



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

LORENA NEGREIROS NEVES

**UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA MONITORAMENTO E GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA AGROENERGIA**

**PALMAS, TO
2024**

LORENA NEGREIROS NEVES

**UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA MONITORAMENTO E GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA AGROENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Agroenergia Digital da Universidade Federal do
Tocantins (UFT), como requisito à obtenção do grau de
Mestre (a) em Agroenergia

Orientador (a): Professor Dr. Joel Carlos Zukowski

**PALMAS, TO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

N518u Neves, Lorena Negreiros.
 Utilização de Drones Para Monitoramento e Gestão da Manutenção do
 Processo Produtivo da Agroenergia. / Lorena Negreiros Neves. – Palmas, TO,
 2024.
 53 f.

 Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
 – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
 Agroenergia, 2024.
 Orientador: Dr. Joel Carlos Zukowski

 1. Agricultura. 2. Drone. 3. Precisão. 4. Gestão. I. Título

CDD 333.7

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LORENA NEGREIROS NEVES

**UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA MONITORAMENTO E GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA AGROENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agroenergia e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Professor Doutor Joel Carlos Zukowski Junior – UFT (Orientador)

Professor Doutor Joelson de Araújo Delfino - Unicatólica (Examinador)

Professor Doutor Valci Ferreira Victor - UFT (Examinador)

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe Maria Luiza Negreiros Chaves, que me forneceu todas as condições para a realização desse trabalho.

“Nunca ande por trilhas, pois assim só irá até onde outros já foram.”

Alexander Graham Bell

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter dado força, saúde e oportunidade de ter chegado nesse momento. Ao meu orientador Professor Dr. Joel Carlos Zukowski Junior pela paciência, apoio e confiança no empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Em especial aos Doutores pelo Dr Joelson de Araújo Delfino e Dr Valci Ferreira Victor que foram primordiais para o acontecimento desse trabalho. Agradeço de coração a toda minha família pelo apoio e pelo incentivo em todos os momentos. Agradeço a minha mãe Maria Luiza Negreiros Chaves, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Ao meu pai Paulo Cesar Sandes Neves pelo incentivo. Aos professores do Mestrado em Agroenergia pela credibilidade. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

A agricultura de precisão está cada vez mais presente no campo e uso de drones tornou-se uma das tecnologias mais utilizadas nesta área. Este trabalho, dentre essas tecnologias destaca-se a utilização desses equipamentos no monitoramento dos processos produtivos de gestão de manutenção da Agroenergia, no campo, como subsídio de precisão para a tomada de decisões, trazendo eficiência no manejo das culturas e sustentável. Os drones tem sido utilizado como inovação tecnológica em diversas áreas, porém na gestão de manutenção ainda não há reportado na literatura o uso da tecnologia. Este trabalho mostra que a utilização de drones na agricultura tem vantagens, tais como uma melhor gestão dos recursos, redução de custos, aumento da produtividade e rendimento. Os drones podem coletar dados instantâneos e fornecer informações precisas sobre a saúde das plantas, permitindo que os agricultores tomem decisões com base em dados instantâneos. Além disso, os drones podem cobrir grandes áreas de terra de forma rápida e eficiente, permitindo que os agricultores monitorem instantaneamente as colheitas e identifiquem potenciais áreas problemáticas que recebem atenção imediata. A produção agrícola varia muito em termos de tecnologia e, ao aproveitar cuidadosamente estas mudanças tecnológicas, os produtores podem aumentar a eficiência da produção aumentar sua capacidade produtiva e economizando insumos.

Palavras-chaves: agricultura; drone; precisão; gestão.

ABSTRACT

Precision agriculture is increasingly present in the field and the use of drones has become one of the most widely used technologies in this area. This work highlights the use of drones to monitor the production processes of Agroenergy maintenance management in the field, as a precision aid for decision-making, bringing efficiency to crop management and sustainability. Drones have been used as a technological innovation in various areas, but the use of this technology in maintenance management has not yet been reported in the literature. This work shows that the use of drones in agriculture has advantages, such as better resource management, cost reduction, increased productivity and yield. Drones can collect instant data and provide accurate information on plant health, allowing farmers to make decisions based on instant data. In addition, drones can cover large areas of land quickly and efficiently, allowing farmers to instantly monitor crops and identify potential problem areas that receive immediate attention. Agricultural production varies greatly in terms of technology and by carefully harnessing these technological changes, producers can increase production efficiency by increasing their productive capacity and saving inputs.

Key-words: agriculture; drone; precision; management.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - A Evolução da Agricultura	18
Figura 2 - Rotor único	22
Figura 3 - Drone multi-rotores.....	23
Figura 4 - Drone de asa fixa	23
Figura 5 - Drones híbridos.....	24
Figura 6 - Drone pulverizador	24
Figura 7 - Agricultura digital no Brasil	27
Figura 8 - Drone SG907 MAX	34
Figura 9 - Imagem da máquina plantando semente	35
Figura 10 - Imagem feita apenas com a câmera de um celular	36
Figura 11 - Uso do drone para acompanhar o plantio	37
Figura 12 - Plantio de soja imagem dia 28/10/2023	37
Figura 13 - Obtenção de informações mais precisas sobre as condições da plantação e do solo	38
Figura 14 - Crescimento da soja	38
Figura 15 - Treze dias após o plantio	39
Figura 16 - Falhas na semeadura na lavoura de soja	40
Figura 17 - Plantação de soja.....	40
Figura 18 - Monitoramento da área plantada.....	41
Figura 19 - Equipamento utilizado para levantamento das imagens	41
Figura 20 - Soja em fase de crescimento	42
Figura 21 - Cadastro do uso das máquinas no programa Agro campo	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS	Global Positioning System
AP	Agricultura De Precisão
ANAC	Agência Nacional De Aviação Civil
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
EMBRAPA	Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária
MATOPIBA	É um acrônimo que denomina a região que se estende por territórios de quatro estados do Brasil, formado com as primeiras sílabas dos nomes dessas unidades federativas: Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
M2M	Machine-To-Machine
RPA	Aeronaves Remotamente Pilotadas
RPV	Remotely Piloted Vehicle
VANTS	Veículos Aéreos Não Tripulados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	ESCOLHA DA CULTURA AGROENERGÉTICA	19
2.2	SOJA NO TOCANTINS	20
2.3	ORIGEM DO DRONE.....	20
2.4	TIPOS DE DRONES	22
2.5	USO DO DRONE NA AGRICULTURA	25
2.6	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE O USO DE DRONES NA AGRICULTURA	26
2.7	TIPOS DE SOFTWARE PARA GERENCIAMENTO NA AGRICULTURA	26
2.8	AGRICULTURA DE INTELIGÊNCIA INCORPORA AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO.....	29
2.9	GESTÃO DA MANUTENÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS	29
2.10	MAPEAMENTO AÉREO NA AGRICULTURA	31
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS	34
3.2	SOFTWARE UTILIZADO PARA GESTÃO DE MANUTENÇÃO.....	43
3.3	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE DRONES NA AGROENERGIA.....	44
4	CONCLUSÃO.....	45
5	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A competitividade é necessária para melhorar a eficiência em todos os setores da economia global. Na agricultura, essa situação não é exceção. A evolução da tecnologia da informação, geoprocessamento, GPS e muitos outros deram um novo formato para o gerenciamento de uma propriedade rural, mudando a visão que era apenas unilateral, proporcionando novas possibilidades de identificar vários parâmetros de acordo com cada realidade dentro do campo. Essa mudança no modo de produção agrícola tem tornado os produtores rurais cada vez tecnológicos dentro do campo, trazendo um controle cada vez maior nas linhas de produção.

A escassez de fontes energéticas de origem primária, ou seja, não renovável, tem despertado dentro do processo produtivo a busca da autossuficiência na produção de energia, diversificando a matriz energética, ou seja, encontrar diferenças fontes alternativas de energia, de preferência fontes de energia renováveis. Dentre as alternativas energéticas limpas e renováveis, o uso da agroenergia é uma das mais comuns.

A agroenergia refere-se à energia proveniente de fontes orgânicas de origem não fóssil como lenha, gás natural, etanol e biodiesel, em que a biomassa produzida na fotossíntese é convertida em energia combustível. (AGROTOOLS, 2022)

O monitoramento das culturas agroenergéticas com o uso drones trouxe mais uma forma de auxiliar a produção, em referência a eficiência produtiva e diminuição do custo de produção, otimizando as plantações, controle das pragas na cultura, avaliação de danos e antecedendo a análise criteriosa de possíveis prejuízos que podem estar ocorrendo.

Pierre (2017) vislumbra uma “nova revolução no campo”, com uso dos drones, e aposta no aprimoramento das tecnologias nas fazendas, tanto no sistema de gestão quanto de automação, atendendo aos vários biomas no estado. “É um novo paradigma que fará parte do nosso dia a dia e o produtor que ignorar essa tendência ficará cada vez menos competitivo e perderá em lucratividade e produtividade”.

Com a utilização de novas tecnologias, juntamente com boas práticas de cultivo, a Agricultura de Precisão (AP) tem propiciado o melhoramento dos sistemas produtivos na agricultura, otimizando recursos e mitigando efeitos no ambiente (OLIVEIRA et al., 2020).

Os avanços da AP dentro do campo, tem fomentado a expansão no uso dos drones para otimizar o processo produtivo da agroenergia. Nesse contexto mostra a importância da Agricultura 4.0, que busca eficiência na produção e gestão da manutenção em diferentes estágios.

O Agro 4.0 é uma série de inovações focadas em tecnologias avançadas que visam melhorar, otimizar e rentabilizar a produtividade do campo. A habilidade é essencial para esse processo, pois aumenta a demanda por maior produtividade para a mesma área de plantio. Estimula desde o desenvolvimento de software e equipamentos ao gerenciamento de sistemas de produção de produtos.

A tecnologia do Agro 4.0 emprega métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação machine-to-machine (M2M), é um rótulo amplo que pode ser usado para descrever qualquer tecnologia que permita que dispositivos em rede troquem informações e executem ações sem a assistência humana, propiciando conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo. Além disso, contribui para elevar os índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente. Engloba a agricultura e pecuária de precisão, a automação e a robótica agrícola, além de técnicas de bigdata e a Internet das Coisas. (MJV, 2019)

A transformação digital para o agronegócio colabora com o desenvolvimento econômico do Brasil. A gestão da manutenção nos processos agrícolas, gera a melhoria no processo de cultivo e, conseqüentemente, aumenta a rentabilidade da lavoura.

Desenvolvimento das estruturas produtivas e a oferta de bens e serviços proporcionam ao mundo moderno, especialmente aos países da zona tropical, uma oportunidade única de utilizar os recursos naturais para promover seu próprio desenvolvimento econômico e social. Essas bases permitiram ao Brasil construir uma agricultura competitiva baseada em ciência,

dados e evidências, o que lhe permitiu entrar no mercado global como um importante produtor e fornecedor de alimentos nos últimos anos.

Dentre as ferramentas para melhora das operações de manejo do plantio na agricultura destacam-se os estudos do sensoriamento remoto, que consiste em uma técnica que pode obter informações de um objeto sem ter contato direto, sendo a imagem a forma mais utilizada, capturadas por sensores ópticos.

A frequência de informações que o sensoriamento remoto oferece disponibiliza serviços de acompanhamento das safras, otimiza as averiguações do uso de satélites em resultados de pesquisa e desenvolve uma iniciativa para gestão de equipes em campo, monitoramento de máquinas e equipamentos agrícolas de forma simultânea, possibilitando o gerenciamento em tempo real. Atualmente, com o uso de equipamentos operacionais, como os veículos aéreos não tripulados (VANTs) apresenta câmeras de alta resolução e algoritmos especializados no processamento de dados, é possível obter informações em tempo recorde, identificar através da análise e processamento de dados por um software em que detecta as falhas em linhas de plantio totais encontradas e sendo possível a montagem de um banco de dados.

1.1 Justificativa

Tendo em vista que a agricultura de precisão ajuda os produtores rurais a alcançarem resultados superiores em suas produções e criações, com o intuito de evidenciar os pormenores da cultura, monitorando-a e buscando soluções. Considerando o crescimento da agricultura no Brasil, em específico a expansão da soja no Brasil, onde os produtores rurais buscam à diminuição de custos da plantação, e assim aumentar a produtividade da lavoura. Utilizar drones para o controle de pragas e doenças nas plantações possibilita a redução do uso de máquinas, gerenciamento operacional das propriedades rurais e mão de obra, resultando em economia.

Essa nova forma de agricultura alia equipamentos, principalmente eletrônicos, as máquinas agrícolas e sistemas de informação geográfica, sendo possível gerar um banco de dados.

O presente trabalho apresenta informações sobre a importância da utilização de drones no controle de pragas e doenças em lavouras, na análise de dados simultânea para mapear de

gerenciar as falhas na linha de plantio através da gestão de manutenção dos processos produtivos no contexto de Agricultura de Precisão.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta de monitoramento com uso de drone para gestão da manutenção do processo produtivo da Agroenergia, proporcionando o mapeamento de falhas e planejamento em todas as etapas.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Mapear falhas na agroenergia a partir de imagens tomadas por ARPs;
2. Planejar todo o processo de produção através do monitoramento com o drone;
3. Otimizar os processos produtivos na gestão da agroenergia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As atividades agrícolas com recurso à tecnologia têm contribuído para o desenvolvimento nacional através de uma verdadeira evolução.

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. (MAPA,2013)

Os quatro pilares da Agricultura 4.0 são: produção, gestão, pessoas e sustentabilidade.

Para aderir a AP levam-se em conta quatro etapas, sendo: primeira, com monitoramento intensivo coletando dados; segunda, geração e integração de mapas agrícolas; terceiro, manejo da cultura utilizando uma modelagem sistêmica; e quarta, gerenciamento diferenciado de insumos; sendo feito no local, momento e quantidades necessárias. Interagindo as quatro etapas, viabilizam o cálculo dos índices de produção orientando quanto ao tipo ideal de manejo (PONTES; CAVICHIOLI, 2018)

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 trata de maneira diferente coisas que estão presentes em diversas etapas dos processos dando prioridade a tratativas de acordo com a 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.

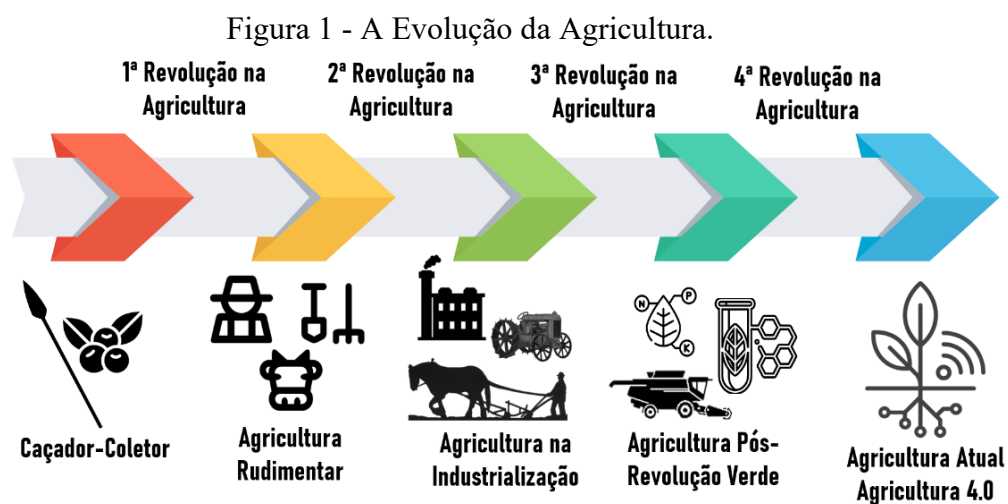
Por meio da agricultura de precisão, há redução de custos no processo, diminuição do grave problema do risco da atividade agrícola, controle do risco da situação pelo uso da informação, maior produtividade na lavoura, mais tempo livre para o agricultor e além de melhoria do meio ambiente pelo menor uso 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.

Segundo LOPES (2018) E SIMÕES; *et al.*, (2017), as transformações digitais também chegaram nas atividades rurais, nas quais surge o termo agricultura 4.0, fortalecendo a ligação urbana e rural nas suas diversas abordagens e permitindo dados cada vez mais precisos. A

agricultura 4.0 utiliza tecnologias de ponta na agricultura, incentivando processos na cadeia de valor agregado da produção agrícola. Esta tecnologia pode ser uma importante revolução no campo, tornando as lavouras mais eficientes e sustentáveis, bem como auxiliando a troca de informações e os processos com as empresas SIMÕES; *et al.*, (2017).

As transformações digitais e a tecnologia aparecem no setor agrícola de várias formas. A automação do processo, como da mão-de-obra, aconteceu com a ascensão de novas ferramentas, inovadoras e independentes SIMÕES; *et al.*, (2017).

Atualmente as fazendas dispõem de máquinas e sistemas tão sofisticados que possibilitam seu próprio direcionamento automático. Portanto, é evidente que o cenário agrícola sofreu grandes mudanças, conforme ilustrado na figura 1.



Fonte: AGROADVANCE

Logo, a agricultura de precisão (AP) encontrou nos drones, uma solução para aplicações desenvolvidas no agronegócio. Este aparato, quando acoplado a outros sistemas tecnológicos pode ampliar seu leque de uso. Ainda que sua aplicação apresente considerações positivas nas teorias, técnicas e métodos usados pela academia, há ainda um carecimento de pesquisas expostas em português (PRUDKIN; BREUNIG, 2019).

2.1 Escolha da cultura agroenergética

Durante a escolha da cultura para realizar a análise de campo com o uso do drone, a soja teve o maior destaque entre as demais culturas agroenergéticas. O diferencial levando em consideração foi a expansão da cultura no Estado do Tocantins. Nesse trabalho o papel principal, é trazer melhorias na produção no Estado do Tocantins, trazendo algo que é financeiramente viável para todos.

A soja é originária de uma região denominada Manchúria, localizada no nordeste da China. A soja é uma oleaginosa que pertence à família das leguminosas, que também inclui plantas como feijão, lentilha e ervilha. Devido às suas inúmeras possibilidades de aplicação, o cultivo deste grão é uma das culturas mais importantes para a economia mundial. Na indústria alimentícia, por exemplo, é utilizada como matéria-prima para a produção de massas, chocolates, óleos, margarinas e maioneses, além de muitos outros alimentos. (EMBRAPA 2017)

A introdução da soja no Brasil em 1901 teve um marco importante, a lavoura começou na estação agrícola de Campinas e as sementes foram distribuídas aos produtores de São Paulo. Com o aumento da imigração japonesa na década de 1908, os grãos tornaram-se mais fáceis de encontrar no país. Em 1914, foi oficialmente introduzida no estado do Rio Grande do Sul. (APROSOJA).

De acordo com a EMBRAPA (2017) no fim da década de 1960, dois motivos internos levaram o Brasil a começar a tratar a soja como um produto comercial, fato que influenciaria os cenários de produção mundial de grãos. Na época, o trigo era a principal cultura no sul do Brasil, e a soja despontava como a escolha de verão depois do trigo. O Brasil também embarcou em um esforço para produzir suínos e aves, criando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja tornou-se uma necessidade estratégica, com uma produção nacional de cerca de 500.000 toneladas.

No Brasil, a grande expansão teve início a partir da década de 1970 e na última safra de 2020/2021 a produção foi de 135.914 milhões de toneladas. (CONAB, 2020).

Nos últimos 15 anos, agricultores de vários países começaram a ver nos drones uma oportunidade para aplicar no campo conceitos da chamada agricultura de precisão, baseada no uso de instrumentos e recursos da tecnologia da informação para implementar melhorias na produção agrícola. A vantagem dos drones sobre outros sistemas de monitoramento é que eles podem fazer sobrevoos semanais, a baixo custo, durante todo o período de produção (ANDRADE, 2016, p.76).

2.2 Soja no Tocantins

A produção de soja no Tocantins tem ocupado papel de destaque no Brasil. Fazendo parte do MATOPIBA (interface Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), o Estado apresenta boa disponibilidade de água nos períodos de chuva, elevada radiação, boa logística de escoamento da produção, relevo favorável à mecanização, entre outros. Um dos principais fatores para o desenvolvimento de um sistema sustentável de produção de soja está relacionado à escolha correta das cultivares para a região, que pode proporcionar ganhos de produtividade sem grandes impactos no custo e consumo de recursos naturais.

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estima-se que, nacionalmente, a produção deve chegar à casa das 162 milhões de toneladas para a safra 2023/24.

2.3 Origem do drone

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).

O termo “drone” é considerado genérico, não possui definição técnica ou legislativa (ARANTES; et al, 2019), mas a palavra usada é a forma mais conhecida em pesquisas. Este veículo aéreo, não é tripulado, e é diferente de um helicóptero e avião. O seu controle é realizado de maneira remota e podem ter câmeras acoplados ao seu corpo. O primeiro drone foi inspirado em uma bomba, e seu uso serviu para fins militares. Contudo, somente na década de 60 que ocorreram as primeiras experiências com um veículo aéreo não tripulado. No Brasil, o primeiro drone foi nomeado como BQM1BR e teve seu voo inaugural em 1983.

De acordo com Barbedo (2019), o monitoramento remoto é permitido através da utilização de drones. Contudo antes da chegada dos veículos aéreos não tripulados em território brasileiro, já acontecia a monitoração de propriedades rurais. Mas ele acontecia com instrumentos convencionais e mais caros, como o avião por exemplo. Entretanto, devido ao uso de novas tecnologias com menor custo, e de mesmo segmento, surgiu então, uma nova alternativa de gerenciamento de culturas (CHIARELLO, 2017).

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Brasil possui mais de 79 mil registros de drones em seu sistema. Sendo que mais de 1400 veículos possuem cadastro para fins agrícola. Por sua vez, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) compreendendo a importância da utilização de drones para a agricultura, regulamentou, através da Portaria MAPA nº 298, de 22 de setembro de 2021, a utilização desses equipamentos tecnológicos para que o processo de adequação às exigências legais apresente menor complexidade. As regras são para os drones remotamente pilotados (ARP) na qual tem suas 4 aplicabilidades voltada para a utilização de pulverização, agrotóxicos e relacionados, fertilizantes, sementes, inoculantes e adjuvantes (BRASIL, 2021).

Os avanços dos drones mostraram-se como uma indispensável opção na agricultura de precisão. A utilização na área agrícola na função de reconhecimento, atua no crescimento tecnológico facilitando a redução do custo e tamanho dos equipamentos e otimização da produção.

Os indicadores de desempenho auxiliam no monitoramento da produtividade. Eles podem ser entendidos como dados ou informações numéricas em sua essência, que representam fenômenos e acontecimentos utilizados para medir um processo ou seus resultados (SILVEIRA, 2018).

Até 2050 é esperado uma população mundial superior a 9 bilhões de pessoas, o consumo de alimento também crescerá proporcionalmente junto com a população, novas tecnologias estão sendo ou serão adotadas na produção agrícola como o drone. (AHIRWAR et al., 2019)

Dentre os exemplos de tecnologias e ferramentas utilizadas, encontram-se drones, que são utilizados para monitoramento das lavouras, identificação de falhas no plantio, entre outras atividades. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2017), drones são aeronaves (ou mesmo outro tipo de veículo) que possuam alto grau de automatismo. A ANAC caracteriza as aeronaves com finalidade comercial, corporativa ou experimental como Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA). O Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG, 2017) supõem que os drones serão substitutos de boa parte dos aparelhos de pulverização, trazendo precisão a segurança na operação, ao mesmo tempo que coletam imagem em um raio maior do que seria possível com acompanhamento da mão-de-obra na lavoura.

Controlado remotamente, os drones são utilizados para realizarem vários serviços, desde os mais arriscados como espionagem por exércitos até entregas de mercadorias, filmagens e serviços variados na agricultura. (PRUDKIN et al., 2019).

O drone possui também um (Sistema de Posicionamento Global) GPS acoplado, assim como, uma unidade de navegação inercial. O veículo não aceita comandos de movimento diretamente ligados pelo GPS, devido à grande margem de erro deste, recorrendo a uma unidade de navegação inercial (IMU) garantindo uma melhor precisão da posição. A navegação inercial é utilizada por foguetes, submarinos, navios também para determinar coordenadas. Uma unidade de navegação inercial nada mais é que um sistema de navegação que integra as acelerações em Norte/Sul, Leste/Oeste por meio de sensores inerciais, determinando a posição. Segue abaixo listada algumas vantagens da navegação inercial:

- Não necessita de informação exterior;
- Não requer emissões ou recepções de sinais;
- Imune a interferências.

2.4 Tipos de drones

Os drones possuem vários modelos, desde os mais simples aos mais complexos, daqueles que executam várias funções aos que são utilizados para lazer. Os drones possuem vários modelos, podendo ser: drones de asa fixa, drones multi rotores e drones de rotor único. (SENAR, 2018)

2.4.1.1 *Drone de rotor único*

Possui uma única hélice, são mais recomendados para voo onde o aparelho precisa pairar e, também, voos que duram mais, conforme figura abaixo.

Figura 2 - Rotor único



Fonte: LinkedIn

2.4.1.2 *Drone de multirotores*

Os drones multirotores conforme figura, possuem mais de um rotor, podendo variar de 2 a 8. São os mais fáceis de pilotar, já que por possuem mais de um rotor, são mais fáceis de decolar e pousar na posição vertical, utilizados em filmagens e inspeções, se mantêm estáveis no ar.

Figura 3 - Drone multi-rotores



Fonte: AGROINTELI

2.4.1.3 *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). São mais utilizados em filmagens por conseguirem pairarem no ar.

Figura 4 - Drone de asa fixa



Fonte: Forbes

2.4.1.4 *Asa híbrida*

Contam com sensores de micro-ondas em suas laterais e na frente, de forma que meçam as variações do terreno. Junto disso, possuem algoritmos no sistema, o que permite que libere boa quantidade, de boa altura e velocidade.

Figura 5 - Drones híbridos



Fonte: Sensix

2.4.1.5 Drone para pulverização

Contam com sensores de micro-ondas em suas laterais e na frente, de forma que meçam as variações do terreno. Junto disso, possuem algoritmos no sistema, o que permite que libere boa quantidade, de boa altura e velocidade.

Figura 6 - Drone pulverizador



Fonte: Pixabay

Existe uma grande variedade de modelos de drones disponíveis, atualmente separados basicamente, entre os de asa fixa, muito utilizados na agricultura, pois podem sobrevoar grandes áreas (mas requerem maior habilidade do piloto ao realizar os voos), e os multirrotor, que incluem a maioria dos equipamentos para uso civil (CAI, DIAS e SENEVIRATNE, 2014).

2.5 Uso do drone na agricultura

Os drones podem ser utilizados na agricultura de seis formas (CLERCQ *et al.*, 2018): Análise de solo e campo, plantações de sementes, pulverização de culturas, monitoramento de culturas, em inspeção em irrigação e avaliação da saúde da plantação.

O mercado de drones é ainda estável em relação a dados apenas algumas empresas que decidem disponibilizá-los. Muito se restringe o uso de drones para sobrevoo em construções civis para captação de imagens e no ramo de mineração e levantamento de dados, porém o setor que mais cresce junto com estas indústrias é a agricultura.

Por conseguinte, estes instrumentos auxiliam os profissionais que atuam no campo reduzindo danos em lavouras através do levantamento de dados nas quais pode-se detectar pragas e com isso definir o índice aproximado do desenvolvimento dos vegetais (OLIVEIRA, 2016).

Devido a isso, quando há junção da Agricultura de Precisão e Tecnologia da Informação, consegue-se fazer o armazenamento e processamento de dados afim de garantir o controle da produção.

A transformação chave reside na capacidade de coletar mais dados e medição sobre a produção: qualidade do solo, níveis de irrigação, clima, presença de insetos e pragas. Sendo os dados obtidos a partir de sensores implantados em tratores e implementados diretamente no campo e no solo ou com o uso de drones ou imagens de satélite (BONNEAU, *et al.* 2017).

O monitoramento contínuo, se feito manualmente, é caro e demorado, além de obter informações sobre os problemas existentes muitas vezes tardiamente.

O Brasil é um dos pioneiros no uso de drones na agricultura. A maioria dos agrônomos, administradores e empresários estão apostando a vida profissional na utilização destes aparelhos. Algumas empresas importam aparelhos, equipamentos de apoio e análise de dados, mas pelo menos uma dezena delas já constroem modelos no país, seja para comercialização ou utilização própria. Em sua aplicação básica, com o registro de fotos convencionais, um VANT permite que um produtor ou empresa rural faça avaliações visuais da evolução do cultivo, mapeamento de falhas no plantio ou na adubação.

Os VANTs que mais atendem a agricultura são os Multi-rotor (PIRES; ARAUJO; PEREIRA; p. 1, 2019) e os Asas Fixas, sendo o mais utilizado, por ter 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).

Estas etapas de utilização de um VANT em agricultura de precisão se resumem em:

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

2.6 Legislação brasileira sobre o uso de drones na agricultura

O uso de drones na agricultura foi regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Portaria Nº 298, de 22 de setembro de 2021.

Nos termos da Lei, os drones podem ser utilizados para aplicar, entre outras coisas, pesticidas, incluindo aditivos, fertilizantes, marcadores, controles e sementes. Estabelece uma série de requisitos para o uso de drones na agricultura, entre esses requisitos, destacam-se a necessidade de que o operador do drone seja maior de idade, habilitado, capacitado e registrado para operar a aeronave, além de ser necessário respeitar as normas de segurança e privacidade estabelecidas pela legislação brasileira.

2.7 Tipos de software para gerenciamento na agricultura

Um software agrícola é, basicamente, um serviço computacional utilizado para facilitar o dia a dia do produtor rural. Isso acontece por meio do processamento de dados e inteligência artificial.

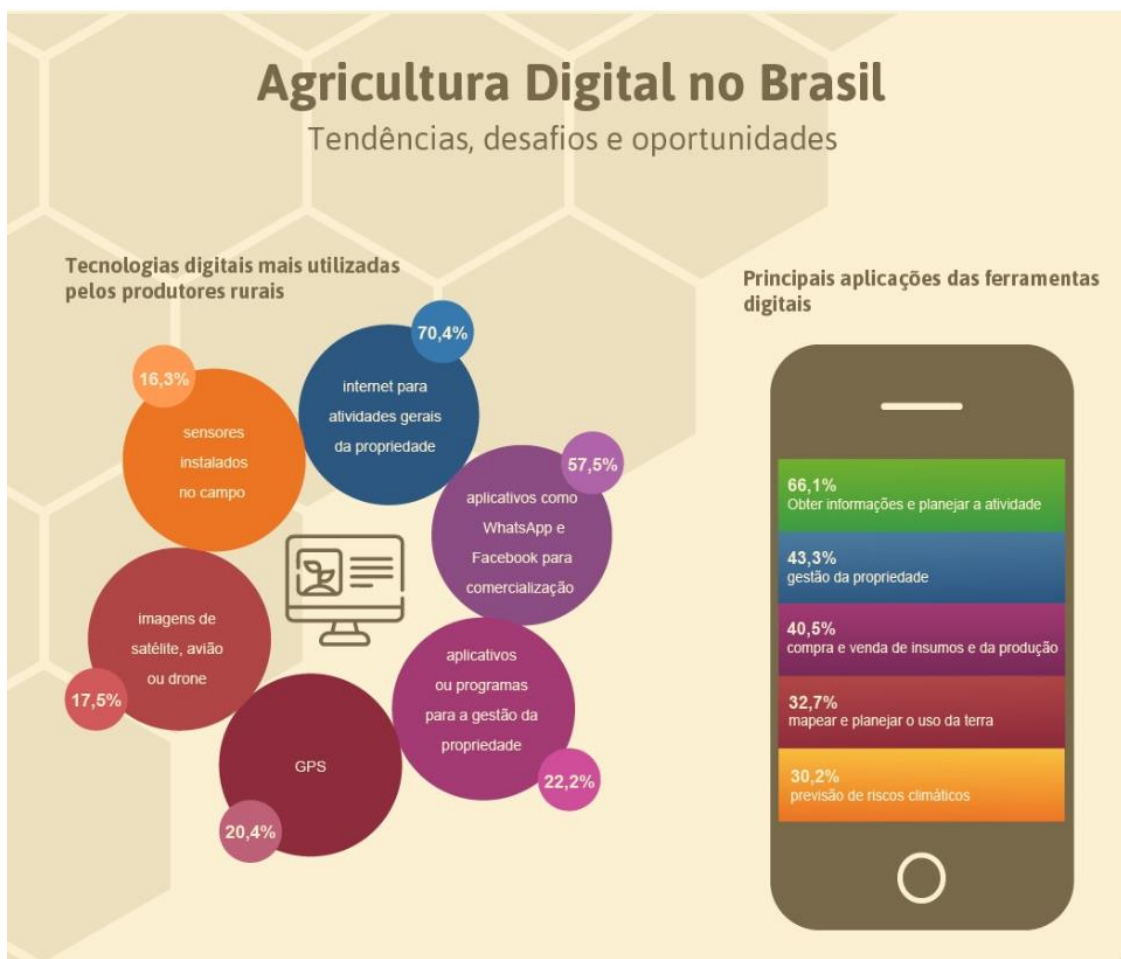
Na prática, as soluções viabilizam desde o planejamento de safras até o controle de custos. Elas também passam pelo monitoramento em tempo real das operações na lavoura e manutenção de maquinário, dentre outras coisas.

Impulsionadas pela pandemia, as novas tecnologias no campo invadiram as fazendas com muitas promessas. Por exemplo, otimizar processos, reduzir custos, profissionalizar a gestão e potencializar os lucros das fazendas.

Segundo a EMBRAPA, em agosto de 2020, pelo menos 85% dos produtores rurais já utilizavam ao menos uma tecnologia digital como ferramenta de apoio na produção agrícola.

Para se ter ideia, os aplicativos e softwares de gestão agrícola aparecem em terceiro lugar na lista das seis tecnologias digitais mais utilizadas por produtores rurais no país. (EMBRAPA,2020)

Figura 7 - Agricultura digital no Brasil



Fonte: EMBRAPA

Analisar e garantir que o negócio continue lucrativo, e tenha gestão de manutenção é necessário o uso de outro software de gerenciamento, assim como os aplicativos Aegro, Agrotitan, Connectere, Farmbox e TOTVS Agro Multicultivos para ter total controle do processo administrativo, são eles:

- Gestão de propriedade e maquinário;
- Realizar toda a gestão financeira e comercialização dos Produtos;
- Gerenciamento de rotinas;
- Planejamento e controle da safra e das atividades necessárias para cada período;
- Monitoramento a incidência de pragas para melhor controle da lavoura e perdas reduzidas.

Dentre os softwares de gerenciamento vou citar alguns disponíveis no mercado:

Aegro

O Aegro é um software de gestão rural, que tem como principal objetivo oferecer aos produtores rurais um controle completo e eficiente de seus negócios. Para isso, oferece acesso

rápido, simples e intuitivo a diferentes soluções de gestão agrícola e financeira. Dentre as funcionalidades que merecem destaque nesse software de transformação digital, estão:

- Planejamento da safra (desde o plantio até a colheita);
- Relatórios dos principais indicadores da fazenda (como custos, produção, produtividade, estoque e rentabilidade);
- Gerenciamento inteligente de maquinário (com direito a alertas periódicos de consumo, desempenho e revisão);
- Visão detalhada do fluxo financeiro.

Agrotitan

O Agrotitan é um software de gestão com foco no agronegócio. A plataforma atende atividades como insumos, cerealista, agroindústria, fazendas, algodozeiras, sementeiras, cooperativas e laticínios. Dentre as funcionalidades inclusas na ferramenta estão o controle de rentabilidade, flexibilização do processo de formação do preço de venda, previsão de demanda e aprovação setorizada. O usuário ainda tem acesso a um portal de comunicação direto com o cliente, canal de venda online, planejamento de safra e gestão de propriedade.

Connectere

O Connectere Agrogestão é um software para gestão de fazendas que envolve um modelo de gestão estruturado de acordo com as necessidades de cada propriedade rural. O sistema é online e flexível, possui um suporte especializado preparado para te atender.

Atua com os 3 elementos fundamentais para a gestão: Pessoas, Processos e Sistema. (CONNECTERE)

Farmbox

Farmbox é um software produzido pela Checkplant, empresa brasileira de Tecnologia para agricultura, atendendo todas as demandas de gestão do campo. Ao inserir as informações sobre a lavoura no Farmbox, são gerados painéis de controle para acompanhamento das operações do plantio até a colheita, online ou offline, dando visibilidade e agilidade na gestão de custos, estoques e operações, uma solução completa para quem busca gestão agrônômica eficiente do campo. (FARMBOX)

TOTVS Agro Multicultivos

O TOTVS Agro Multicultivo é uma solução de gestão agrícola completa para a cadeia produtiva do agronegócio, com flexibilidade para atender os mais diversos tipos de cultivo. Trata-se de um produto robusto e versátil, capaz de gerenciar todas as etapas do processo, da escolha da área de plantio até a colheita, passando pelo uso de insumos, máquinas, pessoas, recursos etc. (TOTVS Agro Multicultivos)

2.8 Agricultura de inteligência incorpora as tecnologias de informação

A agricultura de inteligência incorpora as tecnologias de informação e comunicação em máquinas, equipamentos e sensores em sistemas de produção agrícola, e permite gerar um grande volume de dados e informações com inserção progressiva de automação no processo (Pivoto et al., 2017). Atualmente, as principais aplicações estão na Europa e América do Norte.

Para a agricultura de precisão, o banco de dados de um sistema de informações geográficas (SIG) deve ser constituído por diferentes temas, em que cada tema represente dados espaciais georreferenciados das variáveis em estudo, como por exemplo, relevo, classes de solos, propriedades químicas e físicas, produtividade, ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras, sendo possível a coleta de dados através de drones, e realizando a transferência das informações para o software. Com isso, sendo possível até a criação de banco de dados.

A gestão da manutenção consiste em um processo de melhoria contínua. Controla e monitora o funcionamento de máquinas e equipamentos da produção. Por isso, seu principal objetivo é evitar que ocorram as quebras de equipamentos e paradas no processo. Dentro da agroenergia temos os avanços tecnológicos, porém a preocupação com a gestão dos processos ainda não é uma realidade, com o uso de drone podemos acompanhar todas etapas de forma simultânea e com precisão na coleta de dados. Contenção das falhas, melhora no desempenho das máquinas e equipamentos de forma remota, programação das atividades de conservação, redução da degeneração dos equipamentos e realização de reparos em condições propícias para a operação.

2.9 Gestão da manutenção dos processos produtivos

A Gestão da Manutenção, constitui um ponto de equilíbrio entre o conjunto das ações destinadas a encontrar e a situar o nível da manutenção desejada e necessária. Contudo, várias condicionantes limitam o modo de funcionamento variável em função do tipo de local e realidade para gerir a manutenção, dependendo:

- Disponibilidades financeiras do momento;
- Princípios de exploração dos equipamentos;
- Nível de produtividade desejado;
- Qualidades de confiabilidade intrínseca do material;
- Aumento da vida prevista dos equipamentos;
- Obsolescência do material;
- Qualidade do pessoal de manutenção e produção.

Dentro a agricultura ainda a realidade de gestão de manutenção dos processos produtivos não se faz presente, fala-se muito em investir em equipamento, porém a manutenção e acompanhamentos desses processos não são levados em consideração. Gerenciar e acompanhar todas essas etapas de plantio a colheita, podem trazer agilidade na detecção de falhar e melhorias no processo de produção dentro do campo.

Não há uma fórmula perfeita que pode eliminar os problemas enfrentados na manutenção, ou seja, nenhuma estratégia ou metodologia de gestão da manutenção é intrinsecamente melhor que as outras. Cada uma possui o seu lugar, sendo que o verdadeiro desafio consiste em encontrar qual é este lugar. Pode-se avaliar que a melhor estratégia, ou melhor, metodologia irá variar de acordo com as necessidades das instituições, grau de criticidade de seus processos e custos de produção, ou de perda da produção dentro da agricultura. As diferenças entre as estratégias de manutenção muitas vezes são sutis e se confundem. Instituições diferentes definirão suas estratégias de forma diferente, sendo que para uma pode tratar-se de uma corretiva programada para a outra pode ser uma preventiva. É importante respeitar estas diferenças “culturais” que podem influenciar no processo de aceitação do novo. Para Kardec e Nascif, (op. cit.), a manutenção estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso deixar de ser apenas eficaz para se tornar eficiente, ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, é preciso principalmente manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada. Para definição das metas, que indicarão a visão de futuro, o melhor é a adoção do processo de benchmarking, que consiste em um processo de pesquisa entre empresas do mesmo setor para analisar como seus produtos, processos e serviços estão desempenhando em relação aos concorrentes. Na falta ou na impossibilidade de adoção deste processo pode-se definir as metas conforme o cenário concorrencial que se consegue perceber KARDEC e NASCIF (op. cit.).

Segundo Kardec e Nascif (op. cit.), para se alcançar às metas planejadas, ou seja, para ir da “Situação Atual” para a “Visão de Futuro”, é preciso implementar, em toda a organização, um plano de ação suportado pelas melhores práticas, também conhecidas como caminhos estratégicos. A questão fundamental não é apenas conhecer quais são estas melhores práticas, mas, sobretudo, ter capacidade de liderar a sua implementação numa velocidade rápida.

Dentro da inovação tecnológica existem software conforme citados acima, que auxilia no processo de acompanhamento e pode servir com uma ferramenta essencial para a manutenção do processo produtivo, trazendo um banco de dados de acordo com a realidade, auxiliando na melhoria contínua da produção.

2.10 Mapeamento aéreo na agricultura

O mapeamento aéreo através de drone na agricultura é uma ferramenta indispensável para os agricultores que buscam aumentar a eficiência e a produtividade de suas propriedades. Por meio do mapeamento aéreo, os agricultores podem realizar análises detalhadas de suas propriedades, gerar relatórios precisos sobre o estado de fertilidade do solo, monitorar possíveis pragas, identificar áreas que necessitam maior atenção dentre outras funções.

Apesar do mapeamento aéreo seja uma área da agricultura de alta tecnologia, seus custos são relativamente baixos. Existem diferentes níveis de tecnologia de mapeamento aéreo na agricultura, desde drones até pilotos automáticos e sensores avançados. Esta tecnologia não só torna as coisas mais fáceis para os agricultores, mas também lhes permite tomar decisões. Com sensores especializados, os agricultores podem rastrear, monitorar e avaliar melhor as condições do solo. Eles obtêm uma imagem completa da área, incluindo dados como altura, cor, tamanho, temperatura e textura. Isto ajuda os agricultores a decidir o que plantar, como irrigar e como produzir.

Os agricultores também podem utilizar informações de mapas aéreos para identificar potenciais problemas com as suas culturas. Por exemplo, alguns agricultores utilizam a análise do solo para verificar se o solo é fértil, para determinar onde deveria haver ameaças ou para ver onde não há água suficiente. As imagens de satélite também podem ser utilizadas para comparar a produção em diferentes áreas do mesmo país.

Os drones são usados para coletar dados instantâneos sobre solo, nutrientes, temperatura e outros fatores importantes. Também pode ser utilizado para realizar levantamentos detalhados das zonas rurais, permitindo aos agricultores obter informações imediatas sobre a saúde das suas terras e o estado das suas culturas.

Com os avanços tecnológicos permitem que os agricultores utilizem sensores avançados e equipamentos de monitorização nos seus campos. Estes sensores avançados permitem aos agricultores analisar dados gerados por mapeamento aéreo e utilizar esta informação para aumentar os rendimentos e a produtividade.

Portanto, o mapeamento aéreo agrícola pode ajudar os agricultores a gerir melhor os índices rurais. Esta tecnologia pode ajudar os agricultores a identificar e resolver problemas, poupar tempo e dinheiro e aumentar a produtividade.

A tecnologia de mapeamento agrícola está a evoluir rapidamente, proporcionando aos agricultores novas formas de aumentar a produtividade. Por isso, é importante entender o que esperar dessa tecnologia para que os produtores rurais possam se preparar para as mudanças futuras.

Uma das tendências mais importantes no mapeamento aéreo agrícola é o uso crescente de drones para mapeamento de terras. Os drones são tão precisos que podem tirar fotografias aéreas de zonas rurais, permitindo aos agricultores detectar problemas antes que estes se agravem. À medida que o custo da tecnologia dos drones continua a aumentar, a tecnologia tornar-se-á mais disponível, abrindo novas oportunidades para o mapeamento aéreo agrícola. Além disso, sensores avançados desempenham um papel importante no mapeamento aéreo agrícola. Estes sensores permitem aos agricultores avaliar com precisão a qualidade do solo, os rendimentos, o clima e as necessidades de irrigação, permitindo-lhes tomar decisões informadas sobre como gerir as suas culturas.

Ao mesmo tempo, a análise de imagens de satélite é mais precisa e acessível, ajudando os agricultores a analisar suas propriedades em profundidade e a determinar com mais precisão a produtividade, a água e a salinidade. Isto ajuda os agricultores a tomar melhores decisões na gestão do seu gado.

As novas tecnologias de mapeamento agrícola permitem aos agricultores compreender melhor os produtos que vendem. Esta tecnologia aquiescer aos produtores acompanhar os resultados dos seus programas e realizar análises, ajudando-os a compreender onde estão os seus maiores investimentos e maiores lucros.

Em suma, a tecnologia de mapeamento aéreo agrícola pode revolucionar o setor agrícola, proporcionando aos agricultores novas e melhores formas de gerir os recursos. Ele fornece uma maneira mais direta de visualizar os resultados de seus esforços, economizando tempo e esforço. Por estas e outras vantagens, os mapas agrícolas são uma ferramenta importante para a gestão rural.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica em periódicos, livros, dissertações e teses, buscando conhecer o tema, ampliando o grau de conhecimento da aplicação e trabalho de campo. O trabalho de campo foi dividido em 5 etapas, conforme segue:

1º Etapa: Escolha de um local com uma cultura agroenergética no Estado do Tocantins:

A escolha da cultura da soja, foi de acordo com o critério de cultura agroenergética que estivesse disponível no estado do Tocantins. A produção de soja é uma das principais atividades econômicas do estado do Tocantins que vem crescendo gradativamente, colocando em segundo lugar no ranking de produção na região do MATOPIBA. A Região do MATOPIBA, composta por quatro estados, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, localizados

nas regiões Norte e Nordeste do Brasil teve sua expansão na produção de grãos no início dos anos 2000, onde os estados da Bahia e o Maranhão já se destacavam na produção de soja, contudo, do conjunto dos quatro estados que formam o acrônimo, a Bahia foi a primeira a testar a viabilidade do cultivo da oleaginosa ainda na década de 1970, ao passo que o Tocantins foi o último dos quatro estados a iniciar na produção de soja, mas foi onde a cultura mais cresceu (AGNOL, 2011).

2º Etapa: Mapeamento da plantação, com o uso do drone:

O critério para escolha da área foi de acordo com os locais próximos da cidade de Palmas onde estivesse sendo realizado o preparo da terra e plantio das sementes de soja, nesse etapa houve um atraso na coleta de dados, ocasionado atraso de chuvas, sendo viável apenas no mês de outubro de 2023. Um dos obstáculos encontrados nesse processo foi as várias resistências por parte dos produtores rurais em relação com a pesquisa e critério de segura quanto aos dados da propriedade rural. Durante essa escolha foram realizadas visitas nas propriedades rurais no município de Aparecida do Rio Negro, Porto Nacional, Silvanópolis e Paraíso do Tocantins. A propriedade escolhida de acordo com o tempo de plantação e autorização do proprietário está localizada no município de Porto Nacional, próximo ao distrito de Luzimangues. Conforme solicitado pelo proprietário não será identificada a nome da propriedade e nem as coordenadas do local pesquisado.

3º Etapa: Obtenção das imagens;

Os voos foram realizados a altura máxima de 100 metros. Para a câmera esta altura de voo determinou um nível de detalhamento do terreno. Os planos de voo foram elaborados de acordo com o clima e o levantamento de dados com ajustes no equipamento que estava fazendo a captura das imagens. Para minimizar esses efeitos sobre imagens quanto ao desfoque da câmera, realizaram o levantamento foi realizado no período entre 9:00 e 15:00.

4º Etapa: Processamento das imagens mostrando os pontos indicando a necessidade ou não de manutenção;

A partir dos dados coletados de forma imediata no aparelho celular foi possível verificar na primeira etapa o funcionamento da plantadeira agrícola, onde foram analisado as áreas que ainda não tinha sido realizada a plantação.

5º Etapa: Análise dos dados e emissão de relatórios:

Nesta etapa foi realizado o tratamento dos dados que foram adquiridos através das imagens de drone, fazendo o comparativo através da gestão de manutenção. Onde foi observado possíveis falhas no crescimento da soja.

O projeto de pesquisa foi realizado no ano de 2023, em uma propriedade rural no município de Porto Nacional, distrito de Luzimangues, seguindo recomendações do

proprietário não foi possível divulgar as coordenadas do local e nem endereço. O modelo de drone escolhido foi o SG907 MAX, devido a finalidade para o uso em campo e o custo-benefício do preço, conforme ilustrado na Figura 8.

Drone SG907 MAX

- Drone SG907 MAX;
- 3 eixos Gimbal;
- 5G WIFI;
- Quadcopter com Câmera 4K HD;
- GPS;
- Máxima distância do controle remotos: 1200m;
- Cerca de 20 minutos de autonomia de voo.

Figura 8 - Drone SG907 MAX



Fonte: Mercado Livre

3.1 Análise de dados e resultados

A escolha de um drone envolve um processo de seleção que deve considerar especificações técnicas, recursos e tecnologias dos aparelhos. Como existem diversos modelos disponíveis no mercado, é necessário saber quais são os objetivos.

Um dos componentes existentes no drone que requer um monitoramento, é a bateria. Questões como autonomia, modos de pilotagem e qualidade de câmera são determinantes na hora da compra. As baterias de drones multirrotores possuem uma autonomia em média de 20

minutos, então recomendado é adquirir baterias extra, sendo possível programar a função no drone para que retorne, quando a bateria em uso estiver acabando. No presente trabalho foram utilizadas no total de 3 baterias.

Para a elaboração do trabalho, de início foram realizados três voos a cada ida em campo. Através das técnicas de voo e da utilização de parâmetros existentes nos comandos do drone, obteve-se a captura de imagens aéreas para posterior análise das fotos geradas no experimento. O tempo de duração de cada voo ficou em média 20 minutos, de acordo com duração da carga da bateria, com levantamento panorâmico sobre a plantação de soja. Para obtenção de dados realizou-se o voo em diferentes altitudes e ângulos, ajuste a câmera de acordo com a iluminação e a altura para obter uma variedade de imagens.

Observando o primeiro dia de voo o trabalho da máquina plantando as sementes, Figura 9.

Figura 9 - Imagem da máquina plantando semente



Fonte: Lorena Negreiros Neves

3.1.1.1 Condições climáticas

Para evitar sombras indesejadas e capturar imagens nítidas foram realizados voos em dias de sol pleno entre às 9h e às 15h, ou dias completamente nublados das 11h às 14h.

Durante as tentativas de voo em campo, os fatores que dificultaram esse processo foram, especialmente, os ventos e condições climáticas. Em uma das tentativas houve grande risco de avaria no equipamento, a partir desse fato, escolheu-se dias em que a previsão do tempo não apontava a ocorrência de ventos fortes ou chuvas.

3.1.1.2 *Processamento das imagens do seu mapeamento com drone*

Os drones possibilitam o mapeamento de grandes extensões agrícolas em um curto período de tempo, o que é especialmente útil para monitorar áreas remotas ou de difícil acesso, sendo possível armazenar as imagens de forma rápida, e alimentar o software de gestão de manutenção dos processos produtivos. Consegue-se identificar o que não se vê de longe, e o que não é aparente num primeiro momento. Quando o utilizamos para fazer um mapeamento aéreo, por exemplo, pode-se detectar algum tipo de problema na plantação que seria difícil constatar de outra maneira.

As imagens obtidas através da câmera foram armazenadas em tempo real na memória do celular e no cartão de memória do drone.

A figuras a seguir apresentam os resultados dessa coleta.

A Figura 10 mostra uma imagem da área de plantio obtida através da câmera de um celular. Verifica-se que essa imagem é transversal. Apesar da boa resolução e nitidez a parte da cultura ao fundo não apresenta nitidez suficiente para detecção de falhas no plantio.

Figura 10 - Imagem feita apenas com a câmera de um celular



Fonte: Lorena Negreiros Neves

Na demarcação do plantio, o drone proporciona uma visão do todo de forma ágil e fácil, onde as imagens capturadas poderão auxiliar em quais áreas do campo serão mais propícias ao plantio, cobrindo uma área maior, sendo possível realizar a análise da plantação, detecção de doenças ou pragas e falhas no plantio (Figura 11).

Agricultura de Precisão remete a um sistema que objetiva realizar o gerenciamento agrícola. A coleta e análise de dados colhidos, são analisados através de ferramentas tecnológicas que facilitam a tomada de decisão de forma rápida e evitando prejuízos futuros.

Figura 11 - Uso do drone para acompanhar o plantio



Fonte: Lorena Negreiros Neves

Na Figura 12 é possível observar a plantadora jogando as sementes, facilitando o acompanhamento do plantio e verificando as áreas onde ainda não foram realizado o plantio de forma homogênea.

Figura 12 - Plantio de soja imagem dia 28/10/2023



Fonte: Lorena Negreiros Neves

Uma vez obtidas as imagens, elas podem ser processadas individualmente com o objetivo de reconhecer e monitorar o funcionamento do equipamento, conforme demonstra a Figura 13. É possível verificar nitidamente uma delimitação da área de plantio.

Figura 13 - Obtenção de informações mais precisas sobre as condições da plantação e do solo



Fonte: Lorena Negreiros Neves

Dentre as vantagens do acompanhamento do desenvolvimento da cultura por drone é a possibilidade de verificar remotamente e com baixo custo o crescimento da planta no campo, conforme observado na Figura 14. A análise de dados através das imagens de drone, permite estudos mais aprofundados da linha de plantio e possibilita a resolução mais ágil de problemas.

Figura 14 - Crescimento da soja



Fonte: Lorena Negreiros Neves

A Figura 14 foi obtida 13 dias após a Figura 13. Verifica-se que houve um crescimento da cultura. É possível ver a variação de altura das plantas na área abarcada pela imagem, não foi possível obter a imagem na mesma altura e ângulo por conta dos ventos.

Segundo Khot et al. (2017), os drones também podem ser usados para mapear áreas de plantação, permitindo que os agricultores identifiquem áreas problemáticas que requerem maior atenção (Figura 15).

Figura 15 - Treze dias após o plantio



Fonte: Lorena Negreiros Neves

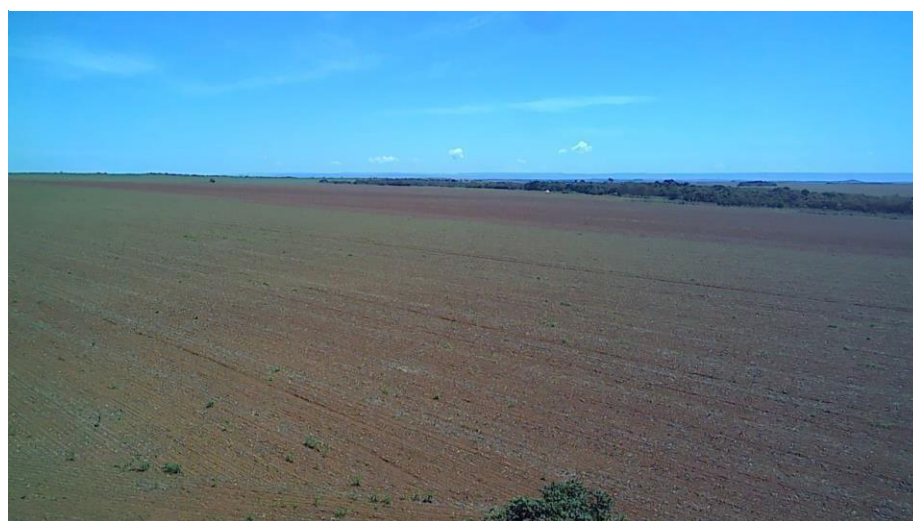
A Figura 15 possibilita a identificação de falhas na linha de plantio. Essas falhas podem ser oriundas dos seguintes fatores: falha na germinação da semente, o solo ou se foi comida por aves ou carregada por insetos ou, ainda, irregularidade na semeadura. Ampliando-se a imagem da Figura 15, obtém-se a Figura 16, cuja a resolução mostra com precisão os espaçamentos entre as plantas dando a possibilidade ao produtor de avaliar a necessidade de replantio.



Fonte: Lorena Negreiros Neves

As pesquisas enfatizam que a utilização de drones no mapeamento de plantações resulta em economia de tempo e recursos financeiros. Na Figura 17 pode-se observar a visão geral da área plantada, quando comparada a abordagens convencionais. A partir dos resultados demonstrados acima verifica-se que a utilização de drones para o levantamento de informações de cultura é aplicável a diversos tipos de terrenos, nos acidentados, nas pequenas propriedades e largas escalas. Além disso, drones podem ser utilizados para pulverização, por exemplo, e áreas onde o acesso com um pulverizador convencional não é possível. E, ainda, reduzir a exposição do trabalhador a produtos tóxicos.

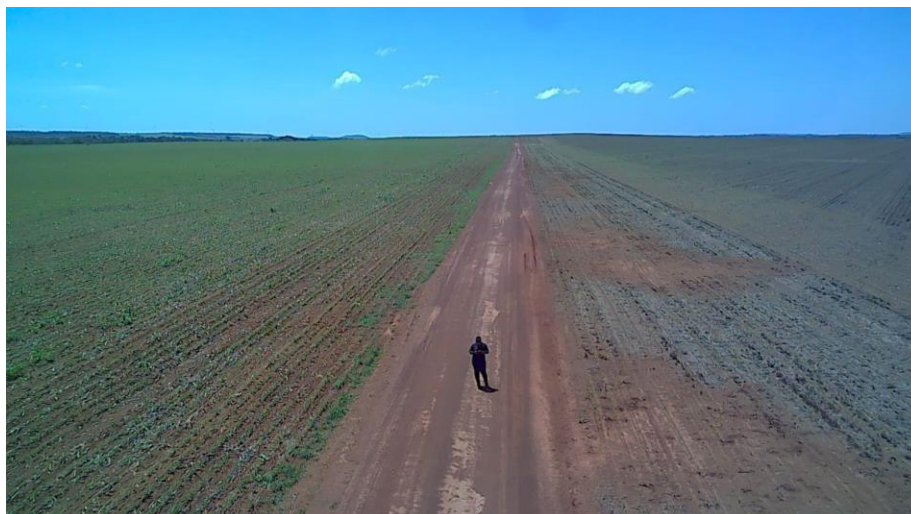
Figura 17 - Plantação de soja



Fonte: Lorena Negreiros Neves

A Figura 18 mostra um usuário fazendo o monitoramento da área plantada. É notória a versatilidade dessa tecnologia. Com um simples movimento com o joystick pode-se obter imagens de vários ângulos da área plantada inclusive comprovar a execução da tarefa. Com a utilização de recurso panorâmica é possível com uma única imagem monitorar grandes áreas de plantio, bem como vários ângulos.

Figura 18 - Monitoramento da área plantada



Fonte: Lorena Negreiros Neves

Acompanhamento da safra com o drone sobrevoadando a plantação com a frequência, permite a análise de dados pelo produtor, realizando a captura de imagens, e gerenciamento de forma cronológica no celular ou computador por meio de software. Na figura 19 está o equipamento que foi utilizado na pesquisa.

Figura 19 - Equipamento utilizado para levantamento das imagens



Os drones têm se mostrado cada vez mais aliados fundamentais em relação ao plantio por desempenhar diversas funções que ajudam o produtor a identificar, monitorar, aplicar todo o plantio sendo um sistema prático e funcional. Deste modo é importante ressaltarmos alguns pontos específicos em relação a aplicabilidade e funcionalidade dos mesmos (FREITAS e ALVARENGA, 2019).

Figura 20 - Soja em fase de crescimento



Fonte: Lorena Negreiros Neves

O monitoramento da cultura da soja com o uso do drone é de grande importância para um diagnóstico rápido e preciso das doenças que ocorrem na cultura. Na Figura 20 pode-se observar o crescimento médio de uma planta, nesse caso, um crescimento de 10 cm de altura por cada pé de soja plantado.

Segundo o proprietário de uma loja de implementos agrícolas: “Acredito que a aderir as novas tecnologias nos preparar para o futuro, onde com o uso dos drones pode-se otimizar o tempo resultando na diminuição de gastos com manutenções de máquinas e implementos agrícolas”¹.

Apesar de a resolução das imagens obtidas pela câmera de alguns aparelhos celulares apresentarem melhor que a maioria dos drones, o equipamento utilizado nesse trabalho tem a resolução de 4k e zoom digital de 50 vezes. A grande vantagem da utilização

do drone em relação ao celular é a amplidão da visão da área plantada. Com o celular, na grande maioria dos casos as fotos são transversais limitando o alcance e detecção das falhas, pois essas imagens são captadas a nível do solo (Figura 10). Para resolver esse problema é necessário a utilização de aeronaves, cujo o custo operação é alto.

A utilização de drone tem investimento inicial mediano, baixo custo de manutenção e a possibilidade da obtenção de imagens de diversas dimensões da área. É possível a detecção de falhas no plantio, bem como infestação de ervas daninhas com auto grau de precisão (figura 16).

3.2 SOFTWARE UTILIZADO PARA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

A gestão de propriedades agrícolas, especialmente de grande porte não é tarefa fácil. A utilização de sistemas computadorizadas propicia agilidade, eficiência e economia de tempo e recursos financeiros.

Para realização de orçamento dos custos do plantio e estabelecimento de metas de produtividade para a lavoura, pode-se contar com apoio de diversos softwares. Nesse trabalho foi escolhido o programa Aegro.

Esse programa foi selecionado porque dá a possibilidade de fazer teste gratuito. O cadastro dos custos com equipamentos pode ser feito conforme print da tela do Aegro, na Figura 21.

Figura 21 - Cadastro do uso das máquinas no programa Aegro campo

← Nova Máquina SALVAR

Nome

Tipo
Trator

Modelo
John deere

Ano de fabricação
2021

Valor
730000,00

Horímetro (h)
100

Vida útil (h)

Data de aquisição
02/11/2021

Fonte: Aegro

¹ Entrevista realizada com um proprietário de empresa de implementos agrícola.

A partir desse cadastro é possível gerenciar o uso do maquinário no campo, monitorando seu histórico de atividades, manutenções, alertas de revisão e planejamento de atividades. Desta forma, é possível avaliar e otimizar o desempenho operacional deles. Dentre os recursos disponíveis destaca-se as inclusões das imagens obtidas no monitoramento e georreferenciamento das ações de cada equipamento no campo.

3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE DRONES NA AGROENERGIA

Na mentalidade leiga, o uso de novas tecnologias traz vantagens e pouco se fala das desvantagens dessa adoção. No caso dos drones a realidade é a mesma. Existem vantagens e desvantagens na utilização de drones.

Vantagens:

- Eficiência e precisão no monitoramento agrícola;
- Facilita a coleta instantânea de dados e ajuda os agricultores a tomar melhores decisões;
- Economizando tempo e dinheiro em comparação com métodos tradicionais;
- Aplicação precisa de insumo reduzindo o impacto ambiental e sendo possível controlar a utilização de produtos químicos;
- Facilita o acesso de áreas de difícil alcance.

Desvantagens

- Custo elevado para aquisição;
- Dificuldade em realizar manutenção pela disponibilidade de peças e profissionais qualificados;
- Tempo de voo limitado pela capacidade das baterias;
- Condições climáticas interferem nos voos.

No ponto de vista desse trabalho considerou-se a utilização dessa tecnologia vantajosa pois, cria uma nova carreira profissional na gestão de manutenção das atividades agrícolas no campo, diminui o custo operacional e agilidade os processos de identificação de problemas, bem como a tomada de decisões. Como resultado imediato dessa pesquisa, houve vários produtores ficaram curiosos em relação aos resultados obtidos.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode ser concluir que a utilização de drones para a gestão de manutenção dos processos produtivos da agroenergia, mostrou-se promissora e pode propiciar economia em longo prazo. Essa tecnologia tornou-se mais acessível e confiável, sendo equipada com diversos sensores, que possibilitam a utilização desse equipamento no campo, aumentando a capacidade de produção agrícola.

Os resultados mostram que o monitoramento do plantio por drone propiciou uma visão ampla da área de plantio, possibilitando a detecção de pontos onde ocorreram falhas (figura 16).

Tradicionalmente monitoramento fotográfico, nesses casos, é feita por câmeras tradicionais e de celulares utilizando veículos e pequenos aviões. O primeiro demanda tempo e alto custo de combustível. O segundo, além do mesmo custo do primeiro ainda requer mão-de-obra especializada.

A partir das fotos obtidas da cultura é possível avaliar a necessidade de replantio bem como de manutenção em relação a outras culturas indesejadas.

Muitas propriedades agrícolas foram visitadas para realização desse trabalho, no entanto somente um consentiu que fizesse o levantamento fotográfico de parte da cultura. O produtor agrícola brasileiro não enxerga a importância da utilização de novas tecnologias como fator de melhorias da produtividade. A contribuição principal desse trabalho foi mostrar que a utilização de novas tecnologias na manutenção não é gasto, é investimento.

5 REFERÊNCIAS

AEGRO. Software de gestão de fazendas. Disponível em: <https://aegro.com.br/>. Acesso em: 20 de jul. de 2023.

AGNOL, A. D. A soja no Brasil: Evolução, causas, impactos e perspectivas. In: Anais do V Congreso de la soja en mercosur, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47515/1/amelio.soja.2011.pdf>. Acesso em 18 de set. de 2023.

AGRO DBO. O Avanço Do Drone. 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/9466195-O-avanco-dos-drones-capa.html>. Acesso em: 20 de mar. De 2023.

AGROADVANCE. O que é Agricultura 4.0, Digital e de Precisão. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/o-que-e-agricultura-4-0-digital-e-de-precisao/>. Acesso em: 18 de mar. de 2023.

AGROINTELI. Tudo o que você precisa saber sobre o uso de drones na agricultura. Disponível em: <https://blog.agrointeli.com.br/blog/drones-na-agricultura/>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

AGROMOVE. Cultura da soja: sua importância na atualidade. 2019. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/cultura-soja-importancia-na-atualidade/>. Acesso em: 29 de out. de 2023.

AGROTITAN. Mais que um software para agronegócio. Disponível em: <https://viasoft.com.br/agrotitan/>. Acesso em: 27 de mar. de 2023.

AGROTOOLS. Agroenergia: fontes de energia sustentável. Disponível. <https://agrotools.com.br/blog/esg-sustentabilidade/agroenergia-energia-sustentavel/> Acesso em: 19 de nov. de 2023.

AHIRWAR, S. et al. Application of Drone in Agriculture. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Godhra, v. 8, n. 1, p. 2500-2505, 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/331017387_Application_of_Drone_in_Agriculture.

Acesso em: 10 de set. 2023.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Drones. 2019. Disponível em:

[https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2018/regulamentacao-da-anac-sobre-drones-completa-](https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2018/regulamentacao-da-anac-sobre-drones-completa-um-ano-em-vigor)

[um-ano-em-vigor](https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2018/regulamentacao-da-anac-sobre-drones-completa-um-ano-em-vigor) Acesso em: 14 de dez. de 2022.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

Especial. RBAC – nº 94. 2017. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso

em 11 de out. de 2023.

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: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1108242> . Acesso em: 18 de ago. de 2023.

ANDRADE, R. O. Drones sobre o campo. Pesquisa Fapesp, São Paulo, e. 239, p. 74-77, 2016.

Disponível em: [http://repositorio.icmc.usp.br/bitstream/handle/RIICMC/6296/2016-01-](http://repositorio.icmc.usp.br/bitstream/handle/RIICMC/6296/2016-01-11%20-%20Pesquisa%20FAPESP%20-%20Drones%20sobre%20o%20campo.pdf?sequence=1)

[11%20-%20Pesquisa%20FAPESP%20-%20Drones%20sobre%20o%20campo.pdf?sequence=1](http://repositorio.icmc.usp.br/bitstream/handle/RIICMC/6296/2016-01-11%20-%20Pesquisa%20FAPESP%20-%20Drones%20sobre%20o%20campo.pdf?sequence=1).

Acesso em: 29 de out. 2023.

APROSOJA. A HISTÓRIA DA SOJA. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/soja-emilho/a-historia-da-soja>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

ARANTES, B. H. T.; ARANTES, L. T.; COSTA, E. M.; VENTURA, M. V. A. Drone aplicado na agricultura digital. Ipê Agronomic Journal, v. 3, n. 1, p. 14-18, 2019.

BARBEDO, Jayme Garcia Arnal. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. Drones, v. 3, n. 2, p. 40, 2019.

BAYER. 2015. Cresce o uso de drones na agricultura. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308134075_Diagnostico_do_perfil_do_usuario_de_Drones_no_Agronegocio_Brasileiro . Acesso em: 14 de mar. de 2023.

BONNEAU. 2017. Ribeiro, J., Marinho, D., & Espinosa, J. 2018. Sienpro Catalao UFG Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. Disponível em <http://sienpro.catalao.ufg.br/> Acesso em 11 de out. de 2023.

CAI, G., Dias, J., e Seneviratne, L. A survey of small-scale unmanned aerial vehicles: Recent advances and future development trends. Unmanned Systems, 2(02), 175- 199. 2014. Acesso em: 16 de mar. de 2023.

CHIARELLO, Cássia Gilmara Fraga et al. Regulação dos veículos aéreos não tripulados para agricultura no Brasil: das competências normativas. 2017.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: the future of farming technology, 2018 Acesso em: 16 de mar. de 2023.

CONAB. Estimativa de Evolução de Grãos. 2020. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-estimativa-de-evolucao-graos.html>. Acesso em: 02 de out. de 2023.

CONNECTERE. Software para Agropecuária - Software de Pecuária de Corte. Disponível em: https://lp.perfarm.com/sistema-erp-para-pecuaria?&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=conversao-lp-perfarm_erp_pecuaria_corte-pesquisa-sistema_aplicativo-11_08&utm_term=sistema%20de%20gest%C3%A3o%20agropecu%C3%A1ria&utm_campaign=conversao-lp-perfarm_erp_pecuaria_corte-pesquisa-11_08&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3329427416&hsa_cam=20445377444&hsa_grp=159110134064&hsa_ad=669431421314&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-308839261139&hsa_kw=sistema%20de%20gest%C3%A3o%20agropecu%C3%A1ria&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiApOyqBhDIARIsAGfnyMpSejMEBxIPUFsXJAFTqIrBDiIiHk5VAmPbvmq8geUwGb-7RDQdT88aArjrEALw_wcB. Acesso em: 20 de nov. de 2023.

DENVER, W. 2019. Tecnologia na agricultura: importância e principais inovações.

Disponível em:

<https://www.fertisystem.com.br/m/blog/60d370e89cfa2c3a74109a5f/tecnologia-na-agricultura-qual-a-importancia-e-principais-inovacoes>. Acesso em: 16 de mar. de 2023.

DRONES, O. 2015. História dos Drones: do início aos dias de hoje. Disponível em:

<https://odrones.com.br/historia-dos-drones/> Acesso em: 16 de mar. de 2023.

EMBRAPA. História da soja. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. / Acesso em: 16 de nov. de 2023.

EMBRAPA. Pesquisa mostra o retrato da agricultura digital brasileira - Portal Embrapa.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 15 de ago. De 2023.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, 2018 Disponível em:

<https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 17 de nov. de 2023.

FARMBOX. Poder de decisão agrônoma na palma da mão. Disponível em:

<https://www.farmbox.com.br/>. Acesso em: 20 de out. de 2023.

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: Identificação de pragas na agricultura com auxílio de vants | Ferreira | Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia. Acesso em: 20 de out. de 2023.

FORBES. Mercado global de drones agita players brasileiros. Disponível em:

<https://forbes.com.br/negocios/2019/11/mercado-global-de-drones-agita-players-brasileiros/> : Acesso em: 20 de mar. de 2023.

GIRALDELI, Ana Lúgia. DRONES NA AGRICULTURA: COMO ELES TE AJUDAM A LUCRAR MAIS. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/drones-naagricultura/> Acesso em: 16 de mar. de 2023.

JACTO. 2018. Blog Jacto: Agricultura 4.0: tudo o que você precisa saber. Disponível em <https://blog.jacto.com.br/agricultura-4-0-tudo-o-que-voce-precisasaber/> Acesso em: 07 de mar. de 2023.

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/handle/doc/1003485>. Acesso em: 20.08.2021; 25 de set. de 2023.

KARDEC, A; FLORES, J.; SEIXAS, E. Gestão estratégica e indicadores de desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002.

Khot, L. R., Sankaran, S., & Wei, G. (2017). Applications of drones in agriculture. In: Drones in agriculture (pp.3-20). Springer, Cham.

LINKEDIN. CAPTURE 8 | ESCOLHA O DRONE CERTO PARA SUA DEMANDA. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/capture-8-escolha-o-drone-certo-para-sua-demanda-raphael-c%C3%A2ndido>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

LOPES, M. A. Agricultura 4.0: o agronegócio também na rota do desenvolvimento tecnológico. 2018. Disponível em: <https://www.techminds.info/2018/05/10/agricultura-4-0-oagronegocio-tambem-na-rota-do-desenvolvimento-tecnologico>. Acesso em: 20 de out. de 2023.

MAPA. Agricultura de Precisão. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/boletim-tecnico-agricultura-de-precisao-2013.pdf>. Acesso em: 21 de out. de 2023.

MJV. Machine to Machine (M2M): o que é e como funciona?. Disponível em: <https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/m2m-o-que-e-e-como-funciona/>. Acesso em: 20 de out. de 2023.

NASCIF, J.. Manutenção - Função estratégica. 2ª edição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2001.

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: 20 de mar. de 2023.

OLIVEIRA, A. J. et al. Potencialidades Da Utilização De Drones Na Agricultura De Precisão. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020.

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 de set. de 2023.

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://sistemaolimpico.org/midias/uploads/9518210a61d69b44c3a7057e4b002b77.pdf> . Acesso em: 20 de ago. de 2023.

PIVOTO, D. et al. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. Information Processing in Agriculture, 2017.

PIXABAY. Soja: será que um drone pulverizador funciona mesmo? Entenda! Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/soja-sera-que-um-drone-pulverizador-funciona-mesmo-entenda-2/> : Acesso em: 20 de mar. de 2023.

PONTES, L. B.; CAVICHIOLI, F. A. AGRICULTURA DE PRECISÃO: uma ferramenta eficaz para o produtor rural. Taquaritinga: V SIMTEC – Simpósio de Tecnologia, 2018.

PRUDKIN, Gonzalo; M. BREUNIG, Fábio. Drones e ciência: Teoria e aplicações metodológicas. 1. ed. Santa Maria – SC: Facos UFSM, 2019.

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

SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution, WEF, 2016.

SENSIX. Drones híbridos conquistam espaço no mercado nacional. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/drones-hibridos-conquistam-espaco-no-mercado-nacional/> : Acesso em: 20 de mar. de 2023.

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

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: 20 de mar. de 2023.

SILVA, Cláudia Regina de Sousa e; YEPES, Igor. Desenvolvimento de sistema SLAM com odometria visual para VANT de inspeção em ambientes internos. Humanidades & Inovação, [S.l.], june 2016. ISSN 2358-8322.

SILVEIRA, C. B. Indicadores de performance da manutenção industrial. Citisystems, 2018. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/indicadores-performance-manutencao-industrial/>>. Acesso em: 07 de mar. de 2023.

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

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção; Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giarasi. São Paulo: Atlas, 2009.

TOTVS. Totvs Agro Multicultivo. Disponível em:

<https://produtos.totvs.com/produto/agro/multicultivo/>. Acesso em: 27 de jul. de 2023.

TSCHIEDEL, Mauro; FERREIRA, Mauro Fernando. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.1, p.159-163, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v32n1/a27v32n1.pdf> Acesso em: 07 de mar. de 2023.

VILELA.2017. Pierre. CANAU ONLINE. Uso de drones faz a revolução na agricultura. Disponível em: <http://www.canaonline.com.br/conteudo/uso-de-drones-faz-a-revolucao-na-agricultura.html>. Acesso em 11 de dez. de 2022.

WOLFERT, J.; Sørensen, C. G.; Goense, D. A future internet collaboration platform for safe and healthy food from farm to fork. *Annual SRII Global Conference, 2014. Proceedings...* San Jose, CA, USA: SRII p. 266-273, 2014.