

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA
SOUZA”**

Etec Frei Arnaldo Maria de Itaporanga

Técnico em Agropecuária

Arthur Calleb Ramin

Emmily Carvalho de Lima

Kamilly Vitória Freire da Silveira Barbosa

AGRICULTURA DE PRECISÃO: uso de drones

Votuporanga

2021

Arthur Calleb Ramin

Emmily Carvalho de Lima

Kamilly Freire dos Santos Barbosa

AGRICULTURA DE PRECISÃO: uso de drones

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Agropecuária da ETEC Frei Arnaldo Maria de Itaporanga, orientado pela Prof. Giane da Silva Conhalato, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Agropecuária.

Votuporanga - SP

2021

DEDICATÓRIAS

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, sem ele eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho. Não há exemplo maior de dedicação do que da nossa família. À minha querida família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo desse percurso.

Kamilly Vitoria

Agradeço a Deus, que está acima de todas as coisas deste mundo, concebendo sempre nossos desejos e vontades. Aos meus pais e meus irmãos pela confiança, amor e cuidado. Aos meus amigos de sala pela paciência e pela compreensão, por me ajudar e que me fez ver a vida com outros olhos, obrigado pela amizade! Eterno agradecimento também a professora orientadora Giane da Silva Conhalato, pela paciência e ensino durante todos esses anos.

O meu muito obrigado, sem vocês este TCC não poderia ser concluído.

Arthur Calleb

Dedico, primeiramente, a Deus, por sua fiel sustentação e amor que me permitiu concluir esta etapa...
Agradeço aos meus pais, Luciana e Jose Antônio, por seus conselhos, apoio e todo amor que tornaram meu caminho até aqui melhor...
Agradeço ao meu irmão, Eduardo, pelo seu companheirismo e bom humor...
Dedico, não somente a esses, mas a todos que estiveram ao meu lado no decorrer deste curso e deste trabalho e contribuíram de alguma forma.
Minha eterna gratidão.

Emmily Carvalho

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a professora Giane Conhalato, por ter sido nossa orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Agradecemos também a instituição de ensino ETEC Frei Arnaldo Maria de Itaporanga, que foi essencial no nosso processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendemos ao longo dos anos do curso.

Por fim, eternos agradecimentos aos nossos colegas de turma, com quem convivemos intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que nos permitiram crescer não só como pessoas, mas também como técnicos.

Nosso destino vive dentro de nós, você só tem que ser corajoso o suficiente para vê-lo.

- DISNEY, Valente. 2012

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Crescimento do uso de tecnologias no setor agrícola no mundo	8
1.2 Tipos de tecnologias usadas no Brasil contra as pragas e doenças nas lavouras.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 Geral.....	9
2.2 Específicos	9
3. JUSTIFICATIVA.....	9
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1 Agricultura de precisão (origem, conceito e intuito).....	10
4.2 Origem dos drones	13
4.3 Tipos de drones e suas funções.....	13
4.4 Mecânica do drone	17
4.4.1 Seções e componentes.....	22
4.4.2 Sensores	25
4.5 Os drones na agricultura	28
4.5.1 A utilização do VANT na fazenda (segmentos de uso e etapas)	28
4.5.2 Possíveis usos atualmente.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	14
FIGURA 2.....	15
FIGURA 3.....	15
FIGURA 4.....	16
FIGURA 5.....	16
FIGURA 6.....	17
FIGURA 7.....	18
FIGURA 8.....	19
FIGURA 9.....	19
FIGURA 10.....	19
FIGURA 11.....	20
FIGURA 12.....	21
FIGURA 13.....	22
FIGURA 14.....	22
FIGURA 15.....	23
FIGURA 16.....	23
FIGURA 17.....	24
FIGURA 18.....	24
FIGURA 19.....	24
FIGURA 20.....	25
FIGURA 21.....	25
FIGURA 22.....	27
FIGURA 23.....	28
FIGURA 24.....	28

1. INTRODUÇÃO

1.1 Crescimento do uso de tecnologias no setor agrícola do mundo.

De acordo com Silva et al. (2018, p.3) atualmente o mundo tem uma disponibilidade de informação enorme, e o que está proporcionando isso para a humanidade são os avanços tecnológicos. E esse cenário de novos métodos tecnológicos está propenso a crescer cada vez mais, principalmente no setor do agronegócio (RODRIGUES, 2013, p.23).

“Tecnologia é um termo utilizado para englobar uma ampla variedade de mudanças técnicas e nos modelos de produção” (VASCONCELOS e GARCIA, 2005, p.12). A implantação de novas tecnologias geralmente é utilizada no setor agrícola, pois, visa aumentar a produção e reduzir o custo médio dessa produção (GELINSKI, 2012, p.2).

No Brasil, houve um crescimento surpreendentemente do uso dessas tecnologias pelos produtores rurais, podemos perceber isso pelo aumento de produtividade no campo, por exemplo, o rendimento de grãos no Brasil nesses últimos 20 anos dobrou de quantidade, o que antes eram 50,8 milhões de toneladas hoje se consegue 100 milhões de toneladas na mesma área plantada (RODRIGUES, 2013, p.24).

1.2 Tipos de tecnologias usadas no Brasil contra as pragas e doenças nas lavouras.

Tanto as pragas como as doenças acarretam problemas econômicos nas lavouras, em decorrência de queda de produção até a morte da cultura, e com o tempo, portanto desenvolveu-se tecnologias, como mecanizações das atividades agrícolas e as modernizações (CAMPANHOLA; BETTIOL; s/d, p.1) que facilitaram o controle das mesmas.

Dentre as tecnologias podemos citar algumas imateriais, como os aplicativos com monitoramento agrometeorológico que coleta dados atualizados em tempo quase real, uma vez que, a agricultura depende das condições climáticas, pois o clima afeta a relação das plantas com insetos e microrganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças (MASSHURÁ; LEITE; s/d, p.4) e os softwares (Excel) que pode auxiliar no planejamento e gerenciamento da produção, levando em consideração doenças e pragas e seus possíveis danos econômicos, pois conta com resultados na forma de planilhas e gráficos, realizando cálculos de forma mais rápida e confiável com valores (GIUMBELLI; ROSA; s/d, p.2).

E as tecnologias materiais, como os celulares smartphones com novas aplicações mobile, como utilizar a câmera transportada por veículo aéreo não-tripulado (VANT) para análises, sendo possível pois através das faixas do

espectro visível explorada pelas câmeras dos celulares é possível monitorar a vegetação por fotografias, em relação à cobertura verde, as condições da folhagem, densidade, ocorrência de deficiência mineral e também doenças e ataques de pragas (HOTT; et. al., 2018, p. 1, 2 e 3); os pulverizadores autopropelidos (ou automotrizes), pois segundo Queiroz, Moreira e Freitas (2020) “através deste equipamento é possível se fazer o controle dos mais diversos tipos de pragas agrícolas, tornando viável, possível e eficiente a produção agrícola em grande escala”; e os aéreos, sendo os aviões agrícolas, que trazem como benefícios aplicações/pulverizações de agrotóxicos independentes das condições de solo e o seu custo total ser ter 2,7 vezes menor do que a pulverização terrestre (SCHUCK, P.23, 2018) e também os drones, que são relativamente baratos, fáceis de usar, equipados com sensores e recursos de imagem eficientes e precisos, fazem levantamentos de dados, detectam pragas, estimam o índice de crescimento das plantas e (ainda em desenvolvimento) através de um sistema inteligente e autônomo, pulverizam agroquímicos (ANDRADE, p.1, 2016) e além disso, há possibilidade de acoplar outros equipamentos como a câmera termal que monitora desde a previsão do estresse hídrico nas culturas, o planejamento da irrigação, a detecção de doenças até os patógenos nas plantas (ISHIMWE et al., 2014).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Descrever o uso de drones como opção para tecnificar a lavoura no âmbito da automação.

2.2 Específicos

- Descrever o que são os drones e seus tipos;
- Classificar os possíveis usos dos drones;
- Discorrer a infraestrutura, os equipamentos exigidos e por quem pode realizar o voo;
- Apresentar determinadas imagens recolhidas por um drone;

3. JUSTIFICATIVA

A agricultura de precisão beneficia os produtores a obterem o maior desempenho de suas produções e criações, visando mostrar os detalhes da cultura, monitorando e buscando soluções.

O uso de drones no controle de pragas e doenças nas lavouras proporciona a economia de máquinas rodando e mão de obra para identificar e diagnosticar

infestações indesejáveis. Seu uso na produção necessita de mão de obra especializada, uma vez que, são considerados veículos aéreos remotamente pilotados e precisam de treino, porém, um só funcionário, capacitado corretamente, consegue “buscar” possíveis patologias ou infestações, combatê-las (com produtos fitossanitários ou controle biológico) e ainda manter monitoramento constante das condições da lavoura como densidade, crescimento, clima, umidade, entre outros. Portanto, com o uso dos VANTs é possível trabalhar com precisão pontos específicos das plantações, economizando no trabalho e aumentando o índice de produção e modernidade na plantação.

A tecnologia dos drones atualmente oferece uma extensa possibilidade de monitoramento da safra por um menor custo, ela facilita alguns processos e eleva a produtividade. Os drones podem ser utilizados em todas as fases do ciclo de vida da lavoura, e também pode ser usado para realizar a topografia do terreno, fazer o mapeamento das lavouras, identificar pragas e doenças com mais facilidade, fazer a gestão do plantio, fazer a contagem de plantas, identificar falhas nas plantações, entre outras.

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo, apresentar informações sobre a importância da utilização de drones no controle de pragas e doenças em lavouras no contexto de Agricultura de Precisão.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Agricultura de precisão (origem, conceito e intuito)

Segundo Roza (2000), a agricultura de precisão é uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. Agricultura de precisão, também chamada de AP, é uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes (ROZA, 2000).

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e culturas, de modo adequado às variações espaciais e temporais em fatores que afetam a produtividade das mesmas (EMBRAPA, 1997).

A fundamentação da Agricultura de Precisão (AP) surgiu em 1929, nos Estados Unidos (EUA), por meio de trabalhos de pesquisa realizados na Universidade de Illinois. A AP aborda técnicas de manejo agrícola que valorizam a variabilidade espacial e trabalha as lavouras por talhões georreferenciados, possibilitando a aplicação de nutrientes em taxas variáveis conforme a deficiência de cada insumo no solo. Esta nova forma de gestão das lavouras está diretamente ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias que ajudam o produtor na tomada de decisões mais acuradas. Um dos benefícios gerados é a redução de custos da lavoura o que proporciona aumento da competitividade nos cenários nacional e internacional. (RIBEIRO, et al. 2020 p.65).

No Brasil, as atividades de agricultura de precisão datam de 1995 com a importação de equipamentos, especialmente colhedoras equipadas com monitores de produtividade, sendo que atualmente a AP se encontra em expansão no setor agropecuário, sendo diversas as tecnologias embarcadas em máquinas que auxiliam produtores rurais no mapeamento da lavoura e na aplicação de insumos a taxas variáveis nas culturas com objetivo de reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade (BRASIL, 2013).

No Brasil, a agricultura de precisão surgiu entre os anos de 1996 e 2001 por meio de pesquisas voltadas para a cana de açúcar, a primeira cultura a trabalhar com a variabilidade espacial da fertilidade do solo em lavoura, no estado de São Paulo (MOLIN, 2017). Ainda de acordo com Molin (2017), os produtores em conjunto com as empresas de fertilizantes importaram equipamentos para iniciar as pesquisas com amostragens georreferenciadas (em grade) e com um caminhão importado para aplicações em taxas variadas de fertilizantes, calcário e gesso (veículo aplicador). No Brasil, a primeira máquina nacional de aplicação de nutrientes em taxas variáveis surgiu no ano de 2001, com aplicações somente de granulados e em pó, sendo que os controladores ainda eram importados. Assim, somente em 2002, surgiu o primeiro controlador de aplicação brasileiro.

É importante ressaltar que a agricultura de precisão não é um conjunto de tecnologias desenvolvidas recentemente, seus fundamentos surgiram, segundo Goering (1993), em 1929 nos EUA e foram descritos por C. M. Linsley e F. C. Bauer na circular nº 346 da Estação Experimental Agrícola da Universidade de Illinois. O principal fator para a adoção das tecnologias da agricultura de precisão nos EUA foi o aumento da eficiência dos sistemas de produção, com a otimização dos custos por meio da aplicação de fertilizantes à taxa variável (GODWIN et al., 2003; DOERGE, 2005) e a maximização do rendimento (KITCHEN, 2008). Já na Europa, o grande interesse para a adoção da agricultura de precisão foi o seu potencial como ferramenta para minimizar os efeitos ambientais negativos da produção agrícola (BONGIOVANI; LOWENBERG

BOER, 2004; STOOORVOGEL; BOUMA, 2005), além de permitir a realização do rastreamento do produto (McBRATNEY et al., 2005).

Desde meados da década de 1980, muitos termos têm sido usados para descrever o conceito de agricultura de precisão como, por exemplo:

Agricultura por metro quadrado (REICHENBERG; RUSSNOGLE, 1989);

Agricultura com base em tipos de solos (CARR et al., 1991; LARSON; ROBERT, 1991);

Aplicação de insumos a taxas variáveis (VRT) (SAWYER, 1994);

Variável espacial, precisão, prescrição ou manejo específico de culturas e 67 manejos por zonas uniformes (PIERCE; SADLER, 1997).

A agricultura de precisão possibilita um conhecimento amplo para a produção, o que vai facilitar a tomada de decisão durante o processo pelo produtor. Além disso, este sistema contribui de forma positiva porque passamos a tratar de maneira diferente coisas que são efetivamente diferentes, tratando da variabilidade. Dessa maneira, é possível ter um aumento global na produtividade. A agricultura de precisão pode aumentar as diferenças no campo, tratando com mais insumos áreas de maior produção, fazendo com que essas áreas produzam mais ainda e, por outro lado, reduzir adubação em áreas de pouco potencial produtivo. O sistema também tem outras vantagens como a maior capacidade e flexibilidade para a distribuição dos insumos durante o processo, aplicação localizada para sustentar a produtividade, contribuindo para o meio ambiente (INCERES, 2016).

Por meio da agricultura de precisão, há redução de custos no processo, diminuição do grave problema do risco da atividade agrícola, controle do risco da situação pelo uso da informação, maior produtividade na lavoura, mais tempo livre para o agricultor, além de melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivos. Desta forma, as novas tecnologias e os sistemas de gerenciamento têm apresentado resultados eficientes e efetivos para o agronegócio, contribuindo para a lucratividade e evitando desperdícios na produção. (INCERES, 2016).

De acordo com Leonardo et al. (2019 p. 1) a agricultura de precisão (AP) tem o objetivo de maximizar a eficiência e eficácia das áreas agrícolas, através de maior precisão na aplicação de insumos, preparo do solo dentre outras atividades, utilizando tecnologia de ponta para ajustar as deficiências nas zonas de manejo. Apesar de ser muito importante, no cenário agrícola brasileiro a agricultura de precisão ainda está em uma fase muito incipiente. Esse trabalho tem o objetivo de analisar o uso da agricultura de precisão e suas ferramentas

para obter resultados de uma boa produção para ajudar nas decisões do produtor rural e assim reduzir os impactos ambientais. Com a AP se tem um aumento na produção, o que é muito bom para o agricultor. Embora os custos de implantação sejam bem elevados e precisa de um alto investimento, podem ver que a AP é compensatória por ter uma eficiência maior que a agricultura convencional, além de ser menos agressiva ao meio ambiente por seus insumos serem aplicados de forma mais precisa.

4.2 Origem dos drones

O drone tem a sua origem muito antiga, que começa no século XIX, mais precisamente em 22 de agosto de 1849, ocorreu que a Austrália lançou balões não tripulados e equipados com bombas que serviam para atacar a Venezuela. (PAULA, p.8)

De acordo com Beté (s/d, p.1); o engenheiro Nikola Tesla fez um estudo sobre o possível uso dos veículos aéreos não tripulados na área militar em 1915. Percebendo as vantagens do uso dos drones nessa área começaram a utilizar mais e mais; já em 1942 os cientistas e engenheiros alemães, no meio da guerra, geraram uma bomba para fins de atingir alvos inimigos, chamada bomba V-1.

Segundo Paula (s/d, p.8) logo em 2000 começaram a utilizar os drones em diversas áreas e com outras aplicações como: a inspeção de linhas de transmissão, levantamento aéreo de terrenos, cartografia, geografia, topografia, serviços de filmagem para engenharia, mineração, indústria cinematográfica e etc.

Seu disparo no mercado ocorreu mesmo em 2014, sendo utilizados em todos os setores e vem sendo assim desde então, e hoje em dia temos os VANTS em várias áreas da indústria, agricultura, pecuária, energia, aeroespacial, segurança, logística, florestamento, fotografia, imobiliário, cartografia, monitoramento e vigilância; monitoramento de furacões, resgate, combate ao crime, monitoramento do clima, combate a incêndios, inspeções de plataforma de petróleo, patrulha de fronteiras e ajuda a pessoas necessitadas em locais de difícil acesso; mostrando assim a sua vasta utilização e o seu potencial no mundo. (BETÉ, s/d, p.3)

4.3 Tipos de drones e suas funções

O VANT possui conceitos variados, como:

- **Drone:** essa expressão pode se aplicar tanto para descrever pequenas aeronaves radio controladas, até aeronaves não tripuladas de uso militar, autônomas ou não;

- **Veículo aéreo não tripulado (VANT):** pode descrever qualquer tipo de aeronave que não precise de piloto;
- **Aeromodelo:** seria uma aeronave com usos recreativos;
- **Aeronave Remotamente Pilotada (RPA, do inglês Remotely Piloted Aircraft):** se qualifica em uma subcategoria de VANT, o piloto não está a bordo mas pilota remotamente, utilizado de modo não recreativo;
- **Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS, do inglês Remotely Piloted Aircraft Systems):** pode ser comandado por qualquer equipamento de controle ou outro equipamento de apoio através do link de comando.

No Brasil o termo mais conhecido e utilizado continua sendo drones, mesmo não tendo um apoio técnico, pois a legislação prefere a sigla RPA e VANT. (NUNES, 2018, p.11)

Existem três categorias que os drones podem ser classificados:

- **Drone de rotor único:** eles possuem uma única hélice, são mais recomendados para voo onde o aparelho precisa pairar e também voos que duram mais;

Figura 1 - Drone de rotor único



Fonte: <https://noardrone.com.br/lancamentos/os-principais-tipos-de-drone/>

- **Drone de multi-motores:** parecido com o de rotor único, mas possuem mais de rotores, são de um porte maior e rápidos;

Figura 2 - Drone de multi - motores



Fonte: <https://noardrone.com.br/lancamentos/os-principais-tipos-de-drone/>

Nessa categoria pode haver variações, sendo elas: tricóptero, quadricóptero, hexacóptero e octacópteros possuindo respectivamente 03, 04, 06 e 08 rotores.

- **Drones de asa fixa:** a estrutura é parecida com as aeronaves habitais, que há um corpo central e duas asas cada. (SILVA, 2020, p.12,13)

Figura 3 - drone de asa fixa



Fonte: <https://noardrone.com.br/lancamentos/os-principais-tipos-de-drone/>

Os drones possuem também diversos tipos de plataformas, que podem ser divididos em:

- **Asa rotativa:** um dos mais populares, tendo a plataforma do tipo helicóptero convencional ou com mais de m motor (multirroto), como os quadricópteros;

Figura 4 - Drone de asa rotativa



Fonte: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>

- **Asa fixa:** plataforma que utiliza asas similares as do avião;

Figura 5 - Drone de asa fixa



Fonte: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>

- **Asa híbrida:** plataforma que utiliza tecnologia de aeronaves adaptáveis, considerada híbrida entre aeronaves de asa fixa e rotativa, ainda operando em testes experimentais, é uma tendência de mercado para o futuro. (NUNES, 2018, p.12)

Figura 6 - Drone de asa híbrida



Fonte: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>

Na tabela é apresentado as diferenças relativas entre plataformas de asa fixa e rotativa:

Tabela 1 - Diferenças entre asas de drones

	Drone de asa fixa	Drone de asa rotativa
Projeto	Mais voltado para mapeamento e monitoramento de médias e grandes áreas.	Mapeamento e monitoramento de pequenas áreas, além de inspeção de obras e recursos naturais.
Aplicações mais comuns	Agricultura, mineração, topografia, monitoramento de perímetro (fronteiras), monitoramento da vida selvagem, engenharia, entre outros.	Agricultura, inspeção e fiscalização ambiental, mercado imobiliário, videografia, topografia, emergência, entre outros.
Velocidade de voo	Maior	Menor
Autonomia da bateria	Maior	Menor
Cobertura de área por voo	Maior	Menor
Pilotagem manual	Mais difícil	Mais fácil
Modo de decolagem e pouso	Horizontal	Vertical
Área de decolagem e pouso	Maior	Menor
Modo de orientação das imagens	Vertical	Vertical e oblíqua (panorâmica)

Fonte: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>

4.4 Mecânica do drone

O mercado de drones inclui uma grande gama de aeronaves que são autônomas, semiautônomas ou remotamente operadas. O interesse em Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) tem crescido ao redor do mundo conforme os avanços na

tecnologia computacional, desenvolvimento de softwares, materiais mais leves, sistemas globais de navegação, avançados links de dados, sofisticados sensores e a redução de tamanhos (JORGE; INAMASU; p. 2 ,2014). Contudo, esse tipo de abordagem tecnológica gera um amplo custo computacional e requer que o usuário disponha de softwares e computadores adequados. Nesse caso, boa parte do problema pode ser resolvido ao utilizar sistemas de processamento na nuvem (cloud processing systems) ou então, equipar as máquinas com placas de processamento gráfico – placas de vídeo – avançadas (PRUDKIN, BREUNIG. p.103, 2019) o que “entra mais em conta” para produtores que utilizam desse veículo.

Os tipos de drones existentes são classificados em três categorias de acordo com os rotores: drones de rotor único, no qual possuem uma única hélice, são muito recomendados para realizar voos onde é preciso pairar com o aparelho e também garantem maior durabilidade de voo. Em seguida temos a classe dos multi-rotores (um ou mais rotores), de porte maior e com muita agilidade - “dentro da categoria de multi-rotores temos algumas variações, sendo elas: tricóptero, quadricóptero, hexacóptero e octacópteros possuindo respectivamente 03, 04, 06 e 08 rotores” (SILVA, p.12, 13 ,2020) – e por fim drones asa fixa, seu design há um corpo central e duas asas de cada lado (SILVA, p.13 ,2020).

Figura 7 - Drone de rotor único



Fonte: <https://www.farmfor.com.br/posts/drone-pulverizador-da-chinesa-chufangagri-leva-ate-18-kg-de-carga/>

Figura 8 - modelo drone hexacóptero



Fonte: <https://jornalsomos.com.br/rio-verde/detalhe/rio-verde-tera-duas-redes-5g-privadas-em-atividade-a-partir-de-dezembro>

Figura 9 - modelo drone hexacóptero



Fonte: <https://www.sudesteonline.com.br/uso-de-drones-na-agricultura/>

Figura 10 - Drone octacóptero (8 helices)



Fonte: <https://www.dronevisual.com/post/drones-para-pulveriza%C3%A7%C3%A3o-como-funciona-e-os-principais-modelos-do-mercado>

Figura 11 - Drone Asa Fixa



Fonte: <http://www.agronegocios.eu/noticias/drones-conquistam-setor-agricola-portugues/>

De acordo com Jorge e Inamasu (p.5 ,2014) podemos classificar os drones, quanto ao alcance e altitude, em:

De mão, com 600m altitude e alcance 2km;

Curto alcance, com 1,5 km de altitude e alcance de 10km;

OTAN, de 3 km de altitude e alcance até 50km;

Tático, de 5,5 km de altitude e alcance de 160km;

MALE, de até 9 km de altitude e alcance de 200km;

HALE, acima de 9,1 km e altitude e alcance não definido;

HIPERSÔNICO, altitude de 15,2 km e alcance acima de 200km;

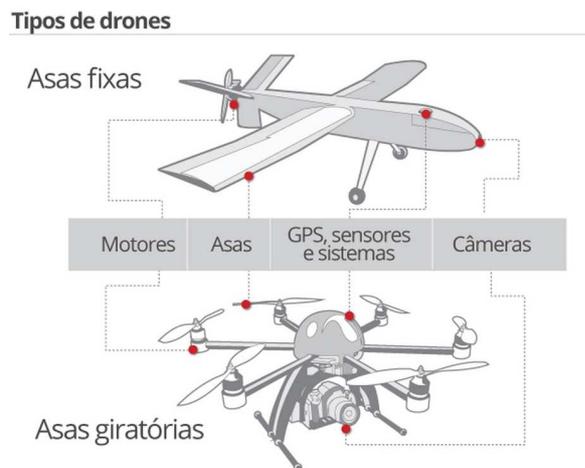
ORBITAL, em baixa orbita, e

CIS, transporte lua-terra.

(JORGE; INAMASU; p.5 ,2014)

Além do alcance e altitude, e número de rotores, os drones se diferem em asa fixa ou rotativa – este pode ser do tipo helicóptero convencional ou multirotor, onde permitem voos com alta estabilidade com reduzido tempo de treinamento operacional (JORGE; INAMASU; p.5 ,2014).

Figura 12 - Comparação de asa fixas e asas giratórias



Fonte: <https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/>

Os VANTs que mais atendem a agricultura são os Multi-rotorés (PIRES; ARAUJO; PEREIRA; p. 1, 2019) e os Asas Fixas – sendo o mais utilizado, pois ele tem uma autonomia muito maior e capacidade de carregar sensores mais robustos além das tradicionais câmeras compactas (FERREIRA et. al. p. 1, 2017) o que o torna mais interessante, uma vez que os drones têm limitações em termos de capacidade de carga a bordo – para efeito de referência um drone de asa rotativa com oito motores elétricos mantidos por baterias tem capacidade de carga de 2,5 quilogramas (kg) (ANDRADE p.1, 2, 2016) – e condições climáticas (JORGE; INAMASU; p.4 ,2014).

Figura 13 - Exemplos de modelos multi rotores



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-hobbyist-drones-a-Parrot-ARDrone-11-b-3D-Robotics-Solo-12-c-DJI_fig1_315112663

4.4.1 Seções e componentes do drone

Pires, Araujo e Pereira (p. 1 e 2 ,2019) listam os seguintes componentes de um drone para seu funcionamento:

Controlador via rádio frequência UHF (Ultra-High Frequency);

Figura 14 - Controle remoto do modelo DJI



Fonte: <https://www.mecoshop.com.br/drone/control-re-moto-para-drone-dji-cendence>

Figura 15 - Controle remoto DRONE DJI PHANTOM 4 PRO+



Fonte: <https://www.proaventura.com.br/drones/pelicula-de-vidro-para-controle-remoto-drone-dji-phantom-4-pro>

Motor;

Sistema de telemetria (função focada em monitoramento, medição e rastreamento através de dados);

Sistema FPV (*First Person View*) (responsável por enviar os dados para o operador, como por exemplos filmagem, voz e outros);

Figura 16 - Sistema FPV simples completo



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1204920402-sistema-fpv-completo-600-mw-drone-avio-heli-auto- JM>

Giroscópio (para realizar cálculos complexos em conjunto com os sensores de posição de voo realizado pelo drone e monitoramento de temperatura do motor, que pode ser enviado ao operador do drone, instantaneamente);

Figura 17 - Modelo de giroscópio no mercado



Fonte: <https://www.paybanks.ga/ProductDetail.aspx?iid=45687060&pr=79.99>

Hélices (design rotativo em toda sua estrutura que possui forma de sustentar força, para que possa ser tracionado ou modo de propulsão e são elas que manterão toda a estrutura do veículo sustentável no ar);

Figura 18 - Hélice modelo CCW



Fonte: <http://dronestore.com.br/produto/s800-evo-part-7-15-folding-propeller-ccw-helice-ccw/11891>

ESC (Electronic Speed Controller) controla a velocidade e a potência cinética de um motor elétrico);

Figura 19 - Modelo de ESC



Fonte: <https://oscarliang.com/choose-esc-racing-drones/>

Placa de distribuição de energia (controlar a potência gerada na bateria e que não possa danificar o motor);

Bateria (possui função de fornecer energia para toda a placa de distribuição);

Figura 20 - Bateria para drone



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1665450269-bateria-drone-2700mah-74v-JM>

Câmera de imagem (para capturar as imagens sobrevoadas pelo drone);

E câmera fotográfica.

(PIRES; ARAUJO; PEREIRA; p. 1, 2; 2019)

Figura 21 - Típicos componentes em um drone



Fonte:

[file:///D:/Meus%20documentos/Downloads/Usos de drones em estudos ambientais 2018.pdf](file:///D:/Meus%20documentos/Downloads/Usos%20de%20drones%20em%20estudos%20ambientais%202018.pdf)

Contudo, Jorge e Inamasu (p.3) em sua obra de 2014, acrescentavam os seguintes componentes aos VANTs para seu funcionamento:

Estação de controle em solo;

GCS (Ground Control Station) para planejar a missão a ser executada e acompanhar todo o trabalho realizado remotamente, possibilita visualizar o mapa do local a ser monitorado;

e GPS (Sistema de Posicionamento Global) uma unidade de navegação inercial;

(JORGE; INAMASU; p.3 ,2014).

4.4.2 Sensores

A função dos drones está diretamente relacionada aos tipos de sensores que o veículo “carrega”.

O uso de VANT em agricultura de precisão tem focado no uso de sensores baseados na espectroscopia de reflectância, ou seja, em medidas da reflexão da radiação eletromagnética (REM) após interação com diferentes superfícies e em diferentes comprimentos de onda, oriundas do chamado espectro refletido, mais especificamente abrangendo a região do visível (Visible – VIS – 0.4-0.7 μm), Infravermelho próximo (Near Infrared – NIR - 0.7-1.3 μm) e Infravermelho de ondas curtas (Short Wave Infrared – SWIR - 1.3- 2.5 μm) (JORGE, INAMASU, p.6 ,2014)

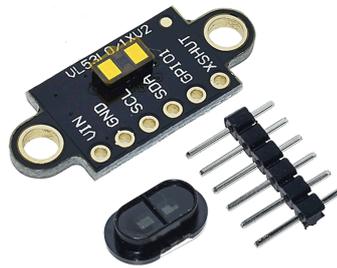
Então existem variedades de sensores acoplados, os quais são divididos em duas categorias, de acordo com Ferreira et. al. (p. 3, 4. 2017):

Sensores de navegação/control

Responsáveis pelo bom funcionamento do aparelho e sensores de missão, responsáveis pela captura de dados.

São exemplos destes sensores: piloto automático, acelerômetros, GPS, e de altitude.

Figura 22 - Sensor de altitude para drone



Fonte: <https://www.marinostore.com/sensores/sensor-de-distancia-vl53l1x-de-alta-precisao-400cm>

Sensores de umidade, temperatura e pressão

“Os mais utilizados para obter dados de superfície terrestre são aqueles que geram imagens ou dados referentes a imagens” (FERREIRA et. al. p. 3, 4. 2017) sendo assim, as câmeras.

Em geral, para Jorge e Inamasu (p.6 e 10 ,2014) podemos resumir os sensores/câmeras segundo suas aplicações/funções como:

Câmeras RGB: detecção falhas de plantio, desenvolvimento da cultura, formação da planta, modelo de elevação do terreno (Visível – VIS - 0.4 - 0.7 μm);

Câmeras Térmicas: detecção de estresse hídrico/irrigação (Short Wave Infrared – SWIR - 1.3 - 2.5 μm); no caso de estresse hídrico, a temperatura aumenta, podendo ser detectada com câmeras térmicas ou termais (JORGE, INAMASU, p.6 ,2014).

Câmeras Multiespectrais: Detecção de estresse nutricional (Infravermelho Próximo – NIR - 0.7 - 1.3 μm); no caso de estresse nutricional pode ser observada a degradação do pigmento fotossintético (como a clorofila A, clorofila B, xantofilas, antocianinas e carotenoides) (JORGE, INAMASU, p.6 ,2014).

Câmeras Hiper espectrais: Geração de índices espectrais combinados; usadas para calibração de bandas multi a serem usadas (câmeras térmicas + câmeras multiespectrais);

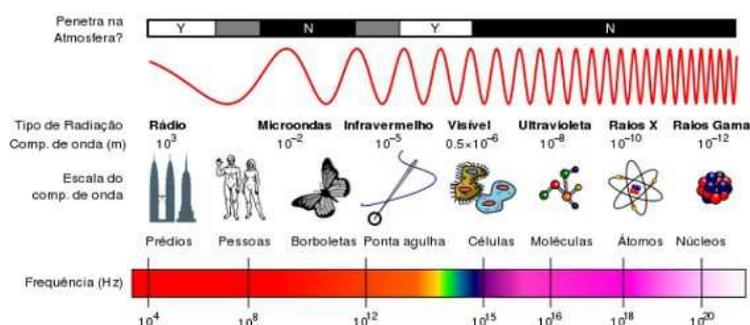
Sensores ativos: detecção de reflectância, NDVI e outros. (JORGE, INAMASU, p.10 ,2014)

Figura 23 - Análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e uma transmissão em tempo real via RGB



Fonte: <https://www.dji.com/br/p4-multispectral>

Figura 24 - Espectro eletromagnético dos sensores (câmeras) termiais



Fonte: <https://geosense.net.br/2021/07/06/cameras-termicas-para-drones-o-que-sao-e-quais-as-principais-aplicacoes-dessa-tecnologia/>

Em concordância com Jorge e Inamasu (p.6 ,2014), há também sensores que detectam a transpiração e a redução de absorção de CO₂ nas plantas ou a redução na fotossíntese.

4.5 Os drones na agricultura

Em comparação com a tecnologia de satélites, o uso dos VANTs na agricultura e nas fazendas inteligentes (integração da tecnologia na produção) possibilita que os produtores tenham visão panorâmica e próxima de seus campos, com avaliações mais precisas das condições das lavouras (ANDRADE, et. al. p.11 ,2019).

Pesquisas em áreas tais como novos materiais, células de combustível, software adaptativo, memórias, comunicações e laser, por exemplo, poderão auxiliar o mercado para futuras aplicações (JORGE, INAMASU, p.2 ,2014).

“Uma pesquisa pioneira, realizada há cerca de 35 anos, já identificava que os drones poderiam ser úteis em pelo menos 46 aplicações de caráter ambiental” cita (BARROS; LEUZINGER; p. 2, 2019).

4.5.1 A utilização do VANT na fazenda (segmentos de uso e etapas)

Para Andrade et. al. (p.11 ,2019) o uso de drones no meio rural pode ser resumido em quatro segmentos: varredura de campo com sensores compactos multiespectrais de imageamento – citados anteriormente; criação de mapas georreferenciados; transporte de carga; e monitoramento.

Para a devida utilização dos drones deve ser seguido um roteiro; então, de acordo com a obra de Jorge e Inamasu (p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014) as etapas para utilizar o VANT em agricultura de precisão se resumem em:

1º Etapa: Planejamento de voo

Se inicia com a seleção das condições do voo, ou seja, a altitude, velocidade de voo, resolução das imagens e resolução do pixel nas unidades de terreno, e, adequação às normas e regulamentos de voo (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

2º Etapa: Voo

Levantamento da área coberta referente ao voo planejado anteriormente. Pode-se calcular a área coberta no voo usando a seguinte expressão:

Superfície Coberta (Km²) = T. V. W

sendo:

T (h) = tempo de voo;

V (Km/h) = velocidade sobre o solo;

W (km) = largura da foto no solo.

(JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

Para efeito de referência, os VANTs geralmente apresentam autonomia de cerca de 30 minutos de voo, podendo mapear uma área de 400 hectares por voo (FERREIRA et. al. p. 2, 3, 2017), com condições normais de clima e vento, conseguindo trabalhar homogeneamente, não dependendo muito do clima – uma vez que, depois da chuva o auxiliar não conseguiria adentrar nas “ruas” da lavoura para realizar determinado trabalho (ALMEIDA, p.16 ,2019).

3º Etapa: Obtenção das imagens georreferenciadas

No momento do voo deve haver cuidado com as características da câmera e com o “comportamento” (velocidade e altitude) do veículo de tal forma a evitar borramentos e logo, perda das imagens – em condições adversas, para se obter um borramento

imperceptível é preciso assegurar que a distância percorrida durante a tomada da foto não seja maior que metade da resolução do pixel (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

Operações algébricas são aplicadas para promover realce nas imagens, numa base pixel-a-pixel (PRUDKIN, BREUNIG. p.96, 2019).

4º Etapa: Obtenção e processamento das imagens

A obtenção da foto com sobreposições típicas de 60% deve ser garantida pela velocidade de voo e altitude desejada – responsabilidade do piloto garanti-lo. Outra responsabilidade do piloto é garantir que as coordenadas LAT (latitude), LONG (longitude) e ALT (altitude) estejam no cabeçalho das fotos, em formatos padrões EXIF, JPG ou GeoTIFF (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

5º Etapa: Geração de mosaico

O mosaico das imagens obtidas pelos drones consiste em unir grande quantidade de imagens em uma nova imagem; “os mosaicos aéreos agrícolas permitem direcionar vistorias de campo durante o ciclo do cultivo ou em datas posteriores a colheita, fornecendo um diagnóstico preciso da área de cultivo” (LEBOEUF, 2000). Durante o processo de união das imagens, elas precisam passar por alguns ajustes geométricos, para que possam se encaixar adequadamente (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014). A partir daí, podem ser elaborados os mapas de recomendações de acordo com a “situação” fotografada, como descompactação, fertilização (aplicação de insumos), etc.

Especialmente, nesta etapa é possível ver mais claramente os conceitos de Precisão e Drone, uma vez que, a eficiência da tomada de decisão está ligada a obtenção mais rápida e precisa de informações.

6º Etapa: Análise em uma ferramenta SIG

Uma vez obtidas as imagens ou mosaicos, estes podem ser utilizados nos sistemas de informação geográfica (SIG) para fazer correlações com outros mapas obtidos (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

7º Etapa: Geração de relatórios

Cada propriedade e/ou fazenda tem seu modelo de relatório, cabendo ao funcionário conhecê-lo e fazê-lo (JORGE, INAMASU, p.16, 18, 19, 20, 21 e 22 ,2014).

4.5.2 Possíveis usos atualmente

Autores como Andrade et. al. (p.12 ,2019), Andrade (p.1 ,2016), Prudkin e Breunig (2019) e Silva (2020) listaram os possíveis usos dos drones: (a) testes de campo e pesquisa; (b) determinação da biomassa, crescimento de culturas e qualidade dos

alimentos; (c) agricultura de precisão; (d) monitoramento de estágios fenológicos da cultura para identificar o melhor período para colheita e otimizar a logística. Além disso, pode (e) ser aplicado no monitoramento das condições de estresse hídrico, fertilidade e compactação do solo, (f) sistemas de preparo do solo, (g) nutrientes nas plantas, (h) falhas de plantio, (i) doenças, entre outras, como instrumento para a conservação da biodiversidade (BARROS; LEUZINGER; p. 2, 2019), monitoramento da cobertura verde e degradação de pastagens por meio de aplicativo mobile (HOTT, et. al. p.1 ,2018) e liberação de *Cotesia flavipes* para controle da broca da cana (ALMEIDA, p.16 ,2019).

Para a realização do presente Trabalho de Conclusão de Curso destaca-se o uso dos drones para a identificação de pragas na agricultura; com seu uso pode-se identificar pragas no início do ciclo das culturas, facilitando seu controle e se prevenindo de perdas (FERREIRA et. al. p. 1 ,2017). Ao se obter uma vista aérea da plantação, pode-se observar precisamente onde o dano está ocorrendo e onde as pragas estão se propagando. Assim, os VANTs garantem que o controle seja feito de maneira mais racionalizada e eficiente (FERREIRA et. al. p. 2, 3, 2017).

O desenvolvimento dos veículos aéreos não tripulados (VANTs) surgiu como uma importante opção na agricultura de precisão. Sua aplicação na área agrícola e em missões de reconhecimento vem sendo favorecida e facilitada pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico, principalmente pela redução do custo e do tamanho dos equipamentos e pela necessidade de otimização da produção e no combate de pragas e doenças. (BERNARDI, et al. 2014 p. 100)

Entre os potenciais de aplicação na agricultura é mister mencionar a identificação de plantas daninhas e a pulverização. A identificação de plantas daninhas ou de manchas pode ser feita com base em mapeamentos multiespectrais ou hiperespectrais. Em geral, os sensores hiperespectrais geram resultados melhores (tanto com sensores imageadores quanto bidimensionais – espectralradiômetros). (PRUDKIN; BREUNIG, 2019, p. 101).

A identificação de pragas e doenças de forma precoce na lavoura ainda é um grande desafio. Apesar de alguns produtos serem comercializados, ainda são incipientes as comprovações científicas da eficácia desses métodos em larga escala. Boa parte das indicações comerciais se baseiam no uso do NDVI (ou similar) para elaborar mapas de doenças ou pragas. Contudo, o potencial do uso dos drones para essas aplicações é grande. A identificação de flavescência dorée e doenças no tronco de videiras mostrou que as imagens multiespectrais adquiridas por drones podem ser um aliado no processo de manejo de doenças nas lavouras de videiras (ALBETIS et al., 2018; REY-CARAMÉS, DIAGO, PILAR MARTÍN, LOBO e TARDAGUILA, 2015).

Tipicamente a produtividade de uma lavoura depende das condições de preparo e manejo do solo. Os dados adquiridos por drones equipados com

sensores multiespectrais, hiperespectrais e do termal podem fornecer informações importantes no que diz respeito a condições nutricionais, disponibilidade de água (irrigação) e identificação de infestações. Boa parte dessas aplicações depende da geração de um cubo hiperespectral, cobrindo uma ampla faixa do espectro eletromagnético (BESTAQUI SEBBANE, 2018; KRISHNA, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em conformidade com a decorrida revisão de literatura constatamos que o crescente mercado tecnológico no agronegócio abriu portas para o surgimento e crescimento dos VANTs, inovando assim, a agricultura 4.0. Em geral, pode-se observar mudanças radicais no investimento – decorrente dos maiores preços – e no treinamento da equipe, porém essas mudanças vêm acompanhadas de benefícios na aplicação, na infraestrutura, na agilidade, no meio ambiente e na precisão – sendo o último de maior destaque.

Primeiramente, notamos como vantajoso os drones agrícolas não necessitarem de uma equipe muito extensa e de seu treinamento/capacitação serem de menor tempo e mais baratos. No momento do voo há vantagem em existir opções de modelos e usos, possibilitando mais praticidade e agilidade por trabalharem em pontos específicos e precisos das lavouras, sendo menos agressor ao meio ambiente – por conta de menor deriva dos produtos no momento das aplicações [pelo voo ser mais baixo e por catação] e por dispensar o uso de combustíveis [agora bateria] e demais coprodutos de voos feitos por aviões agrícolas –, e por fim, considerando os benefícios citados, seu uso torna-se mais econômico.

Porém, como toda tecnologia, os drones agrícolas possuem algumas desvantagens quanto ao seu uso, destacando três: (a) o alto investimento inicial para usufruir das aparelhagens da estação de solo, os drones e seus componentes, (b) as alterações climáticas, as quais os drones são extremamente vulneráveis, não podendo levantar voo em rajadas de ventos fortes ou chuva [o que não os difere muito dos aviões agrícolas], e (c) sua baixa capacidade de carga, não atendendo a demandas muito altas de trabalho, como por exemplo, irrigação ou grandes quantidades de produtos fitossanitários.

Os drones ainda são novidade no mercado, com o tempo seus orçamentos vão tomando forma para com o mercado; e com a constante pesquisa e testes, os drones serão as máquinas agrícolas do futuro.

Portanto, diante de todo o trabalho decorrido, pode-se dizer que se o produtor tem condições viáveis para investimento inicial e busca trabalhar com precisão na lavoura, os drones são sua principal opção. Uma vez que, há o retorno

financeiro do investimento inicial após um tempo de adotado a tecnologia de precisão, tanto pela economia no voo quanto nos resultados da precisão na lavoura.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, Gabriel Aparecido. **A importância do controle biológico no cultivo da cana de açúcar para o combate da *diatraea saccharalis***. Assis – SP: FEMA – Fundação Educacional do Município de Assis, 2020. 31p. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1711480323.pdf>>. Acesso em: 20.08.2021

ANDRADE, Ricardo Guimarães et al. **Uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) como plataforma para monitoramento da produção agropecuária: estudo de caso para o milho forrageiro**. Juiz de Fora – MG: Embrapa Gado de Leite, documentos, v.233, 2019. 20p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1108242>>. Acesso em: 22.08.2021.

ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. **Drones sobre o campo**. Revista Pesquisa Fapesp, 2016. 4p. Disponível em: <[Http://Revistapesquisa.Fapesp.Br/2016/01/12/Dronessobreocampo/?Cat=Tecnologia](http://Revistapesquisa.Fapesp.Br/2016/01/12/Dronessobreocampo/?Cat=Tecnologia)>. Acesso em: 17.05.2021 e 18.08.2021.

BARROS, Larissa Suassuna Carvalho; LEUZINGER, Marcia Dieguez. **O uso de drones como instrumento para a conservação da biodiversidade**. Brasília – DF: v.16, n.2, 2019. 9p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Aluno/Downloads/6164-26263-1-PB.pdf>>. Acesso em: 20.08.2021

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos, [et al.] **Agricultura de precisão resultados de um novo olhar**. Brasília – DF. 2014. 600p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1002959/1/Agriculturadeprecisao2014.pdf>>. Acesso em: 12/05/2021

BETÉ, Thiago de Souza. **Drones: um pequeno histórico e as consequências do seu uso**. 2019. 13p. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/602/452>. Acesso em: 21.08.2021

CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. **Panorama Sobre O Uso De Agrotóxicos No Brasil_ Métodos Alternativos De Controle Fitossanitário**. Jaguariúna – SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 40p. Disponível em: <[Http://Www.Alice.Cnptia.Embrapa.Br/Alice/Handle/Doc/1076531](http://Www.Alice.Cnptia.Embrapa.Br/Alice/Handle/Doc/1076531)>. Acesso em: 17.05.2021

CAVALHEIRO, Diego da Silva et al. **A Tecnologia Da Informação No Agronegócio: Uma Revisão Bibliográfica**. 2018. 16p. Disponível em:

<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xviiimostrappga/paper/viewFile/5937/1968> . Acesso em: 20.05.2021

FERREIRA, Ronierison et al. **Identificação De Pragas Na Agricultura Com Auxílio De VANTs**. Anuário De Produções Acadêmico-Científicas Dos Discentes Da Faculdade Araguaia - Sistema Integrado De Publicações Eletrônicas Da Faculdade Araguaia – Sipe V.6 – 2017 – P. 47-52, 2017. 6p. Disponível em: <<https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/anuario/article/download/835/706>>. Acesso em: 18.08.2021.

GIUMBELLI, Lucas Dupont; ROSA, Antônio Carlos Machado. **Uso Do Excel Como Ferramenta De Planejamento Para Produção De Hortaliças**. SC: s/d. 18p. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/84613867.pdf> >. Acesso em: 17.05.2021

HOTT, Guilherme Mendes Cicarini et. al. **Monitoramento Da Cobertura Verde E Degradação De Pastagens Por Meio De Aplicativo Mobile**. Curitiba – PR: Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research, 2018. 10p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1119495>>. Acesso em: 17.05.2021 e 20.08.2021.

JORGE, Lúcio André de Castro; INAMASU, Ricardo Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados**. São Carlos – SP: Embrapa Instrumentação – Ferramentas Para Agricultura De Precisão, 2014. 25p. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1003485/1/CAP8.pdf>> . Acesso em: 20.08.2021; 22.08.2021.

LUIZ, Cristiane Rodrigues. **A Tecnologia No Agronegócio**. Assis/SP: FEMA, 2013. 43p. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/argTccs/1011260661.pdf> . Acesso em: 20.05.2021

MASSRUBÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, Maria Angelica de Andrade. **Agro 4.0 – Rumo À Agricultura Digital_ JC Na Escola Ciência, Tecnologia E Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. São Paulo – SP: Embrapa Informática Agropecuária, s/d. 8p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150>>. Acesso em: 17.05.2021

NETO, Gelinski. **Tecnologia Na Agricultura: produtividade e renda**. 2012. 45p. Disponível em: <https://fgelneto.paginas.ufsc.br/files/2011/08/TEC-NA-AGRICULTURA-VERS%C3%83O-FINAL-CORRIGIDA.pdf> . Acesso em: 20.05.2021

NUNES, Marcelo de Sousa; GEDANKEN, Valéria. **Agricultura de precisão: drones**. Senar – Brasília, 2018. 88p. Disponível em: :
<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>. Acesso em: 21.08.2021

PAULA, João Cleber; GENTIL, Célio. **A Inserção De Drones Na Logística Urbana: Nova Tendência Da Indústria 4.0**. DSpace JSPUI, 2020. 17p. Disponível em:
https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3573/1/Jo%c3%a3o%20Cleber%20de%20Paula_Prod.pdf. Acesso em: 21.08.2021

PIRES, Ana Julia Abrenhosa; ARAUJO, Paula Silveira; PEREIRA, Marcos Antônio Alvarenga. **Drone utilizado na agricultura de precisão**. Goiânia – GO: Anais da Mostra Nacional de Robótica – MNR, 2019. 4p. Disponível em: <<http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/9518210a61d69b44c3a7057e4b002b77.pdf>>. Acesso em: 20.08.2021.

PRUDKIN, Gonzalo; BREUNING, Fábio Marcelo. **Drones e ciência Teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria – RS: FACOS-UFSM – Vol. 2, 2019. 127p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/332911581>>. Acesso em: 22.08.2021.

QUEIROZ, Pedro Afonso de Melo; FERREIRA, William Gomes; FREITAS, Marco Antônio Moreira. **Avaliação da integridade e eficiência de pulverizadores na região de cristalina**. Urutaí – GO: 2020. 26p. Disponível em: <<https://Repositorio.Ifgoiano.Edu.Br/Bitstream/Prefix/1678/4/Tcc%20final%20edro.Pdf>>. Acesso em: 17.05.2021.

SCHUCK, Alexandher Majewski. **Vantagem Do Uso Da Aplicação Aérea De Defensivos Na Agricultura No Brasil**. Palhoça – SC: 2018. 21p. Disponível em: <https://Www.Riuni.Unisul.Br/Bitstream/Handle/12345/6126/Alexandher_Majewski_Schuck_Novopdfa.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y#:~:Text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20defensivos%20aliado,De%20pre%C3%A7o%20ao%20consumidor%20final>. Acesso em: 17.05.2021.

SILVA, Adriano Pereira. **Uso De Drone Na Agricultura 4.0**. Vilhena – RO: Faculdade da Amazônia (FAMA), 2020. 35p. Disponível em: <<http://repositorio.fama-ro.com.br/bitstream/123456789/163/1/TCC%20-%20ADRIANO%20PEREIRA%20DA%20SILVA.pdf>>. Acesso em: 22.08.2021