

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SANANDUVA
CURSO DE AGRONOMIA**

MARIELI SOUZA MACHADO DE OLIVEIRA

**AGRICULTURA 5.0 E SUAS TECNOLOGIAS: O USO DE DRONES NA
AGRICULTURA**

**SANANDUVA
2022**

MARIELI SOUZA MACHADO DE OLIVEIRA

**AGRICULTURA 5.0 E SUAS TECNOLOGIAS: O USO DE DRONES NA
AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Agronomia na UERGS - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Unidade Universitária em Sananduva – RS

Orientadora: Prof^ª. Dra. Marcia Regina Maboni Hoppen Porsch

SANANDUVA

2022

MARIELI SOUZA MACHADO DE OLIVEIRA

**AGRICULTURA 5.0 E SUAS TECNOLOGIAS: O USO DE DRONES NA
AGRICULTURA**

TCC apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel de Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^ª Dra Marcia Regina Hoppen Maboni Porsch
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

Prof. Me. Ernane Ervino Pfuller
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

Prof. **Dr.** Ulisses Pereira de Mello
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

**SANANDUVA
2022**

AGRADECIMENTOS

Sou grata a minha mãe pelo apoio de sempre e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações e agradeço também por nunca ter me deixado desistir.

À minha professora Márcia, agradeço pela confiança depositada na proposta do projeto e ao TCC final e ao professor Ernane pela dedicação sempre com a turma e o carinho e a compreensão a todos.

Obrigada por me manter motivada durante todo o processo!

RESUMO

A agricultura vem passando por mudanças significativas no mundo da tecnologia com o uso consciente dessa evolução tecnológica, o produtor pode aumentar sua capacidade produtiva e economizar insumos, reduzindo custos e aumentando os lucros. Deste modo, o trabalho tem como objetivo buscar a fundamentação teórica sobre para o embasamento do tema “Agricultura e suas tecnologias, o uso de drones na agricultura”, uma vez que, a era tecnológica juntou-se ao desenvolvimento de sistemas globais de navegação e geoprocessamento, que estão ampliando a perspectiva de utilização de veículos aéreos não tripulados, drones, na agricultura. O objetivo geral deste trabalho foi realizar a revisão sistemática e análise bibliométrica no período compreendido de 2010 a 2021, em algumas bases de dados disponíveis na internet sobre a aplicação dos drones na agricultura de precisão. A tendência da pesquisa fixou em três eixos: pulverização / irrigação / Controle de pragas; monitoramento / Sensoriamento / mapeamento; monitoramento / Simulação / desenvolvimento de drones e/ou sistemas, todos se interligando para que a prática agrícola que ajude o homem do campo. Através da pesquisa, constatou-se que as 46 publicações estão espalhadas nos cinco Continentes. O Brasil tem três artigos publicados nas cidades de Campinas, Pernambuco e Ceará. Sendo que o Continente asiático teve 46% das publicações indexadas em alguma rede para visualização. Os temas pesquisados Agriculture Precision, Agriculture Technology e Drone Agriculture estão indexados nas plataformas do IEEE com 63%, Google Scholar com 33% e Scielo com 4% de materiais publicados, como ferramenta de planejamento estratégico com relevância, em pesquisas bibliográficas e/ou documental seguidas pelos estudos de caso. Através destas dados, comprovou-se que o uso de drones na agricultura aumenta os recursos tecnológicos para fornecer dados e informações precisas para a tomada de decisões. Essa tecnologia está inserida diretamente na agricultura 4.0, um conjunto de tecnologias que atuam com o intuito de gerenciar as tarefas do agronegócio permitindo monitorar seu manejo, garantir a qualidade do plantio e o monitoramento contínuo de todo o ciclo da cultura digitalmente, através de sensoriamento remoto, mapeamento de áreas de interesse, com imagens captadas em tempo real com sensores específicos e tecnológicos.

Palavras-chave: Agricultor, Evolução Tecnológica, Aeronaves.

ABSTRACT

Agriculture has been undergoing significant changes in the world of technology with the conscious use of this technological evolution, the producer can increase its productive capacity and save inputs, reducing costs and increasing profits. In this way, the work aims to seek the theoretical foundation on the basis of the theme "Agriculture and its technologies, the use of drones in agriculture", since the technological era joined the development of global navigation and navigation systems. geoprocessing, which are expanding the perspective of using unmanned aerial vehicles, drones, in agriculture. The general objective of this work is to carry out a systematic review and bibliometric analysis in the period from 2010 to 2021, in some databases available on the internet on the application of drones in precision agriculture. Through the research, it was found that the 46 publications are spread across the five continents. Brazil has three articles published in the cities of Campinas, Pernambuco and Ceará. The Asian continent had 46% of publications indexed in some network for viewing. The researched topics Agriculture Precision, Agriculture Technology and Drone Agriculture are indexed on the IEEE platforms with 63%, Google Scholar with 33% and Scielo with 4% of published materials, as a strategic planning tool with relevance, in bibliographic and/or documentary research followed by case studies. Through these data, it was proven that the use of drones in agriculture increases technological resources to provide accurate data and information for decision making. This technology is directly inserted in agriculture 4.0, a set of technologies that act with the aim of managing agribusiness tasks, allowing monitoring their management, ensuring the quality of planting and continuous monitoring of the entire crop cycle digitally, through remote sensing. , mapping of areas of interest, with images captured in real time with specific and technological sensors.

Keywords: Agriculture, Technology, Drone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de Sensor Inteligente	21
Figura 2- Exemplo de drone	22
Figura 3- Exemplo de GPS.....	23
Figura 4-Exemplo de Big Data.....	23
Figura 5- Exemplo de robôs na agricultura	24
Figura 6-Modelo de drone - pequena aeronave pulverizadora.....	25
Figura 7-Drone de rotor único	27
Figura 8- Drone de asa fixa	27
Figura 9- Drone com 4 rotores.	28
Figura 10- Descrição dos Passos da Revisão Sistemática e Bibliometria	31
Figura 11- Ano das publicações que formaram a amostra	36
Figura 12- Porcentagem das publicações considerando os continentes	37
Figura 13 - Classificação do tipo das universidades onde foram publicados os artigos encontrados na pesquisa.....	39
Figura 1- Tipo de pesquisa, metodologia utilizada nas publicações selecionadas.....	40
Figura 2- Tipo de publicação.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Leis que regem os estudos bibliométricos	33
Tabela 1- Ranking do número de publicações por países entre 2010 e 2021.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Primeira Filtragem: Quantidade De Artigos	34
Quadro 2 - Segunda Filtragem: Tema Relevante A Pesquisa	35
Quadro 3 - Terceira Filtragem: Resumo	35
Quadro 4 - Classificação do Fator de Impacto segundo Scimago Journal & Country Rank.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA	15
2.1.1 Agricultura 4.0	18
2.1.2 Agricultura 5.0	19
2.2 TECNOLOGIA NA AGRICULTURA	20
2.3 HISTÓRICO SOBRE A INOVAÇÃO DA TECNOLOGIA: DRONE	24
2.3.1 Tipos De Drones	26
2.3.2 Utilização de Drones na Agricultura	29
3 METODOLOGIA	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS DADOS	34
4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS	42
4.3 O USO DE DRONES OU VANTs NA AGRICULTURA: EXEMPLOS DE APLICAÇÃO	44
4.3.1 Pulverização / irrigação / Controle de pragas	45
4.3.2 Monitoramento / Sensoriamento / Mapeamento	46
4.3.3 Simulação / Desenvolvimento de Drones e/ou Sistemas	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A modernização agrícola tornou-se fundamental em qualquer tipo de cultivo, aliando praticidade com melhoria de qualidade e rendimento. Os produtores estão adotando diversas práticas e ferramentas técnicas para ajudá-los nesse processo, pois uma em cada nove pessoas no mundo (ou cerca de 805 milhões de pessoas) não têm comida suficiente para ter uma vida saudável e ativa, de acordo com a FAO (2015). Ainda, de acordo com Lal (1990) a área terrestre para a agricultura em uso compreende cerca de 3 milhões de hectares. O crescimento populacional, o consumo per capita, o crescimento da renda per capita e a expansão urbana nas próximas décadas tornarão mais frequente o debate sobre a incapacidade de atender às novas necessidades humanas.

As plantações modernas são administradas e estão muito longe da prática de alguns anos atrás. Esses avanços tecnológicos atingiram os campos da agricultura e deram uma nova cara à agricultura, trazendo diversos benefícios para o setor agrícola mundial e nacional. O desenvolvimento tecnológico contribui para aumentar a produtividade e eficiência econômica à agropecuária. A tendência foi a substituição das máquinas com mais potência e pesadas por tecnologias baseadas nas de informações que podem propiciar operações autônomas viáveis e confiáveis em campo (EARL *et. al*, 2000).

Rodrigo (2016) afirmou que 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 na agricultura, os drones. Essa ascensão tecnológica foi necessária para garantir a produção de alimentos. No Brasil vem sendo utilizado por agroindústrias, empresas e, recentemente, pelos produtores rurais como instrumento de análise e monitoramento nas lavouras.

Os drones foram, primeiramente, criados para uso das forças militares nas nações em conflitos, só mais tarde ganharam a função de pacificar e a de ajudar nos processos de produção de alimentos na agricultura, com isso houve uma melhoria no custo de produção, maior eficiência e precisão de trabalho no campo (CORREA, 2008).

Os drones são fundamentais na agricultura, pois proporcionam imagens que seriam impossíveis de ver a olho nu. Suas câmeras são de alta qualidade para ter melhor alcance territorial e de imagem (PIX FORCE, 2022). Segundo Gomes *et.al* (2019) os drones capturam imagens aéreas da lavoura que posteriormente é submetida a análise de imagens, que permite visualizar a plantação

de um ângulo diferente, permitindo a identificação de problemas que antes seriam mais difíceis de identificar.

Diante do exposto, é necessário fazer uma revisão bibliográfica sobre o uso de drones na agricultura para entender suas principais inovações e tendências tecnológicas na produção de alimentos, pois é um setor que os drones ganharam muito reconhecimento se tornou indispensável, foi na agricultura, pois tornou-se uma ferramenta indispensável no manejo das culturas agrícolas.

1.1 PROBLEMA

O avanço da ciência e tecnologia trouxeram um novo olhar para o trabalho no campo e assim nasceu a agricultura de precisão. Com isso vêm vários benefícios para os setores agrícolas globais e nacionais. Assim o sensoriamento remoto, os problemas de cultivo podem ser quantificados com precisão e o gerenciamento pode ser mais direcionado, resultando em reduções significativas de custos. O uso desta tecnologia, como os drones, tem sido utilizado na agricultura para otimizar alguns processos e aumentar a produtividade.

As tecnologias aéreas têm o objetivo de melhorar o trabalho do agricultor, pois facilita a realização de inúmeras atividades, diminuindo o tempo dedicado a ela, aumentando a precisão e minimizando gastos e contribuindo para o aumento da produção, assim como maximizando os lucros.

Observando a necessidade de conhecimento dos impactos resultantes da utilização de drones na agricultura, a pergunta de pesquisa que norteia este trabalho é: Quais os impactos que a utilização de drones na agricultura traz para o setor agrícola?

A tecnologia dos drones revolucionou o campo da agricultura, tornando-se parte do conceito de agricultura de precisão para otimizar processos, aumentar a produtividade e facilitar o gerenciamento de mecanização e modernização do setor. Os VANTs tiveram grande impacto em diferentes atividades econômicas no Brasil, os drones podem auxiliar em diversos aspectos do meio agrícola, sendo esses equipamentos capazes de avaliar a produtividade da lavoura, além de avaliar

aspectos de operações agrícolas como plantio, controle de plantas daninhas, presença de pragas e doenças, estado nutricional da lavoura e manejo do rebanho.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é realizar a revisão sistemática e análise bibliométrica no período compreendido de 2010 a 2021, em algumas bases de dados disponíveis na internet, sobre a aplicação dos drones na agricultura de precisão.

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar embasamento sobre os dados relevantes à pesquisa/estudo, com aprofundamento teórico;
- Realizar o levantamento das publicações nas bases de dados Scielo, Periódicos Capes, Emerald Insight, IEEE Xplore e Google Scholar que disponibilizam artigos e/ou resumos online, utilizando algoritmo de busca;
- Organizar o portfólio das publicações consideradas relevantes e analisar as publicações fazendo contra argumentação entre elas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a expansão da atividade agrícola no Brasil, bem como a expansão do setor agrícola. É importante observar o impacto que as tecnologias da informação e comunicação apresentam nesses setores, em específico, os drones.

Entender os benefícios e possíveis prejuízos que os drones trazem para a agricultura, pode impactar tanto na produção agrícola em si, como também no processamento desses insumos, resultando em melhorias no campo e na indústria. Devido ao grau de novidade desse tema, é

importante que seja verificado e analisado o potencial que essas tecnologias trazem à produção no campo, desde o plantio até o processamento de produção.

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de discutir o uso e aprofundar o conteúdo do uso de tecnologias da informação e comunicação no setor agrícola, principalmente da utilização de drones.

Ademais, é possível notar que o desenvolvimento dos drones refere-se a uma importante ferramenta para a implementação da agricultura de precisão. Visto que a sua utilização e implementação por meio dos novos conhecimentos no meio rural trazem benefícios para a agricultura. Assim com o intuito de auxiliar o produtor rural a identificar maneiras capazes de deixar o gerenciamento mais eficiente, aumentando a rentabilidade das colheitas e contribuindo para a criação do agronegócio com maior competitividade (ALONÇO 2005 apud MEDEIROS 2008).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são abordadas as questões tecnológicas a respeito dos Drones, com o intuito de apresentar como essa ferramenta é útil na Agricultura, com embasamento bibliográfico utilizado como referência para a realização deste trabalho.

2.1 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

A agricultura é uma atividade destinada ao cultivo do solo para a produção de alimentos para consumo humano e/ou necessidades animais. Nesse contexto, a palavra agricultura refere-se à arte de cultivar campos, representando também a lida com questões de trabalho e as técnicas usadas para obter o produto agrícola. O processo de transformação da agricultura ocorreu inicialmente na com a evolução humana ao longo do tempo. Devido às suas necessidades para se estabelecer na terra, houve a demanda de desenvolver uma nova condição para obter a alimentação, que até então não é apenas fornecido pela natureza espontaneamente, mas é feito por homens. É com base nesse raciocínio que o sistema de crescimento de alimentos iniciou (MAZOYER; ROUDART, 2010).

O processo de evolução agrícola está relacionado com o hábito de buscar alimentos para o plantio, os humanos não são mais considerados nômades, pois têm a capacidade de plantar, colher e produzir seu próprio alimento. A agricultura vem se desenvolvendo, e assim, com o apoio das novas técnicas, aprimora-se para satisfazer às necessidades do homem, bem como na questão da praticidade dos cultivos de alimentos (CASTANHO e TEIXEIRA, 2017).

Segundo Pena (2022) o desenvolvimento da agricultura está diretamente relacionado à formação das primeiras civilizações, o que ajuda a compreender a importância da tecnologia e do ambiente tecnológico no processo de construção da sociedade e de seu espaço geográfico. Nesse sentido, à medida que essas sociedades modernizam sua tecnologia, o desenvolvimento da agricultura complementava seu progresso. O mesmo autor afirma que um dos momentos mais importantes do processo de evolução da agricultura ao longo da história foi, sem dúvidas, aquilo que ficou conhecido como Revolução Agrícola. Pode-se dizer que, com o passar do tempo, várias revoluções agrícolas sucederam-se, mas a principal delas ocorreu a partir da Revolução Industrial.

O desenvolvimento da Revolução Agrícola Mundial também esteve diretamente relacionado à expansão colonial marítima da Europa, os povos europeus espalharam diferentes culturas pelo mundo por meio de plantações. No Brasil, o exemplo mais óbvio é a produção de cana-de-açúcar. Vale lembrar que essa interação entre colonos também contribuiu para o desenvolvimento da agricultura, pois técnicas até então pouco conhecidas começaram a ser aplicadas, como os socalcos utilizados tanto na China antiga quanto nas civilizações pré-colombianas (PENA, 2022).

Durante o século XX, mais precisamente após a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento da agricultura atingiu um patamar muito importante, a chamada Revolução Verde. Era basicamente um conjunto de medidas baseadas na introdução de melhorias genéticas nas plantas e na evolução dos aparatos de produção agrícola para ampliar, sobretudo, a produção de alimentos (PENA,2022).

Ainda no que afirma Pena (2022), a Revolução Verde foi muito criticada pelos seus impactos ambientais e também pelo processo de concentração de terras que acompanhou a sua evolução, mas é inegável a sua importância para o desenvolvimento da agricultura no mundo. Além do mais, como extensão, ampliaram-se nas décadas posteriores as melhorias decorrentes da tecnologia no campo, como a biotecnologia e a introdução dos Sistemas de Informações Geográficas na linha de produção agropecuária, o que vem intensificando a elevação da produtividade.

Outrossim, ao longo dos anos, a agricultura brasileira passou por diversas etapas e mudanças. Nas décadas de 1950 e 1960, menos de 2% das propriedades rurais possuíam tecnologia mecânica, todo o serviço era feito por humanos. À medida que o êxodo rural aumentou, a demanda urbana fez com que os produtores produzissem cada vez mais. Assim, novas tecnologias surgiram para facilitar a instalação de máquinas no campo, pesquisa de sementes, insumos e principalmente implementos agrícolas e máquinas (MAQCAMPO, 2019).

Ribeiro (2018^a) define que a agricultura é um conjunto de técnicas destinadas a cultivar a terra com a finalidade de obter produtos, ou seja, alimento. Há cerca de 11.500 anos, os humanos começaram a cultivar a terra, causando nomadismo já que não precisa mais buscar alimento, mas sim, cultivar em um lugar e se estabelecer lá. Os primeiros registros de civilizações vêm dos rios Tigre, Eufrates e Nilo na Mesopotâmia. Com o passar do tempo, a tecnologia evoluiu em todos os campos, da indústria ao campo. Na agricultura essas tecnologias permitem atender a demanda da

população por alimentos e vem tornando áreas agrícolas cada vez mais mecanizadas, por meio de máquinas, insumos, produtos químicos e sementes.

Vieira Filho (2012) documenta que a evolução agrícola no Brasil iniciou em 1960, por meio de fases. A primeira abrange o período da década de 1960 a meados da década de 1970; a segunda começou em meados da década de 1970 e continuou até o início da década de 1970; o terceiro, do início dos anos 1990 a 2014. O mesmo autor ainda defende que a organização da atividade agrícola é definida em sentido amplo, uma vez que não envolve apenas as atividades desenvolvidas na unidade agrícola, mas envolve também um amplo sistema de pesquisa, ciência, inovação e tecnologia.

A trajetória recente da agricultura brasileira é resultado de uma combinação de fatores. O Brasil é rico em recursos naturais, com vastas terras aráveis e água, calor e luz, elementos essenciais à vida. Todavia o que fez a diferença nos últimos 50 anos foi o investimento em pesquisa neste campo de atuação – que trouxe avanços na ciência, tecnologia adequada e inovação –, a determinação das políticas públicas e a capacidade dos agricultores (EMBRAPA, 2018).

A inovação tecnológica é a base do desenvolvimento econômico e pode incluir novas tecnologias através de diferentes métodos de produção e organização, bem como pelo uso de novas combinações de recursos, sobretudo, quando os subsídios agrícolas desempenham um papel importante, tanto em termos de modernização, mas também em termos de crescimento e melhoria. Isso é alcançado por meio da aplicabilidade de novas tecnologias e investimentos no setor, visto que “o trabalho do homem ou de uma máquina se torna mais produtivo quando o nível de tecnologia aumenta” (SANTOS; SANCHEZ, 2014, p. 4).

Certamente, essa nova modalidade de agricultura ganhou destaque entre os grandes e pequenos produtores rurais, e com projeções de se tornarem cada vez mais fundamentais na agricultura de modo geral, se trata da Agricultura de Precisão (AP) (RIBEIRO, 2018).

A agricultura de precisão é definida como um sistema para administrar áreas agrícolas baseado na variação espacial e temporal da produtividade, pretendendo aumentar a sustentabilidade e retorno econômico (BRFÉRTIL, 2019).

Com o passar dos anos, com o desenvolvimento tecnológico avançando rapidamente em todos os setores, da indústria ao campo de plantações, permitiram suprir as necessidades de alimentação da população, assim a propriedade rural é considerada o pilar da produção de alimentos (RIBEIRO, 2018).

Para muitos autores, havia uma urgência em evoluir e aprimorar a agricultura no século XX, despontou a Agricultura 1.0 com o uso da tração animal para diversas atividades no campo. Em seguida surgiu a Agricultura 2.0, que substituiu a tração animal por motores de combustão interna, proporcionando o desenvolvimento de máquinas agrícolas. A Agricultura 3.0 foi desenvolvida para gerenciar o plantio. A revolução que chegou e se instalou incorporando conectividade, automação que utiliza máquinas, veículos aéreos não tripulados, ou seja, drones, robôs e sensores foi a Agricultura 4.0 (ESPERIDIÃO et al. 2019)

Segundo Massruhá e Leite (2016), a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tem contribuído de forma impactante em múltiplas áreas do conhecimento, possibilitando automação de processos, armazenamento de dados, troca de informações e conhecimento. No campo é visível o uso dessas técnicas e vem impactando diretamente nas cooperativas e agroindústrias, visando o aumento da produtividade, gestão e custos.

2.1.1 Agricultura 4.0

A agricultura atual é realizada de forma diferente de décadas atrás, pode-se identificar que esse avanço na produtividade de forma a gerenciar as propriedades, deu-se devido aos avanços tecnológicos que vêm sendo empregados pela agricultura.

Conforme Simões, Soler e Py (2017), com o advento da era digital na agricultura emergiu o termo agricultura 4.0, proveniente da indústria 4.0 criada em 2011 na Conferência de Hannover, que representa um avanço tecnológico de ponta. Esse termo propõe o uso destas tecnologias na área agrícola com sistema de rastreamento, sensores, câmeras, GPS, algoritmos inteligentes, modelos matemáticos, entre outros, que ajudarão nos processos, nos produtos e nos negócios.

Klerkx, Jakku, Labarthe (2019) já dizem que a agricultura 4.0 é um fenômeno que emergiu com a aplicação de tecnologias como big data, a internet das coisas, a robótica, os sensores, a impressão 3D, a integração de sistemas, a conectividade ubíqua, a inteligência artificial, o aprendizado de máquina, entre outras tecnologias, aplicados à agricultura e nas cadeias de abastecimento de alimentos, fibras e bioenergia. O aumento da produtividade, da lucratividade e a ecoeficiência produtiva justificam o uso dessas tecnologias na agricultura.

A agricultura 4.0 é composta por sistemas complexos, mas intuitivos e fáceis de operar. A tecnologia possibilita aplicar insumos, pesticidas, herbicidas, fungicidas, entre outros, com maior

assertividade, essa característica propulsiona a aplicação de novas tecnologias na agricultura porque reduz custos enquanto aumenta a produtividade (WELTZIEN, 2016).

A Agricultura 4.0 é muito vantajosa para o gestor de produção rural, tornando os processos mais eficientes. As principais vantagens: agilidade, produtividade, redução de custos, sustentabilidade e segurança. Nesse sentido, a Agricultura 4.0 traz essa assertividade para dentro das fazendas. Com o auxílio de dispositivos conectados é possível gerar e analisar uma quantidade relevante de informações (FIELDVIEW, 2022).

Para Massruhá (2015) um dos desafios da Agricultura 4.0 é produzir mais na mesma área, não expandindo muito, contudo mantendo a conservação da área sustentável. Assim, a produção permanece sustentável para abastecer o mercado e garante à população uma alimentação de qualidade.

A agricultura 4.0 vem enfrentando desafios que incluem aumentar a produção de alimentos e de energia de forma sustentável. Para tanto, é preciso investimento em conectividade e infraestrutura de redes de internet banda larga, ou seja, a tecnologia deve ser pensada para evitar a concentração de culturas e perda da biodiversidade, deve desenvolver o potencial e promover a competitividade de produtos alternativos (BONNEAU, et al. 2017).

2.1.2 Agricultura 5.0

A habilidade de utilizar as tecnologias digitais para converter os dados precisos em conhecimento para apoiar e impulsionar a complexa tomada de decisões na fazenda e ao longo da cadeia de valor permitirá a mudança da agricultura de precisão para a agricultura de decisão. O uso de inteligência artificial e de robôs agrícolas autônomos para atuar na agricultura leva a uma nova fase, que é a agricultura 5.0 (SHEPHERD et al., 2018).

A agricultura 5.0 é a mais recente geração de modelos de produção agrícola, tendo como principais fatores o mapeamento de áreas por satélite, análise de solo georreferenciada, pulverização com drones e tecnologias para o plantio, irrigação e fertilização. Seu diferencial está na tomada de decisão que está atribuída às máquinas, o que proporciona uma maior precisão na produtividade (MYFARM, 2021).

Segundo Myfarm (2021), a agricultura 5.0 é marcada pelo uso da inteligência artificial, biotecnologia e análise de dados da área agrícola aumentando a precisão de automação na produção. A 5.0 é dividida em quatro pilares, que são:

- Acréscimo de produtividade: As inovações na biotecnologia têm papel fundamental para garantir cultivos mais eficientes e com qualidade.
- Segurança alimentar: alimentos que apresentam valor nutricional e diminuem as desigualdades sociais.
- Diminuição do desperdício: utiliza recursos que fornecem melhores técnicas de armazenagem e transporte dos produtos para reduzir o desperdício.
- Alimentos mais saudáveis: De acordo com a Organização mundial da saúde até o ano de 2025, 1 em cada 11 pessoas no mundo terão diabetes. Logo, haverá sim, a cobrança por alimentos mais saudáveis na agricultura 5.0.

Para o Brasil continuar garantindo a agricultura 5.0 e se manter competitivo no mercado internacional é preciso resolver alguns problemas estruturais, principalmente a conectividade rural e capacitação da mão de obra (RODRIGUES, 2021).

2.2 TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

A tecnologia vem sendo aplicada cada vez mais na produção agrícola, possibilitando a realização de vários processos de maneira mais rápida e eficiente, resultando num aumento de produtividade no campo. O avanço tecnológico de vários modelos de máquinas e equipamentos agrícolas chegou ao mercado, possibilitando facilitar o desenvolvimento das atividades dos agricultores (EMBRAPA,2020).

O surgimento de novas tecnologias com foco na agricultura tornou-se uma realidade, e tornou-se essencial. Um exemplo é o caso do cultivo em larga escala, sendo que o uso de ferramentas tecnológicas permite a seleção correta de produtos usados e a quantidade correta para aplicação. A qualidade é garantida mesmo em áreas de produção difíceis, porque os agricultores já têm acesso às informações necessárias para o plantio. Aplicação eficaz de insumos e uso de tecnologia moderna permite a identificação de áreas que apresentam melhor índice de produtividade, levando o produtor a eficácia na produção agrícola (PIX FORCE, 2022).

A intensificação do uso de máquinas e insumos está relacionada com a composição de um importante setor industrial, os meios de produção desse setor, a produção agrícola, cujo emprego é produzido através de uma série de políticas públicas: crédito rural, pesquisa agropecuária, extensão rural, seguro agrícola e menor preço. Essas políticas são uma ferramenta facilitadora para adoção do chamado "Pacote de Tecnologia" (AGUILAR, 1986).

Alguns avanços continuam sendo utilizados na agricultura, aumentando muito a produtividade, facilitando o manejo e reduzindo diversos custos. O primeiro grande avanço na agricultura foi o uso do GPS, que permitiu o uso de outras tecnologias, como o uso de novas máquinas guiadas por computadores/satélites. Tratores guiados por GPS para semeadura, aplicação de defensivos e principalmente durante a colheita podem melhorar o desempenho e reduzir o tempo de inatividade. O uso de sistemas integrados é outra grande inovação nos últimos anos. A possibilidade de acessar todos os dados e visualizar diversos KPIs de qualquer computador ou simplesmente da tela do smartphone dá aos gestores total controle sobre toda a plantação (PIX FORCE, 2022).

O último grande salto tecnológico na agricultura foi a introdução de drones em diversos processos. O uso desses pequenos drones permite o monitoramento aéreo em tempo real do processo de colheita e o sensoriamento remoto mais conveniente em comparação aos satélites. Os drones também podem detectar pragas e gargalos de produção muito rapidamente, reduzindo perdas e melhorando o desempenho. Além disso, podem encontrar com mais facilidade o ponto onde os insumos e medicamentos precisam ser utilizados, possibilitando usos específicos, principalmente reduzindo custos (PIX FORCE, 2022).

A tecnologia na agricultura permite total controle sobre a produção, processamento, estoque e distribuição. Algumas dessas tecnologias têm se destacado em meio a esse período de grandes evoluções na agricultura. Dentre elas, destacam-se as principais no setor agrícola:

Sensores: esta tecnologia agrícola possibilita o monitoramento total das plantas, captando a saúde da plantação, a quanto de água ele precisa e mede o grau de nitrogênio no solo, como pode ser observado na figura 1.

Figura 3- Exemplo de Sensor Inteligente



Fonte, BighettiI (2015)

Drones: os drones permitem que os agricultores otimizem a utilização de sementes, fertilizantes, pesticidas e água. Além disso, possibilitam reações rápidas contra qualquer tipo de ameaça à plantação, conforme se observa na figura 2.

Figura 4- Exemplo de drone



Fonte: Pix Force (2022).

GPS agrícola: esta tecnologia possibilita uma série de aplicações, como: completo mapeamento da plantação, amostragens virtuais do solo e do campo, monitoramento e inspeção dos processos agrícolas e total mapeamento da produção, de acordo com a Figura 3.

Figura 5- Exemplo de GPS



Fonte: Revista Agropecuária (2022)

Big Data: tem sido implementado na agricultura de precisão e tem possibilitado o melhor fluxo de informações, uma análise mais rápida e efetiva e tem levado à melhores decisões e criação de estratégias, como o exemplo ilustrado na figura 4.

Figura 6-Exemplo de Big Data



Fonte: Pix Force (2022)

Robótica: robôs agrícolas são máquinas autônomas usadas para melhorar a qualidade e a eficiência do rendimento, reduzir a dependência do trabalho manual e melhorar a produtividade e a sustentabilidade gerais da colheita. Como a figura 5 demonstra.

Figura 7- Exemplo de robôs na agricultura



Fonte: Canal do criador (2021)

As novas técnicas de produção de alimentos demonstram uma alta capacidade de adaptação do setor agrícola, gerando soluções para os mais diversos vieses surgidos (uso excessivo dos solos e aquecimento global). Criando também a possibilidade de redução de desperdícios, que ocorrem em proporções exorbitantes (BONNEAU, et al. 2017). Ainda o mesmo autor afirma que o Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, exerce importante papel no setor agrícola, investindo em modernização e tecnologia e, dessa forma, inserindo-se cada vez mais práticas sustentáveis com a ampliação na produção de alimentos com as novas tecnologias, dada a extensão territorial e o clima favorável.

Portanto, a tecnologia é a base da agricultura, sendo um dos desafios do setor a padronização tecnológica que garanta a compatibilidade dos equipamentos, requerendo capacidade dos agricultores de investimento em modernização (BONNEAU, et al. 2017).

2.2 HISTÓRICO SOBRE A INOVAÇÃO DA TECNOLOGIA: DRONE

2.3

O número de novas tecnologias que surgiram nos últimos anos é considerável. Essas evoluções tecnológicas têm o mesmo objetivo de garantir melhor produção, reduzir dificuldades e perdas, aumentar o lucro dos agricultores. As novas tecnologias são fundamentais para o crescimento econômico, de produção e de produtividade (PIX FORCE, 2022).

Por volta da década de 1980, o desenvolvimento de novas tecnologias tornou-se extremamente importante para as empresas, a indústria, a agricultura, a pecuária, mas apenas na década de 90 O Manual OSLO foi criado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para orientar a coleta de dados de inovação tecnológica (PIX FORCE, 2022).

O processo de desenvolvimento nesta área tecnológica de computação aumenta e se expande de uma forma rápida e segura, sobretudo, com os veículos aéreos não tripulados, ou seja, os drones na agricultura. Dispositivos cada vez mais avançados tecnologicamente fazem parte do dia a dia do agricultor, desde telefones celulares para pesquisar, fazer buscas, ligações, navegação, chegando ao transporte. A agricultura não é exceção: os drones são uma das tecnologias mais avançadas no campo e têm uma ampla gama de aplicações (RODRIGO, 2016).

Os primeiros drones surgiram em meados do século XIX como aviões espões, uma ferramenta estratégica para a espionagem americana durante a Guerra Fria. Na década de 1990, os drones começaram a transportar armas e, no início do século XX, foram usados na guerra como armas de combate. Assim, primeiramente, ele foi um instrumento militar para depois ser usado no processo de produção de alimentos na agricultura (CORRÊA, 2008; ARAÚJO, 2018).

No início do século XXI, com regras de uso definidas no Brasil, os drones começam a assumir protagonismo no diagnóstico de lavouras de grãos e na pulverização precisa de agroquímicos em eucaliptos e frutíferas no Rio Grande do Sul. Há 73 mil aeronaves remotamente pilotadas registradas na Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) no mês de julho de 2019, cerca de 35% eram para uso no agronegócio no país. Apesar da rápida expansão nos últimos anos, é um mercado ainda em descoberta e transição (ZERO HORA, 2019), conforme figura 6.

Figura 8-Modelo de drone - pequena aeronave pulverizadora



Fonte: Zero Hora (2019)

A utilização de drone tem mostrado resultados promissores e relevantes para a agricultura. Basicamente, os drones capturam imagens aéreas da lavoura que em seguida será avaliada permitindo visualizar a plantação por um ângulo diferente, assim, identifica-se possíveis problemas (GOMES et al., 2019).

Segundo Calou (2017) os drones são:

Aeronaves que não possuem um piloto a bordo, podendo ser pilotadas remotamente por operadores humanos ou guiados por programas computacionais. São comumente chamados de drones, mas também pode assumir outras denominações, como no caso dos veículos de combate aéreo não tripulado – VCANTs, ou Remotely Piloted Aircraft – RPA (CALOU 2017).

Newcome (2004) também define que os drones são pequenas aeronaves que não possuem qualquer contato físico e direto com pilotos e por isso são definidos como veículos aéreos não tripulados (VANT), que possui origem da expressão em inglês Unmanned Aerial Vehicles (UAV), que substituiu o termo Remotely Piloted Vehicle (RPV).

2.3.1 Tipos De Drones

Segundo a ANAC (2019) a nomenclatura “drone” é uma expressão que descreve as pequenas aeronaves rádio controladas e comprados em lojas de departamento até VANT de aplicação militar, autônomos ou não. Por este motivo, o termo utilizado na regulação técnica da ANAC é aeromodelo, por isso os equipamentos para lazer são aqueles empregados para usos econômicos nos mais diversos setores.

Os drones possuem vários modelos, desde os mais simples aos mais complexos, os que executam várias funções aos que são utilizados para lazer. Os drones possuem três tipos de variedade, podendo ser: drones de asa fixa, drones multirotores e drones de rotor único. (SENAR, 2018). Dentre os quais se classificam:

- Drone de rotor único: Modelo mais simples dos drones, composto por apenas um rotor, é eficiente em voos longevos e demoram a descarregar, conforme ilustra a figura 7.

Figura 9-Drone de rotor único



Fonte: Souza (2018).

- Drone de asa fixa: É composto por uma asa comprida, são mais utilizados em filmagens por conseguirem pairarem no ar, conforme figura 8.

Figura 10- Drone de asa fixa



Fonte: Souza (2018).

- Drones multirotores: Os drones multirotores possuem mais de um rotor, podendo variar de 2 a 8. 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, conforme figura 9.

Figura 11- Drone com 4 rotores.



Fonte: Souza (2018).

Os drones são capazes de nos mostrar imagens que dificilmente conseguiríamos ver por possuírem câmeras de alta qualidade, recolhendo imagens com alta definição e em lugares específicos e de difícil acesso. As câmeras dos drones são divididas em dois tipos, sendo câmeras RGB e NIR e câmaras multiespectrais. (DRONES E ENGENHARIA, 2020).

- Câmera RGB e NIR: Com as câmeras RGB e NIR é possível coletar dados quantitativos da área, são mais utilizadas na área de topografia, construção civil, mineração e agricultura. (DRONES E ENGENHARIA, 2020).
- Câmera multiespectral: Essas câmeras possuem vários sensores, sendo cada um deles um filtro de alta qualidade, específico para captação de diversos formatos de ondas refletidas, permitindo a separação em diferentes tipos de cores, também captam frequências como o infravermelho, invisível a olho nu. (DRONES E ENGENHARIA, 2020).

Os drones se modernizaram em toda a sua composição e com isso passaram a beneficiar setores que até então não tinham muita tecnologia, como o setor da agricultura. Atualmente são mais acessíveis para os produtores, podendo adquirir um equipamento ou alugá-los, fazendo assim, com que a produtividade da plantação possa aumentar (GHIRALDELLI, 2019).

De acordo com Oliveira (2020) a classificação dos drones é feita segundo sua categoria funcional como alvos, sistemas de reconhecimento ou monitoramento, combate, logística ou de pesquisa. Quanto ao alcance e altitude os VANTs são classificados como:

- De mão, com 600 m altitude e alcance de um raio de 2 km;
- Curto alcance, com 1500 m de altitude e 10 km de alcance;

- OTAN, de 3000 m de altitude e alcance até 50 km;
- Tático, de 5500 m de altitude e alcance de 160 km
- MALE (altitude média, alcance longo), até 9000 m de altitude e alcance de 200 km;
- HALE (altitude alta, alcance longo), acima de 9100 m e altitude e alcance indefinidos;
- HIPERSÔNICO, 15200 m de altitude e alcance acima de 200 km;
- ORBITAL em baixa órbita e
- CIS, transporte lua-terra.

Na agricultura, o drone mais utilizado é tipo asa delta devido seu pequeno porte. No entanto são muito susceptíveis aos ventos fortes, mas de uma forma geral é o que menos apresenta problemas de operação para usuários novos. Esse tipo de drone possui uma asa tipo delta que cria uma sustentação para o voo, e possuem um motor tipo hélice na parte traseira que impulsiona o modelo para frente (FORCE, 2016).

2.3.2 Utilização de Drones na Agricultura

A tecnologia e seu uso surgiram como uma importante opção nas mais diversas áreas da agricultura e da pecuária, mostrando ser uma gradativa ferramenta de inserção para a aplicação e gerenciamento. Principalmente por ser de baixo custo e pelos seus equipamentos, sendo assim, de fácil locomoção, podendo ser aplicada em qualquer área das diferentes atividades do agronegócio. Podendo também ser usados em diversos aspectos do meio agrícola, sendo esses equipamentos capazes de avaliar a produtividade da lavoura, avaliar aspectos de operações agrícolas como plantio, controle de plantas daninhas, presença de pragas e doenças, estado nutricional da lavoura e manejo do rebanho. Isso é possível devido aos sensores infravermelhos, imagem multiespectral de imagens e filmagens da lavoura (GIRALDELLI, 2019).

A utilização do VANT na agricultura pode ser vista na identificação de falhas na produção que colabora para uma averiguação do problema com mais agilidade e com precisão, sem a necessidade de fazer buscas por toda a área, otimizando o tempo de resposta aos problemas encontrados nas falhas, diminuindo assim a propagação dos mesmos (BRITO; CAVALLARI e MONTANHA, 2018).

O produtor identifica através das imagens como estão as falhas no plantio, os locais com alta infestação de plantas daninhas, ataques de pragas e doenças, a vigilância do gado, além do excesso ou falha de irrigação. Desta maneira, também faz verificação de ocorrências de áreas desmatadas, identificar nascentes de rios e olhos d'água, buscar focos de incêndio, explorar as áreas de difícil acesso, verificar áreas para abertura de estradas, detectar secas ou excessos hídricos, estimar a produtividade e fazer mapeamento agrícola e hídrico. Conseguindo visualizar o mapeamento de pragas e doenças, assim como sua disseminação, podendo assim tomar decisões mais rápidas, evitando perdas maiores de produtividade (GIRALDELI, 2019).

Oliveira (2022) diz que na agricultura de precisão a utilização de um drone segue algumas etapas, sendo elas:

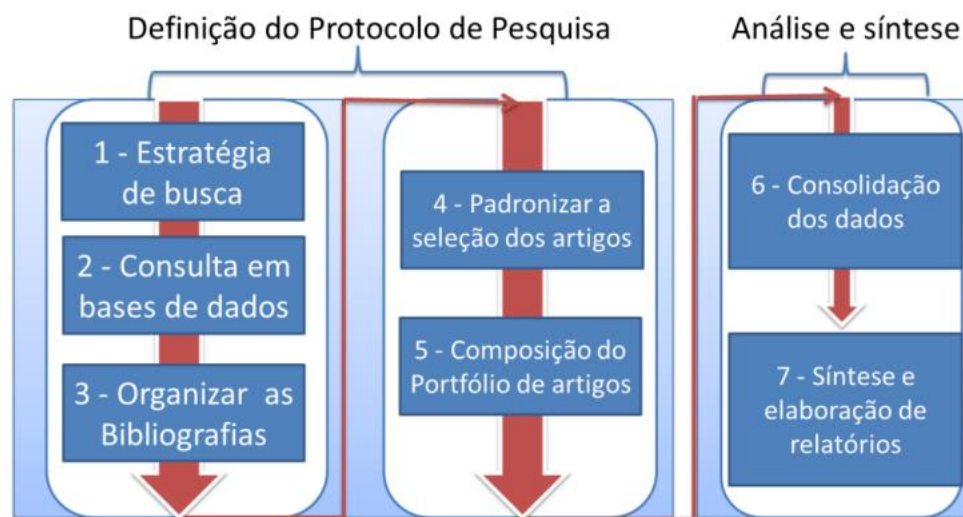
- Planejamento de voo;
- Voo com sobreposição;
- Obtenção das imagens georreferenciadas;
- Processamento das imagens;
- Geração de Mosaico;
- Análise em uma ferramenta GIS e
- Geração de relatórios.

Levando em considerações as etapas citadas acima, pode-se obter um mapeamento preciso de uma área, trazendo diversos benefícios para o agricultor como: Monitoramento das plantações e culturas; Detecção de secas e de pragas; Localização de pragas; Estimativas de produtividade; Mapeamento agrícola e Mapeamento hídrico (OLIVEIRA, et al., 2020).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio do processo metodológico exploratório, descritiva, com abordagem quantitativa, caracterizada pela estratégia de levantamento (survey), através de material já publicado em bases de dados da internet. Esta pesquisa pretende explorar e descrever o perfil da produção científica do uso da tecnologia na agricultura de precisão, sobretudo na pesquisa e utilização de Drones, assim utilizou-se de revisão sistemática e de análise bibliométrica, baseada na lógica de Ferenhof e Fernandes (2016) e também utilizada por Porsch (2020) representada na figura 10.

Figura 12- Descrição dos Passos da Revisão Sistemática e Bibliometria



Fonte: Porsch (2020, adaptado de FERENHOF E FERNANDES (2016)

Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos de periódicos, sites e livros para embasamento teórico, que conforme Gil (2008) caracteriza-se como a pesquisa bibliográfica, uma vez que se busca conhecer o tema sobre agricultura e suas tecnologias, o uso de drones na agricultura. A pesquisa bibliográfica pode ser usada neste contexto, pois expande o nível de conhecimento, entende-se melhor ou define a questão de pesquisa e descreve o quão avançado consegue ser.

Na definição do protocolo de pesquisa bibliométrica, tem-se primeiramente a estratégia de busca que abrange um conjunto de procedimentos que definem os mecanismos de

busca e a recuperação de informações online. Seguido pela consulta em bases de dados, em que o pesquisador pode elaborar a indexação de informações e aumentar o alcance de suas pesquisas em bases tanto nacionais quanto internacionais, para isso, a pesquisa e os estudos serão por meio de publicações de relevância sobre a agricultura e a tecnologia aplicada à agricultura sobre drones. Vale ressaltar que foram escolhidas fontes de pesquisa e dados devido a atualidade do tema, publicados em sites e periódicos, para abordagem teórica (CHUEKE e AMATUCCI, 2015).

Outra fase foi a organização das bibliografias, neste ponto da pesquisa, podem-se utilizar softwares próprios para gerenciar as bibliografias e referências das obras, automatizando e agilizando o processo de procura, armazenagem e análise das obras. A padronização da seleção dos artigos é outra fase importante no protocolo de pesquisa, é nesta fase que ocorre a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves, para tanto se criam grupos temáticos para organizar os artigos pesquisados para filtragem e seleção.

Em seguida foram realizadas pesquisas sobre a agricultura e sua evolução, agricultura 4.0, tecnologia na agricultura, história sobre a inovação da tecnologia: drone, tipos de drones e drones na agricultura.

E finalmente faz-se a composição do portfólio de artigos, que abrange a leitura na íntegra de todos os artigos selecionados, permitindo uma última filtragem de artigos que não mostrem agregar valor científico para o tema pesquisado ou objetivo proposto. Após essa fase tem-se a análise na consolidação dos dados e por último na síntese destes dados em forma de relatório apresentado em gráficos e tabelas.

Inicialmente, foi realizada a busca por artigos a respeito da temática nas bases de dados Scielo, Periódicos Capes, Emerald Insight, IEEE Xplore e Google Scholar que disponibilizam artigos e/ou resumos online. Uma vez definida as bases de dados, determinou-se o algoritmo de busca, foram utilizadas a expressão “robotics” or “agriculture”, ou seja, drones, agricultura e tecnologia na agricultura, agricultura 4.0 e agricultura 5.0

Utilizando os filtros de apenas publicações entre 2010 a 2021, artigos nacionais e internacionais. Os artigos científicos foram selecionados e arquivados com auxílio do software Zotero em pastas específicas para posterior filtragem por palavras-chave, título e resumo dentro da temática pesquisada para formar primeiramente a população e posteriormente a amostra.

De acordo com Chueke e Amatucci (2015) Foram observadas as leis que regem os estudos bibliométricos, onde o rigor nesses estudos é caracterizado pelo atendimento das premissas que

regem cada um dos métodos. No caso do método bibliométrico é esperado que os autores atendam às Leis que regem esses estudos (tabela 1).

Tabela 2– Leis que regem os estudos bibliométricos

Leis	Medida	Critério	Objetivo principal
Lei de Bradford	Grau de atração do periódico	Reputação do periódico	Identificar os periódicos mais relevantes e que dão maior vazão a um tema específico,
Lei de Zipf	Frequência de palavras-chave	Lista ordenada de temas	Estimar os temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento
Lei de Lotka	Produtividade autor	Tamanho-frequencia	Levantar o impacto da produção de um autor numa área de conhecimento.

Fonte: Chueke e Amatucci (2015)

Dessa forma, expondo os indicadores bibliométricos de qualidade científica e impacto científico de cada artigo como Fator de Impacto SJR e índice H. Os resultados serão apresentados em forma de gráficos e tabelas para expressar os dados bibliométricos dos artigos científicos selecionados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa será apresentado todos os dados coletados durante a pesquisa realizada sobre o tema proposto neste trabalho de conclusão de curso. Para obter as informações e os dados coletados foram realizadas uma busca bibliográfica em diversas bases de dados, formando a análise bibliométrica e em seguida uma análise de conteúdo.

4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS DADOS

Para as palavras-chave “Agriculture Precision”, Agriculture Technology” e “Drone Agriculture” pesquisadas nas bases de dados, os registros nos períodos de publicação de 2010 a 2021 estão incluídos no quadro 1, ressaltando que podem ser quantificados. A base de dados do Google Scholar foi o que apresentou o maior número de publicações, representando 99,95 % da população seguido por 0,04 % das publicações achadas na base IEE.

Quadro 1 - Primeira Filtragem: Quantidade De Artigos

Palavras- chave	IEEE	SCIELO	GOOGLE SCHOLAR	TOTAL	%
Agriculture Precision	282	173	1870000	1870455	77%
Agriculture Technology	287	128	521000	521415	22%
Drone Agriculture	289	15	21900	22204	1%
Total	858	316	2412900	2414074	100%
%	0,04%	0,01%	99,95%	100%	

Fonte: Autora (2022)

Depois a primeira filtragem, investigou-se as publicações através do tema de pesquisa e título. No quadro 2 estão relacionados essa segunda filtragem da pesquisa, contribuindo para se obter uma melhor conclusão e conteúdo no assunto pesquisado. As bases de dados do IEEE e Google Scholar dispuseram maior relevância no resultado da filtragem, contribuindo com maior número de publicações.

Quadro 2 - Segunda Filtragem: Tema Relevante A Pesquisa

Palavras- chave	IEEE	SCIELO	GOOGLE SCHOLAR	TOTAL	%
Agriculture Precision	72	20	48	140	39%
Agriculture Technology	46	21	52	119	34%
Drone Agriculture	69	4	23	96	27%
Total	187	45	123	355	100%
%	53%	13%	35%	100%	

Fonte: Autora (2022)

Continuamente, houve a terceira filtragem dos dados, por meio das palavras-chave, deste modo, foram considerados relevante sobre os temas pesquisados e apresentados no quadro 3, como resultado da pesquisa em que 63% das publicações estão na base de dados do IEEE, 33% no Google Scholar e 4% nos repositórios da Scielo.

Quadro 3 - Terceira Filtragem: Resumo

Palavras- chave	IEEE	SCIELO	GOOGLE SCHOLAR	TOTAL	%
Agriculture Precision	1	0	3	4	9%
Agriculture Technology	2	1	2	5	11%
Drone Agriculture	26	1	10	37	80%
Total	29	2	15	46	100%
%	63%	4%	33%	100%	

Fonte: Autora (2022)

O estudo foi realizado em revistas científicas e artigos que se encontram em bases de dados na internet. São suportes seguros, localizados em vários sites, ou seja, são portais periódicos de plataformas que reúnem um fonte inesgotável de dados, em que se encontra uma variedade de materiais virtuais, que é possível pesquisar em diversas áreas do conhecimento com conteúdo segura para estudos.

As bases de dados utilizadas em na pesquisa encontram-se entre as mais seguras e utilizadas na área científica:

1. A IEEE Xplore: é uma biblioteca digital (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>), É um banco de dados de pesquisa para descoberta e acesso a artigos de periódicos, anais de

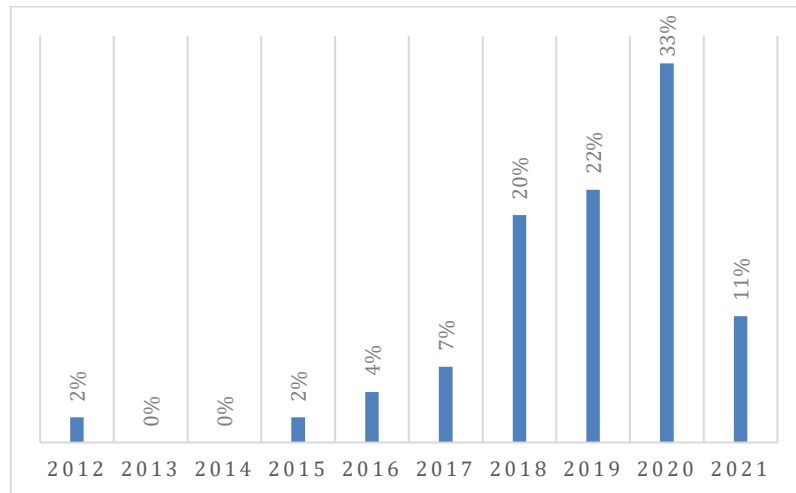
conferências, normas técnicas e materiais relacionados as áreas de engenharia, ciência da computação, eletrônica, tecnologia e outras. Está disponível para os usuários do portal de Periódicos Capes.

2. Scielo: a plataforma *Scientific Electronic Library Online* (<https://scielo.org/pt/>), é uma biblioteca virtual de revistas científicas brasileiras em formato eletrônico. Ela organiza e publica textos completos de revistas na Internet / Web, assim como produz e publica indicadores do seu uso.

3. Google Scholar: O Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>) é um serviço de busca do Google voltado especialmente para estudantes, pesquisadores, cientistas, universitários. A ferramenta funciona como um repositório de teses, artigos científicos, resumos, monografias, dissertações e livros, ou seja, é um site para pesquisa de artigos e de referências para trabalhos científicos.

Pode-se observar que o período das publicações, na figura 13, as pesquisas analisadas foram publicadas no intervalo de tempo entre 2010 a 2021, os anos em que mais houveram publicações foram 2018 com 20%, 2019 com 22% e o de 2020 mostra uma elevação para 33% de artigos/livros publicados.

Figura 13– Ano das publicações que formaram a amostra

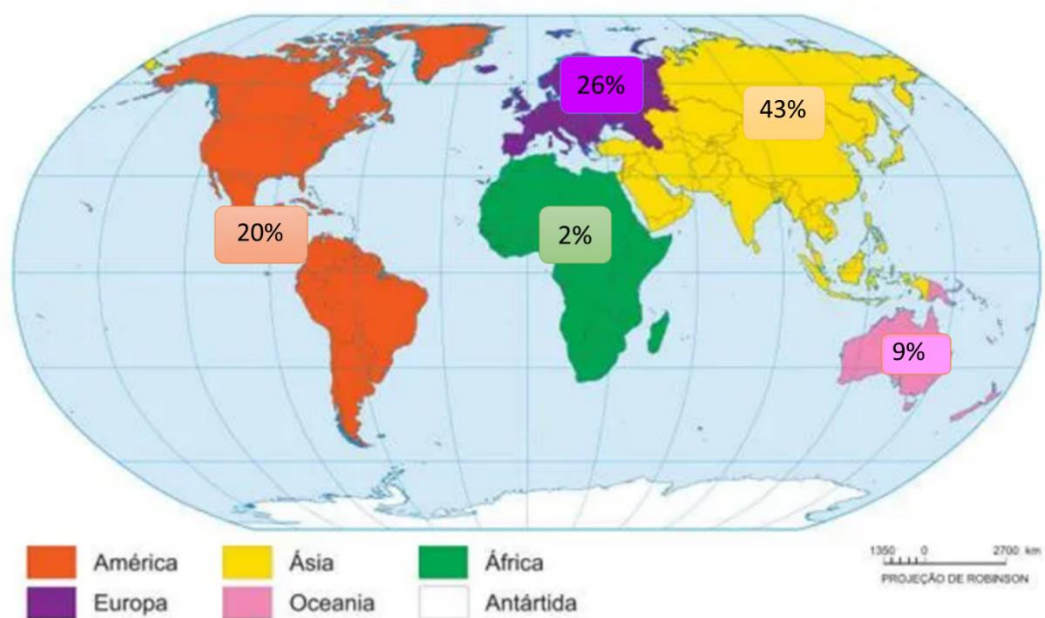


Fonte: Autora (2022)

Outrossim, convém ressaltar que as palavras-chaves analisadas no que tange o percentual de artigos publicados no periódico de 2010 a 2021 e demais publicações, como trabalhos de conclusão de cursos, artigos científicos e livros encontraram-se no contexto acadêmico.

As origens dos autores pesquisados encontram-se espalhados nos cinco continentes, em primeiro lugar é o continente asiático com 43%, seguido do europeu com 26%. O continente americano em 4º lugar com 20%, a Oceania com 9% e em último o africano com 2% (figura 14). Cabe destacar também que são membros do IES, são oriundos de muitas organizações educacionais, secretarias públicas ou de entidades sem fim lucrativo. O que sugere uma estreita aproximação entre a IES e outras entidades da sociedade.

Figura 14– Porcentagem das publicações considerando os continentes



Fonte: Autora (2022)

Devido aos avanços nos sistemas de informação e comunicação, vive-se um ritmo acelerado de novos conhecimentos, a geração de novas tecnologias e a facilidade de socialização desses produtos. Isso proporciona uma melhor compreensão da tecnologia de ponta em abrangência, profundidade e especificidade, bem como uma influência humana mais rápida e ampla na socialização do conhecimento e do conhecimento que geramos e uma valorização das referências mais recentes (SOUZA, 2019).

Analisando o que foi apurado do ranking da produção e das publicações científicas por países, filtrados na área da agricultura, tecnologia e drones, contabilizados entre os anos de 2010 e 2021, constatou-se que 1º posição está a Índia, seguido por Brasil e Austrália (Tabela 3).

Tabela 3- Ranking do número de publicações por países entre 2010 e 2021.

País	Número de publicações
África do Sul	1
Austrália	4
Brasil	4
Bulgária	1
Canadá	2
China	1
Coréia	2
Espanha	3
Holanda	1
Índia	9
Irã	1
Itália	3
Japão	2
Malásia	2
Nepal	1
República Tcheca	1
Suíça	3
Tailândia	1
Turquia	1
USA	3
Total	46

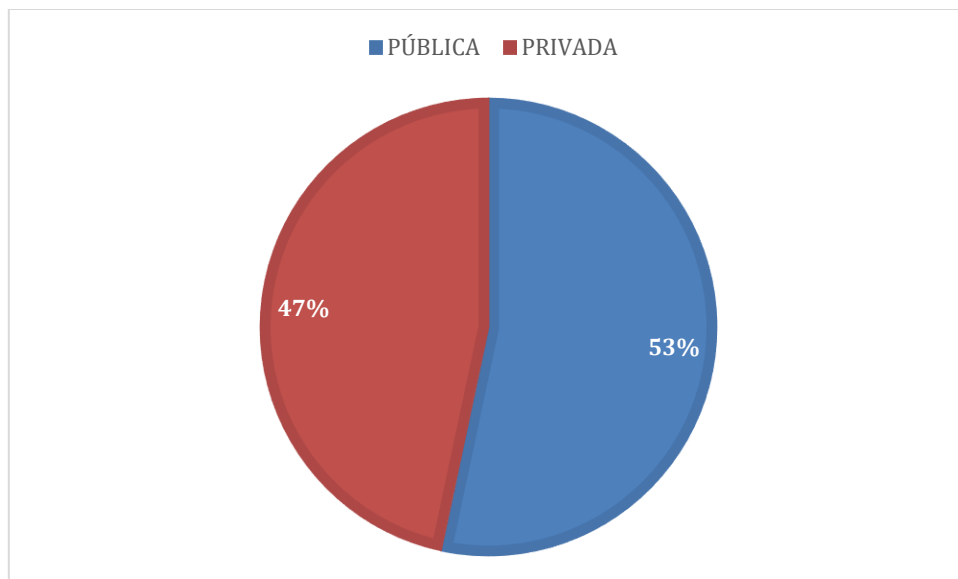
Fonte: Autora (2022)

A pesquisa ajudou a perceber como a geração do conhecimento e desenvolvimento humano contribui para a aprendizagem acadêmica, por isso a divulgação de produtos científicos deve ser incentivada. Investir em pesquisa e inovação nos países em desenvolvimento é uma ferramenta necessária para proporcionar independência na inovação tecnológica e empresarial. A ciência ajuda a compreender a natureza, que é necessária para a evolução e manutenção da vida e está diretamente relacionada à qualidade de vida, por exemplo, a evolução tecnológica na agricultura.

As publicações científicas visam divulgar para a sociedade de uma forma, que permite que outros usem e avaliem de outras perspectivas. Os periódicos sejam eles eletrônicos ou impressos, ainda são considerados a forma mais rápida e barata para os pesquisadores divulgarem e tornar visíveis os resultados de seus trabalhos. Porque por meio de publicações científicas o público fica sabendo das descobertas e do que a comunidade representa (BROFMAN, 2012).

Assim sendo, é de relevante importância que as Instituições de Ensino, de pesquisa e de fomento científico de qualidade, apoiem a publicação periódica dos trabalhos científicos produzidos por seus professores, pesquisadores e estudantes. Na figura 15 percebe-se que na amostra das publicações, as IES públicas participaram com 53%, enquanto as IES privadas formaram 47% da amostra. Esse dado é importante pois mostra como são necessárias as IES públicas como produtoras de conhecimento científico.

Figura 15 – Classificação do tipo das universidades onde foram publicados os artigos encontrados na pesquisa.



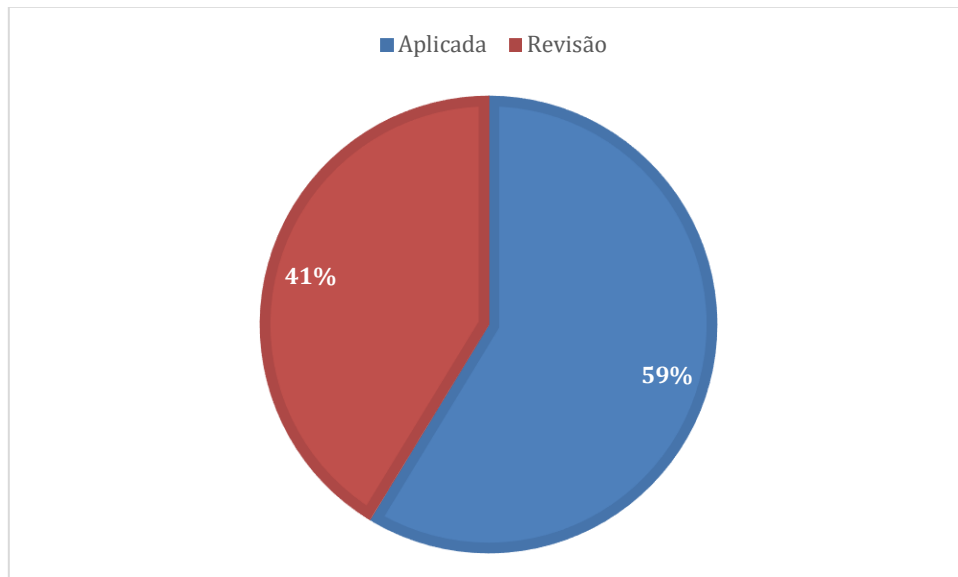
Fonte: Autora (2022)

Um crescimento no campo das pesquisas científicas e publicações, tem relação com a existência de universidades e programas de pós-graduação, sendo 70% delas realizadas em instituições públicas, o que ressalta a importância das universidades públicas em relação a suas pesquisas. As Instituições de Ensino Superior brasileiras são constituídas sobre o tripé ensino, pesquisa e extensão, incentivando seus membros a incrementarem cada vez mais sua produção científica, alicerçadas nas exigências das agências de avaliação e fomento da pesquisa acadêmica” (SILVA, 2011).

Com relação ao tipo de pesquisa utilizada nas publicações selecionadas, verificou-se que de forma geral, podem ser classificadas em pesquisa aplicada 59% e artigos de revisão 41%. É um

dado interessante, haja visto que os artigos de revisão geralmente buscam evidenciar uma tendência dos rumos da produção científica (figura 16).

Figura 16- Tipo de pesquisa, metodologia utilizada nas publicações selecionadas

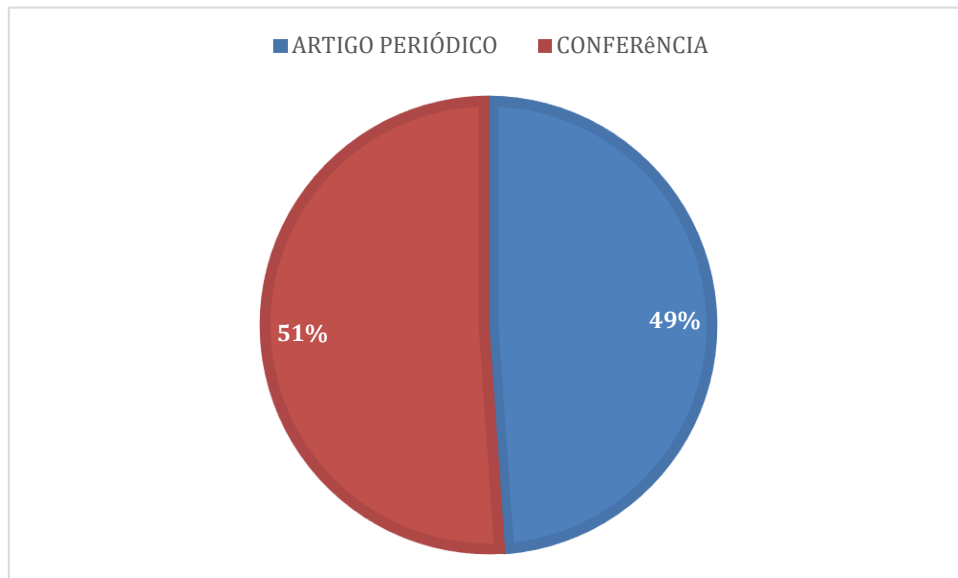


Fonte: Autora (2022)

A pesquisa aplicada recebe essa classificação quando o principal objetivo é a geração de conhecimento para aplicação prática e imediata, dirigidos à solução de problemas específicos envolvendo os interesses locais, territoriais e regionais. Já artigos de revisão tem por objetivo tentar identificar o que se conhece do tema estudado, o que foi pesquisado e quais aspectos permanecem desconhecidos.

Também se verificou o tipo da publicação dos artigos científicos da amostra classificando-os em, publicado em periódicos ou em conferências (figura 17). Assim, a maioria 51% das publicações são artigos científicos apresentados em conferências (importantes eventos para continuar o amadurecimento e debate de diversos assuntos da ciência, como também para melhorar inovações tecnológicas).

Figura 17 – Tipo de publicação



Fonte: Autora (2022)

Outro indicador bibliométrico é o Índice H ou H-Index. O quadro 4 a seguir apresenta a identificação das revistas utilizadas na pesquisa pelo índice H-INDEX, ele é calculado pela relação do número de trabalhos publicados e suas citações, com a intenção de quantificar a produção científica a partir das citações dos trabalhos. Assim, foi pesquisado segundo Scimago Journal & Country Rank (SJR) que avalia e ranqueia periódicos científicos a partir da quantidade de citações por eles recebidas nos três anos que se seguem à publicação das edições.

Quadro 4 – Classificação do Fator de Impacto segundo Scimago Journal & Country Rank

Descrição	Título do periódico ou conferência	ISSN	H-index
Conferência	2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)	-	9
Conferência	2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)	-	13
Conferência	2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)	-	7
Conferência	2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR)	-	7

Conferência	2019 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)	-	5
Conferência	2015 International Conference on Intelligent Environments	-	8
Conferência	2018 Global Internet of Things Summit (GIoTS)	-	10
Conferência	2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)		8
Periódico	IEEE Internet of Things Journal	23274662	119
Periódico	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	19391404, 21511535	101
Periódico	IEEE Access	21693536	158
Periódico	Agriculture	2077-0472	43
Periódico	Revista Ciência Agronômica	00456888, 18066690	29
Periódico	Acta technologica agriculturae	13352555, 13385267	10
Periódico	Precision agriculture	13852256, 15731618	70
Periódico	Science of The Total Environment	00489697, 18791026	275
Periódico	Journal of Critical Reviews	23945125	15
Periódico	DRONES	2504446X	24
Periódico	Sustainability	20711050	109

Fonte: Autora (2022)

4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS

A análise da coleta de dados mostra que pode ser uma ferramenta importante para a qualidade da aplicação, pois todos os aspectos que aborda são concretizados em resultados, onde várias palavras-chave: agricultura de precisão, agricultura e tecnologia e drones. São levantadas e combatidas por meio de diferentes planos de ação.

Perante a pesquisa bibliográfica realizada em trabalhos publicados, pode-se afirmar que a análise na agricultura e suas tecnologias é uma importante ferramenta para avaliar o posicionamento estratégico de uma organização. Fornece resultados expressivos quando se trata de planejamento estratégico. A pesquisa mostrou que, embora a tecnologia seja relativamente simples

de aplicar, é uma tecnologia eficaz que é amplamente utilizada, o uso de drones na agricultura está se tornando cada vez mais popular.

À vista dos resultados, lista-se a área de pesquisa, objetivos e ano de publicações utilizadas para realizar esta pesquisa, todas essas publicações independentes na área ou setor, o uso de palavras-chave como ferramenta para o grande potencial do planejamento estratégico.

Murugan Deepak, (2017) expõe que o monitoramento da agricultura de precisão, ou seja, a classificação de campos esparsos e densos, é realizada usando dados de satélite disponíveis gratuitamente (Landsat 8) juntamente com dados de drones. Park Jihun (2017) considerou que para detectar drones de pequeno porte em tempo real, um detector de objetos apropriado deve ser selecionado quanto à precisão e velocidade.

De acordo com Klauser (2018) as principais questões de vigilância em torno da problemática da agricultura inteligente, tem como objetivo delinear uma agenda de pesquisa mais ampla sobre a criação, funcionamento e atuação do Big Data no setor agrícola. Já Nuttakarn Kitpo (2018) afirma que os drones têm sido utilizados no monitoramento da agricultura juntamente com a câmera e o sensor GPS. É uma ferramenta alternativa para obter dados de forma rápida e autônoma em área de grande porte, ou seja, drone baseado na arquitetura da Internet das Coisas (IoT) utilizando informações em tempo real incluindo aquisição e análise de dados utilizando técnica de processamento de imagem para realizar detecção e classificação de doenças da plantação.

Oliveira (2020), validou que os principais dispositivos de entrada e saída utilizados, as principais culturas, os objetivos das aplicações, os usuários, os países onde os estudos foram realizados, mostraram que a agricultura digital é capaz de ajudar os usuários a aumentar a produtividade de forma sustentável. Doran (2020) tem uma visão peculiar em que diz que uma linguagem humano-drone situado na indústria agrícola, podem ser esperadas interações com trabalhadores e visitantes treinados e não treinados.

Portanto, percebeu-se que o levantamento de dados comprova que a agricultura de precisão utiliza a tecnologia para obtenção e análise dos dados das plantações, com o objetivo de otimizar processos e custos, aumentando assim a produtividade. Os drones podem ajudar em diversos aspectos do ambiente agrícola, estes são equipamentos são capazes de avaliar a eficácia da lavoura,

além de avaliar todos os aspectos das operações agrícolas, como plantio, capina, a presença de pragas e doenças e o estado nutricional das culturas e o manejo do rebanho.

4.2 O USO DE DRONES OU VANTs NA AGRICULTURA: EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Conforme Luchetti (2012), também citado por Genilhu (2021), ressalta que foi nos anos 2000, através da parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Universidade de São Paulo (USP) pelo Instituto de Ciências Matemáticas e Computação, com a finalidade de substituir aeronaves convencionas no monitoramento de áreas de estudo que houve o desenvolvimento de um Drone ou VANT.

A utilização dessas tecnologias vem se tornando um grande aliado na agricultura, graças à precisão de dados, possibilitando detectar e fazer o monitoramento de áreas com grande rapidez. Por meio das imagens geradas, é possível realizar a correção de acordo com o que cada área plantada necessita, maximizando o resultado para o produtor (ARTIOLI; BELONI, 2016). Assaiante e Cavigioli (2020) também salientam que os VANTs, vem consolidando-se com uma importante opção para a agricultura, pois o desenvolvimento tecnológico vem ajudando o produtor rural a desenvolver estratégias que o possibilite aumentar a eficiência na plantação.

O retorno sobre o investimento é rápido no uso de drones, pois, com o monitoramento as perdas são evitadas, assim tem-se uma relação custo-benefício vantajosa para o agricultor. Muitas são as utilizações do VANT em campo, permite um controle do plantio eficiente, garantindo altas produtividades, se comparados com outros métodos como aviões e satélites (GOMES, 2018; CLERCQ *et al.*, 2018). Por meio do uso de drones é possível realizar a análise da plantação, detecção de doenças ou pragas, falhas no plantio ou excesso/falta de irrigação.

Ainda nesse sentido, Anziliero (2021) percebeu em sua pesquisa, que há uma vasta aplicação dessa tecnologia na agricultura, em diferentes culturas e finalidades. Destacando, que é uma tecnologia de baixo custo operacional e que sua necessidade fica comprovada pelas pesquisas em possibilidade de aplicação em todas as culturas. No quadro 7 é possível verificar a relação assunto/autor/ano de parte das publicações consideradas relevantes ao estudo, que serão abordados e discutidos em seguida.

Quadro 8 – Relação assunto/autor/ano nas publicações com maior incidência

Assunto	Autor (ano)
---------	-------------

Pulverização / irrigação / Controle de pragas	Sarghini <i>et al.</i> (2019); Tropea e Serianni (2020); Khuantham e Sonthitham (2021); Nhamo <i>et al.</i> (2020); Mogili <i>et al.</i> (2018); Devi <i>et al.</i> (2020); Shahrooz, Talaeizadeh e Alasty (2020); Saiful Iskandar <i>et al.</i> (2020)
Monitoramento / Sensoriamento / Mapeamento	Liang e Delahaye (2019); Park <i>et al.</i> (2017); Murugan, Garg e Singh (2017); Agarwal <i>et al.</i> (2018); Guo <i>et al.</i> (2019); Kitpo e Inoue (2018); Burgués <i>et al.</i> (2020); Panday <i>et al.</i> (2020)
Simulação / Desenvolvimento de Drones e/ou Sistemas	Alwateer e Loke (2019); Alwateer, Loke e Fernando (2019); Rabello <i>et al.</i> (2020); Shi <i>et al.</i> (2018); Wang <i>et al.</i> (2019); Chung <i>et al.</i> (2020); Besada <i>et al.</i> (2019); Valente e Kooistra (2020); Naik Shete e Danve (2016); Potrino <i>et al.</i> (2018); Moribe <i>et al.</i> (2018);

Fonte: Autora (2022)

4.2.1 Pulverização / irrigação / Controle de pragas

Uma das principais funções dos VANTs na agricultura é a análise do plantio, um exemplo está na identificação de pragas e ervas daninhas com o uso das imagens em alta definição, dessa forma é possível adotar práticas adequadas para controle obtendo resultados mais eficientes na colheita (FREITAS E ALVARENGA, 2019)

Ferreira *et al.* (2017) aponta que o agricultor que não dispõem do uso de tecnologia, necessita realizar a identificação das pragas visualmente. O uso do VANT, agiliza e facilita a identificação de pragas e ervas daninhas. A utilização do VANT por meio da visão aérea, possibilita a localização exata do local onde precisamente está ocorrendo os danos. “Os resultados obtidos por imagens indicam um potencial para a detecção precoce da infecção e a discriminação de diferentes estágios da mesma, desde inicial até o avançado” (FERREIRA *et al.*, 2017).

De acordo com Freitas e Alvarenga (2019), o processamento das imagens cria um mapeamento das pragas e das doenças que estão presentes na plantação. Essas imagens auxiliam a diferenciar as plantas saudáveis das infectadas e a proliferação das pragas.

Para Genilhu (2021), “os VANTs pulverizados com capacidade de armazenamento e pulverização de agroquímicos vem sendo usados cada vez mais, sua utilização é semelhante aos pulverizadores uniporte ou de arrasto, contudo podem ou não ter um controlador”. Sarghini *et al.* (2019) utilizaram um pulverizador drone com bicos de leque plano para testar a qualidade de deposição do traçador em troca de pesticidas. Tropea e Serianni (2020) analisados protocolos de coordenação aplicados contra ataques de parasitas a plantações, estudando diferentes abordagens para medir seu desempenho e custos. E Shahrooz, Talaeizadeh e Alasty (2020) investigam as vantagens e desvantagens do drone pulverizador.

Nesse sentido Freitas e Alvarenga (2019), afirmam que a utilização de VANTs na pulverização, possibilita que os produtos sejam aplicados nos locais que realmente são necessários e na dose exata, além de serem aplicados no momento adequado facilitando e otimizando o manejo nas plantações. Dessa forma economizando produtos fitossanitários, resultando numa melhor sustentabilidade na cadeia produtiva e diminuindo o impacto ambiental.

Em sua pesquisa, Martinez-Guanter *et al.* (2019) identificou que na comparação com um pulverizador de arrasto, um VANT pulverizador teve a mesma eficiência de tamanho de gota e cobertura foliar na pulverização de oliveira e citros. Também se destacou a menor deriva e ausência de compactação no solo (MARTINEZ-GUANTER *et al.*, 2019).

Khuantham e Sonthitham (2021) apresentaram um veículo pulverizador utilizando tecnologia de sistema não tripulado por controle operado remotamente para arrozal orgânico. Mogili *et al.* (2018), Saiful Iskandar *et al.* (2020) e também Devi *et al.* (2020) apresentam uma breve revisão da implementação de drones para monitoramento de culturas e pulverização de pesticidas. Já o foco do estudo de Nhamo *et al.* (2020) foi fornecer estatísticas mais precisas sobre áreas irrigadas, necessidades de água das culturas e melhorar a produtividade da água e o rendimento das culturas.

Nas culturas como vinhedo, pomar, cítricos e oliveiras a pulverização representa um desafio do ponto de vista econômicos, técnicos e ambientais. Entretanto com o VANT, utilizando posicionamento georreferenciado, trabalhando com mapa de aplicação, o equipamento apresenta uma redução de 45% de defensivos aplicados, contribuindo para redução na aplicação de agrotóxicos na lavoura (CAMPOS *et al.*, 2019).

4.2.2 Monitoramento / Sensoriamento / Mapeamento

O uso de novas tecnologias da informação e comunicação foi se intensificando e com isso possibilitando o acompanhamento remoto do desempenho das máquinas nas lavouras por meio de telemetria e transmissão automática de dados e enviá-los para computadores, tablets, smartphones e outros dispositivos em tempo real. A inovação pode trazer mais competitividade para a cadeia de valor com a digitalização e automação dos processos dentro da porteira, aumentando a sustentabilidade econômica da produção, tornando as culturas mais produtivas e diminuindo os custos (BONGOMIN *et al.* 2020).

De acordo com Souza (2015), o mapeamento é um subsídio fundamental para diversas atividades, constituído de dados que possibilita a análise e identificação dos fenômenos que acontecem na superfície do solo. Os resultados do mapeamento cartográficos são essenciais para organizar e entender atividades como: locação de uso dos solos, projetos de infraestrutura, planejamento, avaliação ambiental, entre outros.

Para Kitpo e Inoue (2018) os drones têm sido utilizados no monitoramento da agricultura juntamente com a câmera e o sensor GPS. É uma ferramenta alternativa para obter dados de forma rápida e autônoma em área de grande porte, pois o sistema de implementação está baseado na arquitetura da Internet das Coisas (IoT) utilizando informações em tempo real incluindo aquisição e análise de dados. Já Liang e Delahaye (2019) afirmam que o monitoramento servirá para analisar as principais restrições operacionais para levantamento agrícola em grande escala.

Conforme Park *et al.* (2017) para detectar drones de pequeno porte em tempo real, um detector de objetos apropriado deve ser selecionado. O monitoramento da agricultura de precisão, ou seja, a classificação de campos esparsos e densos, é realizada usando dados de satélite disponíveis gratuitamente (Landsat 8) juntamente com dados de drones (MURUGAN, GARG e SINGH, 2017).

Agarwat *et al.* (2018) diz que uma abordagem precisa ser avaliada criticamente para monitoramento de agricultura de precisão, especialmente para estimativa de área usando dados de satélite com a aplicação eficiente de ferramentas de processamento de imagem.

Segundo Panday *et al.* (2020) as soluções de dados baseadas em drones podem ajudar a combater a insegurança alimentar causada pela pandemia, doenças zoonóticas e outros choques alimentares, aumentando a produtividade das culturas de cereais em sistemas agrícolas de pequena escala em países de baixa renda.

Burgués *et al.* (2020) afirma que os avanços recentes na miniaturização da instrumentação química e em pequenos drones de baixo custo estão catalisando o crescimento exponencial no uso de tais plataformas para aplicações de detecção química ambiental. A versatilidade de drones quimicamente sensíveis é refletido por sua rápida adoção em domínios científicos, industriais e regulatórios, como em estudos de pesquisa atmosférica, monitoramento de emissões industriais e na aplicação de regulamentos ambientais.

A agricultura de precisão é a aplicação de métodos de sensoriamento remoto para detectar mudanças locais e corrigi-las com estratégias alternativas, particularmente as imagens de satélite de alta resolução estão sendo cada vez mais colocadas para estudar essas mudanças nas condições das culturas e do solo. Contudo, a disponibilidade e os custos muitas vezes proibitivos de tais imagens sugeririam um produto alternativo para esta aplicação específica em particular em imagens realizadas por plataformas de sensoriamento remoto de baixa altitude ou pequenos sistemas aéreos não tripulados (UAS) podem ser uma alternativa potencial para monitoramento ambiental devido ao seu baixo custo operacional, alta resolução espacial e temporal e alta flexibilidade na aquisição. Não surpreendentemente, tem havido estudos recentes sobre o uso de imagens UAS em PA. Esses resultados indicam que ele fornece produtos finais confiáveis aos agricultores. São necessários avanços no projeto de plataformas, produção, standardização de georreferenciamento e mosaicos de imagens e fluxo de trabalho de mineração de dados (ZHANG e KOVACS, 2012).

Para Guo *et al.* (2019) o sistema de sensoriamento está baseado em drones com o objetivo de coletar de forma eficiente dados reais. O drone carrega câmeras duplas que fornecem imagens multiespectrais com alta resolução espacial no mesmo local detectado.

O mapeamento com VANT resulta em um mosaico de imagens do local sobrevoado, onde esse mosaico é constituído de um bloco de imagens unidas e sobrepostas sistematicamente, afim de se ter a representação da área mapeada, os mosaicos podem de forma genérica serem controlados ou não controlados (MINUCIO, 2021).

Para Zhang e Kovacs (2012) os drones tem um objetivo que é fornecer informações sobre a aplicação de sensoriamento remoto em PA e explorando os usos e limitações atuais de UAS no monitoramento ambiental e PA, incluindo restrições de plataforma e câmera, problemas de processamento de dados de UAS, participação e aviação.

4.2.3 Simulação / Desenvolvimento de Drones e/ou Sistemas

O desenvolvimento de VANTs, conhecidos como drones, bem como os sensores multiespectrais embarcados, foi um marco para agricultura e para os novos padrões de sensoriamento remoto em nível de precisão, frequência e qualidade das informações obtidas (GOMES *et al.*, 2019). Essas novas tecnologias aplicadas na agricultura são possíveis obter uma relação entre os problemas que interferem o desenvolvimento da lavoura com as informações das imagens aéreas processadas. Isso pode acontecer com os drones crowdpowered programáveis, envolvendo dois conceitos-chave para combinar drones e smartphones como uma nuvem de recursos crowd-powered (ALWATEER e LOKE, 2019A).

Ainda de acordo com Alwateer e Loke (2019b) os drones selecionam tarefas para servir a partir de seus respectivos conjuntos de tarefas por meio de uma estratégia de tomada de decisão em simulações para avaliar o impacto de diferentes estratégias de estação.

Segundo Sivakumar e Malleswari (2021) a aplicação civis de UVA torna-se um desafio para a inteligência artificial dos drones, uma vez que as especificações e modelos são diferentes. Outrossim, cada modelo de Drone possui um desenvolvimento voltado para as suas especificidades e do que o agricultor precisa. Essa escolha está baseada no tamanho e complexidade da área a ser mapeada, tipo de sensor a ser embarcado, resolução desejada no levantamento, condições necessárias para decolagem e pouso da plataforma, além da experiência do operador para a realização do planejamento e gerenciamento do voo (PÁDUA *et al.*, 2017).

Desta maneira, é possível verificar que os drones possuem um sistema operacional computadorizado, ou seja, têm simuladores que geram resultados próximos ou reais, permitindo a visualização do espaço simulado por ângulos distintos tornando a tarefa de análise mais simples (ROHMER, 2013).

Rabello *et al.* (2020) apresenta um aplicativo móvel desenvolvido para otimizar o voo de um drone em um cenário de agricultura de precisão. A plataforma Androide foi escolhida, uma vez que possui ferramentas gratuitas para desenvolvimento e diversas APIs que podem ser utilizadas para resolver problema. Para a apresentação do mapa, bem como para a manipulação da geocodificação, foram utilizadas as ferramentas do Google. O aplicativo foi testado e alcançou resultados viáveis para grandes cenários com mais de mil waypoints em apenas alguns minutos, mesmo rodando em um dispositivo móvel.

Na visão de Shi *et al.* (2018) há uma arquitetura de redes de acesso de rádio assistidas por drones na qual as células-drone são aproveitadas para retransmitir dados entre estações base e usuários. Já nos estudos de Wang *et al.* (2019) mostram resultados experimentais em que algoritmo supera as soluções existentes que empregam drones independentes ou drones transportados por caminhão.

Valente e Kooistra (2020) desenvolveram o MOOC drones para a agricultura, este drone é para ensinar as pessoas sobre o sensoriamento remoto. Já Besada *et al.* (2019) arquitetaram um microsserviço que fornece funcionalidades de organização e otimização para orquestrar a operação de drones.

Esse modelo de serviço deve coletar e processar de dados antes de fornecê-los aos usuários para aumentar sua conveniência nos negócios agrícolas (CHUNG *et al.*, 2020).

A principal contribuição é realizar uma comparação entre dois tipos diferentes de algoritmos de busca de parasitas (Busca Aleatória e Busca Distribuída) para dar uma indicação de seu desempenho (POTRINO, *et al.*, 2018).

Desta mesma forma, Moribe *et al.* (2018) propunham um protocolo de comunicação para rede de sensores sem fio (WSN). Os resultados preliminares de um experimento protótipo mostram que as medições são suficientemente sincronizadas para coletar dados úteis de temperatura foliar.

A principal razão por trás da automação dos processos agrícolas é economizar tempo e energia necessários para realizar tarefas agrícolas repetitivas e aumentar a produtividade do rendimento, tratando cada cultura individualmente usando o conceito de agricultura de precisão (NAIK, SHETE e DANVE, 2016).

Os avanços na tecnologia e o desenvolvimento de sistemas globais de navegação e geoprocessamento possibilitaram a aplicação de drones (veículos aéreos não tripulados) na agricultura. De acordo com Ribeiro *et al.* (2018) os drones podem ser utilizados na agricultura na análise de solo e campo, plantação de sementes, pulverização de culturas, monitoramento de culturas, irrigação e avaliação da saúde da plantação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar o estudo sobre tecnologia na agricultura voltado para o uso do Drone, fica claro sua importância no meio rural e para os agricultores.

Percebeu-se também como a evolução através de décadas de estudos ajudou o agricultor e continua ainda hoje, e como veio se aperfeiçoando no manejo de muitos instrumentos ou aplicativos que registra em tempo real o que as pessoas do campo precisando para a qualidade dos alimentos ou na pecuária. Uma vez que, torna o cultivo mais eficiente e sustentável, com o conjunto de imagens da lavoura, o produtor rural tem em mãos uma ferramenta de obtenção de dados para eficiente e rápida tomada de decisão. A flexibilidade, o baixo custo, a aplicabilidade e a precisão de dados com drones são de extrema importância para popularização e entendimento da tecnologia.

Durante a pesquisa constatou-se que os avanços mais recentes na área tecnológica, associada ao desenvolvimento de sistemas globais de navegação e o geoprocessamento estão a cada dia ampliando as perspectivas de uso dos veículos não tripulados (VANTs). São baratos e fáceis de usar, essas aeronaves são equipadas com sensores que permitem capturar imagens cada vez mais eficiência e precisão. Podendo auxiliar o agricultor a aumentar sua produtividade e reduzir danos na lavoura. Assim, o investimento em drones na agricultura é compensado pela sua versatilidade, uma vez que o equipamento desempenha várias funções no campo, reduzindo relativamente seu custo inicial.

Foi constatado que a agricultura de precisão não é/foi nenhuma novidade para alguns agricultores, pois já aplicavam técnicas de controle de produtividade, tinham conhecimento de suas lavouras e sabiam quais áreas necessitavam maiores cuidados, claro que a agricultura de precisão facilita pela técnica que engloba o uso de computadores, sensores e elevados níveis de controle. Não consiste só na habilidade de aplicação deste método mas também capacita e monitora as atividades em áreas específicas.

A revisão da literatura também embasou, conforme a cronologia, que a agricultura digital 4.0 foi a última revolução, que incorporou conectividade e automação, com uso de máquinas, veículos, drones, robôs e animais com sensores.

A agricultura 5.0 é caracterizada pelo uso de inteligência artificial, biotecnologia e análise de dados agrícolas. Isso melhora a precisão, a produtividade e o desempenho da automação.

Através da pesquisa, verificou-se que o uso de drones na agricultura é de fundamental importância, porque torna as colheitas mais eficientes, aumenta a produtividade em alguns aspectos e também é uma tecnologia mais sustentável que lida com aspectos de fabricação limpa.

A integração com outros processos de produção de culturas também é importante. O monitoramento em tempo real pode fornecer informações importantes sobre as sequências pós-colheita. Essas atividades agrícolas de precisão tornaram os drones uma ferramenta fundamental na agricultura com projeções de permanecer cada vez mais presentes no campo seja em grandes ou pequenas propriedades, pois isso reduz tempo e custos dos produtores, aumentando assim a produtividade.

A pesquisa limitou-se a um determinado período entre as publicações de 2010 a 2020, utilizou-se de importantes ferramentas de pesquisa por meio de filtros, atingindo apenas as publicações da área de estudo deste tema, já citado na introdução do trabalho. Sugere-se igualmente a utilização de outras bases de dados bibliográficos como também outros meios de análise bibliométrica.

A tendência da pesquisa fixou-se em três eixos: pulverização, irrigação e Controle de pragas; monitoramento, sensoriamento e mapeamento; monitoramento, simulação e desenvolvimento de drones e/ou sistemas. Os resultados mostram que a agricultura digital é capaz de ajudar os usuários a aumentar a produtividade de forma sustentável.

Para trabalhos futuros a expectativa é testar o impacto do uso de drones para analisar se os efeitos positivos e negativos se sobrepõem ou há novas implicações que precisam ser exploradas.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, A. *et al.* Critical analysis of classification techniques for precision agriculture monitoring using satellite and drone. In: **2018 IEEE 13th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)**. IEEE, 2018. p. 83-88.
- AGUIAR, L. M. **A diversidade biológica do Cerrado**. In: AGUIAR, L. M. de; CAMARGO, A. J. A. de. (Ed.). *Cerrado: ecologia e caracterização*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1986, p. 17-40.
- ALWATEER M.; LOKE S.W. A Two-Layered Task Servicing Model for Drone Services: Overview and Preliminary Results. In: **2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)** , 2019^b, pp. 387-390, doi: 10.1109/PERCOMW.2019.8730701.
- ALWATEER, M.; LOKE, S.W.; FERNANDO, N. Enabling **Drone Services: Drone Crowdsourcing and Drone Scripting**. IEEE Access , vol. 7, pp. 110035-110049, 2019^a, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2933234.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Drones**. 2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones#:~:text=Pelo%20w regulamento%20da%20 ANAC%2C%20 aeromodelos,como%20 experimentais%2C%20 comerciais%20 ou%20 institucionais>. Acesso em 04 maio 22.
- ANZILIERO, D. **As Técnicas de Monitoramento por VANT: Uma Revisão dos Resultados Obtidos na Agricultura**. Epitaya E-books, [S. l.], v. 1, n. 10, p. 34-47, 2021. DOI: 10.47879/ed.ep.2021328p34. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/187>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- ARAÚJO, M. L. **O complexo industrial-militar dos estados unidos pós-11 de setembro: o caso da Boeing**. 2018. 27 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em relações internacionais) – Universidade Federal de Uberlândia, 2018.
- ARTIOLI, F.; BELONI, T. **Diagnostico do perfil do usuário de drones no agronegócio brasileiro**. Revista iPacege, Piracicaba/SP, v.2, n. 3, p. 40-56, 2016.
- ASSAIANTE, B. A. de S.; CAVICHIOLI, F. A. **A Utilização De Veículos Aéreos Não Tripulados (Vant) Na Cultura Da Cana-De-Açúcar**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 444–455, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.804. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/804>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BARELLI, M. A. A. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão: Drones potentiality use in precision agriculture**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, sep. 2020. ISSN 2525-8761.

BESADA, J.A.; BERNARDOS, A.M.; BERGESIO, L.; AQUERO, D.; CAMPAÑA I.; CASAR, JR. **Drones como serviço: uma arquitetura de gerenciamento para fornecer planejamento de missão, intermediação de recursos e suporte operacional para frotas de drones.**In: **2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)** , 2019, pp. 931-936, doi: 10.1109/PERCOMW.2019.8730838.

BIGHETTI, H. **Tecnologia com sensores economiza até 20% de água na lavoura.** Minas Gerais, 2015.

BONGOMIN, O. **Industry4.0 DisruptionandIts Neologismsin Major Industrial Sectors:astateoftheheart.** **JournalOfEngineering.** [S.L.], v. 2020, p.1-45,10 out. 2020.

BONNEAU, V.; COPIGNEAUX, B.; PROBST, L.; PEDERSEN, B. **Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects.** European Comission, 2017.

BRFÈRTIL. **Agricultura de precisão. 2019.** Disponível em: <https://brfertil.com.br/agricultura-de-precisao/>. Acesso em: 04 maio 2022.

BRITO, P.R.O.; CAVALLARI, L.G.; MONTANHA, G.K. Vant aplicado como nova solução tecnológica para a agricultura de precisão. In: **7º Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu “Jornacitec”**, 2018.

BROFMAN, P. R. **A importância das publicações científicas.** **Cogitare Enfermagem.** Curitiba, v. 3, n. 17, p. 419-421, jul/set. 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/29281/19029>. Acesso em: 10 nov. 2022.

BURGUÉS, J.; SANTIAGO M. **Environmental chemical sensing using small drones: A review.** *Science of The Total Environment*, Volume 748,2020,141172,ISSN 0048-697,<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141172>.

CALOU, V. B. C. **Utilização de drones aplicados à agricultura de precisão.** In: XXI Seminário Nordeste de Pecuária. 2017.

CANAL DO CRIADOR. **Robótica agrícola.** 2021. Disponível em: <https://agevolution.canalrural.com.br/mercado-de-robos-agricolas-vai-quadruplicar-em-cinco-anos-diz-estudo/>. Acesso em 29 abr 2022.

CASTANHO, R. B; TEIXEIRA, M. E. S. A evolução da agricultura no mundo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 8, n. 1, p. 136-146, jan./jun. 2017. Página | 136.

CHUEKE, G. V. & AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao fórum. **Internext**, São Paulo, v.11, n. 2, p. 1-5, mai./ago. 2015.

CHUNG, H.; KIM, D.; JUNG, K.; KANG, B.; CHO, S.; LEE, S. Study on Service model of the Agriculture Information based Convergence Service. In: **22ª Conferência Internacional sobre**

Tecnologia de Comunicação Avançada (ICACT) 2020, 2020, pp. 139-141, doi: 10.23919/ICACT48636.2020.9061288.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. **Agriculture 4.0: the future of farming technology**, 2018.

CORREA, M. A. CORRÊA. **Modelo de veículos aéreos não tripulados baseado em sistemas multi-agentes**. Tese de doutorado apresentada ao curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

DEEPAK, M. Development of an Adaptive Approach for Precision Agriculture Monitoring with Drone and Satellite Data. In: **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**. 2017.

DORAN, H. D. Conceptual Design of Human-Drone Communication in Collaborative Environments. In: **Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks Workshops (DSN-W)**. 2020.

DRONES E ENGENHARIA. **Tipos de câmeras para drones para drones e imagens geradas**, 2020. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/tipos-de-cameras-para-drones/>. Acesso em: 07 maio 22.

EARL, R.; THOMAS, G.; BLACKMORE, B. S. The potential role of GIS in autonomous field operations. **Computers and electronics in agriculture**, v. 25, n. 1-2, p. 107-120, 2000.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, 2018 Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 15 abr de 2022.

_____. **Pesquisa contribui para transformação digital da agricultura brasileira**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51706860/pesquisa-contribui-para-transformacao-digital-da-agricultura-brasileira>. Acesso em 16 abr 2022.

ESPERIDIÃO, T. L.; SANTOS, T. C.; AMARANTE, M. S. **Agricultura 4.0: S1122software de Gerenciamento de Produção**. Mogi das Cruzes: Pesquisa e Ação V 5 N 4, 2019.

FERENHOF, H. A; FERNANDES, R.F,. **Passos para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria**. V. 3.00 Disponível em< http://www.igci.com.br/artigos/passos_rsb.pdf > acesso em: .

FERREIRA, R. *et al.* Identificação de pragas na agricultura com auxílio de vants. In: **Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia**, v. 6, n. 1, p. 47-52, 2017.

FIELDVIEW. **Entenda o que é a Agricultura 4.0 e Seu Impacto na Gestão Agrícola**. 2022. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/agricultura-4-0>. Acesso nov 2022.

FOA. **The state of food insecurity in the world 2014**. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofi/en/>>. Acesso em: 27 mar 2022.

FORCE, P. **Drones na Agricultura: tudo sobre a tecnologia que está mudando o setor**. Porto Alegre: Floresta & Agricultura, 2016.

FREITAS, C. E. C.; ALVARENGA, H. B. **O uso de drones na agricultura de precisão**. 2019. 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo), Universidade Educacional Social, Defim Moreira/MG. 2019.

GENILHU, M. R. J. **Uso De Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) Na Agricultura: Revisão De Literatura**. 2021. 44f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente FAEMA, Ariquemes, 2021.

GIRALDELI, A. L. **Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais**. Aegro, 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/>. Acesso em: 05 maio 22. 27 de maio de 2022.

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.

GUO, Y. *et al.* A drone-based sensing system to support satellite image analysis for rice farm mapping. In: **IGARSS 2019-2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium**. IEEE, 2019. p. 9376-9379.

JIHUN, P. A comparison of convolutional object detectors for real-time drone tracking using a PTZ camera. In: **International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)**. 2017.

KHUANTHAM, C.; SONTTHITHAM, A. Development of Sprayer Vehicle using Unmanned System Technology by Remotely Operated Control for Organic Rice Field. In: **2021 18th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)**. IEEE, 2021. p. 993-996.

KITPO, N.; INOUE, M. Early rice disease detection and position mapping system using drone and IoT architecture. In: **2018 12th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC)**. IEEE, 2018. p. 1-5. 2018.

KITPO, N.; INOUE, M. Early Rice Disease Detection and Position Mapping System using Drone and IoT Architecture. In: **2018 12th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC)**, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/SEATUC.2018.8788863.

KLAUSER, F. Surveillance farm: Towards a research agenda on big data agriculture. **Surveillance & Society**, v. 16, n. 3, p. 370-378, 2018.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJASWageningen Journal of Life Sciences*, v. 90, p. 100315, 2019.

LAL, R. e STEWART, B. A. (Eds.). Soil erosion and land degradation: the global risks. In: *Advances in soil science*. New York: Springer-Verlag, 1990. **Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016.

LIANG, M.; DELAHAYE, D. Drone Fleet Deployment Strategy for Large Scale Agriculture and Forestry Surveying. In: **2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)**, 2019, pp.

LUCHETTI, A. **Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro**. 2019. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação)- Universidade do Sul de Santa Catarina, Bacharel em ciências aeronáuticas, Palhoça/SC, 2019.

MAQCAMPO. **Como a agricultura se modernizou - História**. 2019. Disponível em: <<http://www.maqcampo.com.br/node/2228>. Acesso 09 abr 22.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. Tecnologias da informação e da comunicação: o papel na agricultura. *Agroanalysis. Revista do Agronegócio da FGV*, São Paulo, v. 35, n. 9, p. 29-31, 2015.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agricultura Digital. *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. São Paulo: UNESP, 2010.

MINUCIO, L. F. **Mapeamento com drones: guia completo**. Futurite, 2021.

MEDEIROS, F. A.; ALONÇO, A. S.; BALESTRA, M. R. G.; DIAS, V. O.; LANDERHAL JR., M. L. **Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georeferenciado**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p.2375-2378, nov, 2008.

MOGILI, UM Rao; DEEPAK, B. B. V. L. Review on application of drone systems in precision agriculture. *Procedia computer science*, v. 133, p. 502-509, 2018.

MORIBE, T.; OKADA, ; KOBAYASHI, K.; KATAYAMA, M. Combinação de uma rede de sensores sem fio e drone usando termômetros infravermelhos para agricultura inteligente. In: **15ª Conferência Anual de Comunicações e Redes de Consumidores do IEEE (CCNC) de 2018**, 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/CCNC.2018.8319300.

MURUGAN, D.; GARG A.; SINGH D. Development of an Adaptive Approach for Precision Agriculture Monitoring with Drone and Satellite Data. In: **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, vol. 10, no. 12, pp. 5322-5328, Dec. 2017, doi: 10.1109/JSTARS.2017.2746185.

MYFARM. **Saiba quais são os impactos da agricultura 5.0 no Agronegócio**. 2021. Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/agricultura-5-0/>. Acesso em: 20 abr. 22.

NAIK, N.S.; SHETE, V.V.; DANVE, S.R. Robô de agricultura de precisão para função de semeadura. In: **2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)**, 2016, pp. 1-3, doi: 10.1109/INVENTIVE.2016.7824880.

NEWCOME, L.R. **Unmanned aviation: A brief history of unmanned aerial vehicles**. Reston, Va.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004.

NHAMO, L. *et al.* Prospects of improving agricultural and water productivity through unmanned aerial vehicles. **Agriculture**, v. 10, n. 7, p. 256, 2020.

OLIVEIRA, A. J. SILVA, G. F.; SILVA, G. R.; SANTOS, A. A. C.; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K. C. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão / Drones potentiality use in precision agriculture**. 2020 Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/15976>. Acesso em: 22 abril 22.

OLIVEIRA, Taniele Carvalho de. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, sep. 2020. ISSN 2525-8761.

OLIVEIRA, E. M. Virtual Reality and Augmented reality applications in agriculture: a literature review. Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). In: **Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)**. 2020.

PÁDUA, L.; VANKO, J.; HRUŠKA, J.; ADÃO, T.; SOUSA, J. J.; PERES, E.; MORAIS, R. UAS. Sensors, and data processing in agroforestry: A review towards practical applications. **International journal of remote sensing**, v. 38, n. 8-10, p. 2349-2391, 2017.

PANDAY, U. S. *et al.* Uma revisão sobre soluções de dados baseadas em drones para culturas de cereais. **Drones**, v. 4, n. 3, pág. 41 de 2020.

PARK, J. *et al.* **Uma comparação de detectores de objetos convolucionais para rastreamento de drones em tempo real usando uma câmera PTZ**. In: **2017 17ª Conferência Internacional de Controle, Automação e Sistemas (ICCAS)**. IEEE, 2017. pág. 696-699.

PENA, R. F. A. **Evolução da agricultura e suas técnicas**. 2022. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>. Acesso em 20 de maio de 2022.

PIX FORCE. **Tecnologia agrícola: a importância e principais inovações**. 2022. Disponível em: <https://www.pixforce.com.br/post/tecnologia-agr%C3%ADcola-a-import%C3%A2ncia-e-principais-inova%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 21 abr. 2022.

PORSCH, M. R. M. H. **Modelagem Matemática De Um Robô Pneumático Do Tipo Gantry Para Aplicações Agrícolas Em Estufas**. 2020. 225 f. Tese (Doutorado em Modelagem Matemática) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio grande do Sul, Ijuí, 2020.

POTRINO, G. *et al.* Drones support in precision agriculture for fighting against parasites. In: **2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR)**. IEEE, 2018. p. 1-4.

RABELLO, A; BRITO, RC; FAVARIM, F.; WEITZENFELD A.; TODT, E. **Sistema Móvel para Planejamento Otimizado para Voo de Drone aplicado à Agricultura de Precisão**. In: **3ª Conferência Internacional de Tecnologias da Informação e Computação (ICICT) 2020**, 2020, pp. 12-16, doi: 10.1109/ICICT50521.2020.00010.

REVISTA RURAL. **Sensores inteligentes geram dados em tempo real**. 2019. Disponível em: <https://www.revistarural.com.br/2019/09/17/sensores-inteligentes-geram-dados-em-tempo-real/>. Acesso em: 21 abr 22.

RIBEIRO, A. **O que é agricultura?** 2018. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agricultura.htm>. Acesso em: 09 abr. 22.

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

RODRIGUES, Nadir. **Tecnologia 5G vai melhorar conectividade no campo e impulsionar agricultura**. Embrapa Informática Agropecuária, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60133873/tecnologia-5g-vai-melhorar-conectividade-no-campo-e-impulsionar-agricultura>. Acesso em: 15 maio 2022.

ROHMER S. P. N. SINHG, M.F.E. V-rep: a versatile and acalable robot simulation framework. In: **Proc. Of. The International Conference on Intelligent Robts and systems**, 2013.

SAIFUL ISKANDAR, Khalit; NOOR AFIZA, Badaluddin; NOOR ATIQAHA, Badaluddin. Introduction to drone technology for agriculture purposes: a brief review. **International Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, n. 4, p. 13-23, 2020.

SANTOS, L. A. C.; SANCHEZ, G. F. Pinagram - **Proposta de pesquisa de inovação na agricultura**. [artigo científico]. Goiânia, 2014.

SARGHINI, F.; VISACKI, V.; SEDLAR, A.; CRIMALDI, M.; CRISTIANO, V.; VIVO, A. D. Primeiras medições de deposição de spray obtidas a partir da técnica de aplicação de spray de UAV. In: **2019IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)** , 2019, pp.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Agricultura de precisão: Drones**. Brasília: SENAR, 2018.

- SILVA, A. A. et al. **A utilização da matriz Swot como ferramenta estratégica—um estudo de caso em uma escola de idioma de São Paulo**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, v. 8, p. 1-11, 2011.
- SHAHROOZ, M; TALAEIZADEH, A; ALASTY, A. Agricultural Spraying Drones: Advantages and Disadvantages. In: **2020 Virtual Symposium in Plant Omics Sciences (OMICAS)**. IEEE, 2020. p. 1-5.
- SHEPHERD, M.; TURNER, J. A.; SMALL, B.; WHEELER, D. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the ‘digital agriculture’ revolution. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 14, Sept 2018. DOI: 10.1002/jsfa.9346.
- SHI, Weisen *et al.* Multiple drone-cell deployment analyses and optimization in drone assisted radio access networks. **IEEE Access**, v. 6, p. 12518-12529, 2018.
- SIMÕES, M.; SOLER, L; S.; PY, H. **Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura**. Boletim informativo da SBCS. Mai-ago, 2017.
- SIVAKUMAR, M.; TYJ, N. M. Uma pesquisa bibliográfica sobre o uso de veículos aéreos não tripulados para aplicações civis. **Journal of Aerospace Technology and Management** , v. 13, 2021.
- SOUZA, F. B. M. **Qual a importância de uma publicação científica?** 2019. Disponível em: <https://petenfermagemunifa.wixsite.com/petenfermagem/post/import%C3%A2ncia-da-produ%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-enquanto-acad%C3%AAmico-e-petiano>. Acesso em: 01 nov 2022.
- SOUZA, G. **Análise da viabilidade do uso de vant para mapeamentos topográficos e de cobertura e uso da terra**. 94 p. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Cartográfica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- SOUZA, M. **Conheça os diferentes tipos de drones do mercado**. 2018. Disponível em: <https://blog.waz.com.br/2018/01/10/conheca-os-diferentes-tipos-de-drones-do-mercado/>. Acesso em: 07 maio 2022.
- TRIPICCHIO, P. **Towards Smart Farming and Sustainable Agriculture with Drones**. International Conference on Intelligent Environments, 2015.
- TROPEA M.; SERIANNI, A. Bio-Inspired Drones Recruiting Strategy for Precision Agriculture Domain. In: **2020 IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT)**, 2020, pp. 1-4, doi : 10.1109/DS-RT50469.2020.9213516.
- VALENTE J.; KOOISTRA, L. MOOC Drones for Agriculture: The making-of. In: **2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)** , IEEE, 2020. pág. 1692-1695.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Políticas públicas de inovação no setor agropecuário: uma avaliação dos fundos setoriais.** Rio de Janeiro. 2012.

WEISEN, Shi; LI, Junling; XUI, Wenchao; ZHOU, Haibi; ZHANG, Ning, ZHANG, ShanHAN. **Multiple Drone-Cell Deployment Analysis and Optimization in Drone Assisted Radio Access Networks.** In: IEEE Access, vol. 6, pp. 12518-12529, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2803788.

WANG, D.; HU, P.; DU, J.; ZHOU, P.; DENG T.; HU, M. **Routing and Scheduling for Hybrid Truck-Drone Collaborative Parcel Delivery With Independent and Truck-carried Parcel Delivery.** In: IEEE Internet of Things Diário , v. 6, não. 6, pp. 10483-10495, dez. 2019, doi: 10.1109/IIOT.2019.2939397.

WELTZIEN, C. **Digital agriculture – or why agriculture 4.0 still offers only modest returns.** Article in Agricultural engineering, April 2016.

ZERO HORA. **Da novidade à eficiência: como os drones avançam na agricultura do RS.** 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2019/10/da-novidade-a-eficiencia-como-os-drones-avancam-na-agricultura-do-rs-ck252kqfz09c401r2dcutewk4.html>. Acesso em: 05 maio 2022.

ZHANG, C.; KOVACS, JM. **A aplicação de pequenos sistemas aéreos não tripulados para agricultura de precisão: uma revisão.** Precision Agric, n.13 , pp. 693–71, 2012.