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2019.

ANDRADE, R. O. O voo do Falcão. Pesquisa FAPESP, n. 11, 2013.

EID, B. M.; CHEBIL, J.; ALBATSH, F.; FARIS, W. F. **Challenges of Integrating Unmanned Aerial Vehicles. In Civil Application**. 5th International Conference on Mechatronics (ICOM'13) IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 53 (2013).

GOMES, L. F.; DOS SANTOS, L. N. S.; TEIXEIRA, M. B.; DA SILVA, N. F.; GERALDINE, A. M. Informações invisíveis. Revista Cultivar, p. 31, 2019.

MUNDOGEO. Drones pulverizadores são realidade no campo: parceria entre DJI e Allcomp no Brasil. **MundoGEO**, 2020. Disponivel em: . Acesso em: 1 Dezembro 202.

RIBEIRO, G. Mercado global de drones vai atingir US$ 41,3 bilhões em 2026. **MundoGEO**, 2021. Disponivel em: . Acesso em: 1 Dezembro 2023.

DJI. Agras MG-1 Dji. **Dji**, 2022. Disponivel em: . Acesso em: 1 Novembro 2023.

SKY DRONES. Pelicano Sky Drones. **Sky Drones**, 2021. Disponivel em: . Acesso em:1 Novembro 2023.

Agricultura do futuro. (2019). modelos de drones para pulverização. Agrointeli, 2019. Disponível em: https://blog.agrointeli.com.br/blog/drones-para-pulverizacao/ Acesso em 01 de Nov de 2023.

Sousa, H. L. (2017). Sensoriamento remote com VANTs: uma nova possibilidade para a aquisição de geoinformações. Revista Brasileira de Geomática, 5(3), 326-342. http://dx.doi.org/10.3895/rbgeo.v5n3.5511

MundoGEO, 2021. Disponivel em: mundogeo.com/2023/04/25/drone-de-asa-fixa-com-sensor-multiespectral-por-valor-promocional-na-feira-droneshow-2023/ Acesso em: 8 Outubro 2023.

REVISTA CULTIVAR. 2020. Disponível em: revistacultivar.com.br/noticias/como-avanca-o-processo-de-modernizacao-da-agricultura. Acesso em: 12 Outubro 2023,

Facilit'Air: soluções por drones 2020. Disponivel em: facilitair.com.br/monitoramento-de-lavouras/ . Acesso em 12 Outubro 2023.

Embention: Drone Multirotor 2019. Disponivel em: www.embention.com/product/m600-multirotor-drone/ . Acesso em 6 Novembro 2023.

DJI: Drone DJI Agras MG-1. 2022. Disponível em: www.jerdrones.com.br/qyqx9tq36-drone-dji-agras-mg-1p-agricola. Acesso em 23 Outubro 2023.

MundoGEO: Por G Drones. Drone de asa fixa 2021. Disponivel em: https://mundogeo.com/2023/04/25/drone-de-asa-fixa-com-sensor-multiespectral-por-valor-promocional-na-feira-droneshow-2023/. Acesso em: 8 Outubro 2023.