



**unifaema**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA**

**FRANCIELE LEAL SIMÃO**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES  
NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.**

**ARIQUEMES - RO  
2023**

**FRANCIELE LEAL SIMÃO**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E SUAS  
APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Agronomia

Orientador (a): Prof. Dr. Matheus Martins Ferreira.

**ARIQUEMES - RO  
2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

S588a Simão, Franciele Leal.

Agricultura de precisão: avanços tecnológicos e aplicações na produção agrícola. / Franciele Leal Simão. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023.

34 f.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Martins Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Agronomia – Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2023.

1. Sensores Remotos. 2. Monitoramento Agrícola. 3. GPS. 4. SIG. 5. Drones. I. Título. II. Ferreira, Matheus Martins.

CDD 630

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
familiares e amigos, que me apoiaram  
e incentivaram a seguir em frente com  
meus objetivos.*

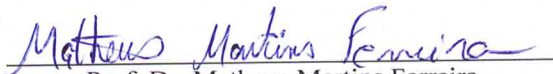
**FRANCIELE LEAL SIMÃO**

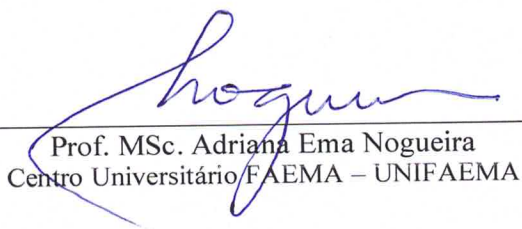
**AGRICULTURA DE PRECISÃO: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES  
NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.**

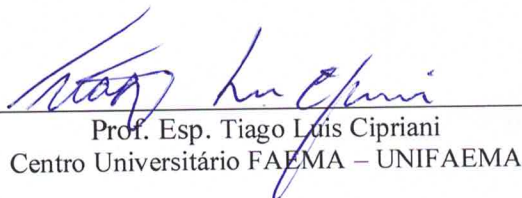
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Agronomia

Orientador (a): Prof. Dr. Matheus Martins Ferreira

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Matheus Martins Ferreira  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

  
Prof. MSc. Adriana Ema Nogueira  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

  
Prof. Esp. Tiago Luis Cipriani  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO  
2023**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento aos indivíduos que estiveram ao meu lado durante toda a jornada de realização deste trabalho de conclusão de curso. Seu apoio incondicional, e encorajamento foram fundamentais para que eu pudesse passar por essa fase desgastante.

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus familiares. À minha família, que sempre me apoio de forma direta e indireta, compreendendo os desafios que enfrentei ao longo dessa trajetória. Sou profundamente grata por tudo o que vocês fizeram por mim.

Não posso deixar de mencionar meus amigos incríveis, que me acompanharam nesta caminhada, ouvindo todas minhas reclamações, vocês foram os pilares para que o surto não viesse, compartilhando momentos de alegria, descontração longe dos estudos. Obrigado por todas as conversas “inspiradoras “de como tudo pioraria mais daria certo, no final, e deu! Quem diria hein. Obrigada pelo apoio que me fez seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão ao universo, que sempre conspira ao meu favor. Às forças maiores que permeiam o cosmos e às circunstâncias que se alinharam para tornar possível a minha jornada. Agradeço por todas as oportunidades, aprendizados e experiências que foram colocadas em meu caminho. Acredito que cada desafio superado e cada obstáculo vencido contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, permitindo-me chegar até aqui.

Que essa gratidão também se estenda a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Sua dedicação, conhecimento e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Quando você quer alguma coisa,  
todo o universo conspira para que  
você realize o seu desejo.”*

*Paulo Coelho*

## ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AP	Agricultura de precisão
GPS	Sistema de Posicionamento Global
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
SIG	Sistema Informação Geográfica
ATV	Aplicação em taxa variável



## RESUMO

A agricultura de precisão é um sistema de gerenciamento agrícola que se baseia na variação espacial e temporal da área produtiva, visando aumentar o retorno econômico e melhorar as relações com o meio ambiente, reduzindo as contaminações. Essa abordagem se mostra essencial tanto para áreas pequenas quanto extensas, pois se fundamenta na aplicação com taxas variáveis, que depende da compreensão da variabilidade espacial e das características do solo. Com os avanços da modernidade, haverá um momento em que a mão de obra humana não será suficiente para suprir a demanda de armazenamento de informações e aproveitar melhor o tempo disponível. Nesse contexto, a tecnologia desempenha um papel fundamental. Existem diversas abordagens para a agricultura de precisão, mas todas têm como objetivo solucionar problemas de desuniformidades presentes nas lavouras e, se possível, obter benefícios a partir dessas variações. A agricultura de precisão oferece diversas ferramentas ao produtor rural para melhorar a eficiência produtiva de sua lavoura. Sensores de solo, sensoriamento remoto e o uso de satélites para a obtenção de informações em grandes áreas são exemplos dessas ferramentas. Além disso, o uso de drones otimiza o processo de gestão das lavouras, proporcionando uma localização precisa. A AP pode ser desenvolvida em diferentes níveis de complexidade, com diferentes objetivos. É fundamental compreender a variabilidade do solo e como ela ocorre. No contexto da agricultura de precisão, é necessário que o produtor rural compreenda como o solo varia dentro do campo, o que demanda métodos de amostragem diferentes dos tradicionalmente utilizados. A variação no campo pode ocorrer desde poucos centímetros até dezenas de metros. AP é formada por diversas ferramentas de manejo que auxiliam o produtor rural a gerir sua propriedade. Embora seja uma técnica relativamente nova, está em constante evolução devido aos avanços tecnológicos, o que permite aperfeiçoar os métodos e aumentar a eficiência da produção agrícola.

Palavras-chave: **Sensores remotos, Monitoramento agrícola, GPS, SIG, Drones.**

## **ABSTRACT**

Precision agriculture is a farm management system based on spatial and temporal variability within the production area, aiming to increase economic returns and improve environmental sustainability by reducing contaminations. This approach is crucial for both small and large-scale farming, as it relies on variable rate applications that depend on understanding spatial variability and soil characteristics. With the advancements of modernity, there will come a point where human labor alone will not be sufficient to meet the demand for information storage and optimize time utilization. In this context, technology plays a fundamental role. There are several approaches to precision agriculture, all aiming to address the issues of non-uniformity present in crops and, if possible, derive benefits from these variations. Precision agriculture offers various tools to farmers to enhance the productivity of their fields. Examples of these tools include soil sensors, remote sensing, and the use of satellites to gather information over large areas. Additionally, the use of drones optimizes field management processes by providing precise location data. Precision agriculture can be implemented at different levels of complexity, with diverse objectives. Understanding soil variability and its occurrence is fundamental within the context of precision agriculture. This requires the adoption of different sampling methods than those traditionally used, as field variations can range from a few centimeters to tens of meters. Precision agriculture encompasses a range of management tools that assist farmers in property management. Although a relatively new technique, precision agriculture is continually evolving due to technological advancements, allowing for the refinement of methods and increased efficiency in agricultural production.

**Keywords, Remote sensing, Agricultural monitoring, GPS, Drones, GIS.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS .....	15
1.2.1 Geral .....	15
1.2.2 Específicos .....	15
<b>2. AGRICULTURA DE PRECISÃO.....</b>	<b>16</b>
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	16
2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	17
<b>3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....</b>	<b>18</b>
3.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO (GPS) .....	18
3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) .....	19
3.2.1 APLICAÇÕES .....	21
<b>4. MONITORAMENTO E MANEJO DA VARIABILIDADE ESPACIAL .....</b>	<b>23</b>
ABORDAGENS DE ATV .....	24
<b>5. DRONES NA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Agricultura de Precisão (AP) é um sistema de gerenciamento agrícola que busca otimizar o lucro, a sustentabilidade e a proteção ambiental por meio do aproveitamento da variação espacial das propriedades do solo e das plantas nas lavouras (SERGIEIEVA, 2016).

Na Europa, foi registrado a geração do primeiro mapa de produtividade agrícola, o qual permitiu identificar as variações na produtividade das lavouras de acordo com as características espaciais do solo e das plantas. Por outro lado, nos Estados Unidos, foi realizada a primeira adubação com doses variadas, levando em consideração as diferenças nas necessidades nutricionais das plantas em diferentes áreas do campo. Esses marcos históricos foram fundamentais para o desenvolvimento e avanço da Agricultura de Precisão. No entanto, o avanço determinante para a implementação da AP ocorreu com o surgimento do GPS (Sistema de Posicionamento Global por Satélites) em torno de 1990. Esse sistema permitiu a georreferenciação precisa das áreas agrícolas, possibilitando a criação de mapas detalhados de variabilidade espacial nos campos. (VRCHOTA, 2022)

No Brasil, a Agricultura de Precisão ainda era pouco difundida em 1995, havendo poucas atividades relacionadas a essa prática. Foi nesse período que começaram a ser importados equipamentos, com destaque para colhedoras equipadas com monitores de produtividade. Esses equipamentos trouxeram avanços tecnológicos significativos, impulsionando gradualmente a adoção da Agricultura de Precisão no país. Esses avanços tecnológicos abriram caminho para a adoção gradual da AP no país. (MAPA/ACS, 2009).

A Agricultura de Precisão (AP) possui diversas abordagens, mas seu objetivo central é resolver os problemas relacionados à variabilidade das lavouras e, quando possível, aproveitar essas variações em benefício da produção agrícola. Essas práticas podem ser desenvolvidas em diferentes níveis de complexidade e com objetivos diversos (MAPA/ACS, 2009).

No contexto atual, especialmente no Brasil, as soluções implementadas na Agricultura de Precisão (AP) concentram-se principalmente na aplicação de fertilizantes e corretivos de forma variável. Esse enfoque permite ajustar a quantidade e distribuição desses insumos de acordo com as necessidades específicas de cada área da lavoura, levando em consideração a variabilidade espacial das características do solo e das plantas. Essa abordagem visa otimizar a eficiência do uso de nutrientes, reduzir desperdícios e promover uma maior produtividade agrícola. No entanto, é fundamental ressaltar que a Agricultura de Precisão (AP) é um sistema de gestão abrangente que leva em conta a variabilidade espacial das lavouras em todos os seus aspectos. Isso inclui não apenas a produtividade, mas também as características físicas e

químicas do solo, a compactação, a infestação de ervas daninhas, além das doenças e pragas que possam afetar o desenvolvimento das plantas. A AP busca compreender e gerenciar esses elementos de forma precisa e personalizada, a fim de promover uma produção agrícola mais eficiente e sustentável (MAPA/ACS, 2009).

A busca por maiores produtividades por meio do uso da AP implica em estratégias mais elaboradas, geralmente associadas aos agricultores que investiram em coleta e análise de dados, e possuem mapas de produtividade. Na AP, o aumento da produtividade não é simplesmente atestado pela comparação dos resultados de safras anteriores. No entanto, para aqueles que optam por intervir na fertilidade do solo, mesmo que baseados apenas em amostragens, espera-se que a realocação dos insumos contribua para reduzir desequilíbrios e, em um segundo momento, melhore a produtividade das culturas (MAPA/ACS, 2009).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A utilização de tecnologias avançadas na agricultura de precisão tem o potencial de aumentar a produtividade agrícola, reduzir custos de produção e melhorar a eficiência no uso de insumos agrícolas. Ao explorar e entender esses avanços tecnológicos, é possível fornecer informações valiosas para os agricultores e profissionais do setor agrícola sobre as possibilidades de melhoria dos resultados financeiros.

O trabalho de revisão bibliográfica contribui para reunir e sintetizar o conhecimento existente, fornecendo uma visão geral das últimas tendências e avanços na agricultura de precisão, avanços tecnológicos e suas aplicações na produção agrícola, é importante destacar a relevância do tema, os benefícios potenciais, a necessidade de preencher lacunas de conhecimento e a importância de fornecer informações atualizadas para profissionais e pesquisadores da área agrícola.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

O objetivo geral do trabalho é realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre a agricultura de precisão, seus avanços tecnológicos e suas aplicações na produção agrícola. O objetivo é fornecer uma visão geral das principais características, tecnologias e estratégias utilizadas nesse campo.

### 1.2.2 Específicos

- Investigar as principais tecnologias utilizadas na agricultura de precisão, como sensores remotos, sistemas de informação geográfica (SIG), sistemas de posicionamento global (GPS), e avaliar seus benefícios e limitações na produção agrícola.
- Analisar as estratégias de coleta e análise de dados empregadas na agricultura de precisão, examinando os métodos de amostragem, sensores e dispositivos de monitoramento utilizados.
- Explorar as aplicações da agricultura de precisão em culturas específicas ou sistemas agrícolas, investigando os impactos dessas abordagens tecnológicas na produtividade, eficiência no uso de insumos agrícolas e redução de impactos ambientais.

## 2. AGRICULTURA DE PRECISÃO

A atividade agrícola é de extrema importância e essencial para suprir as múltiplas necessidades humanas, abrangendo alimentação, vestuário, energia e muito mais. Desde o seu surgimento, a agricultura tem passado por evoluções e transformações ao longo do tempo. No entanto, nos últimos anos, testemunhamos um avanço notável com a introdução das máquinas, possibilitando assim a mecanização desse setor. Com o progresso no conhecimento hidrodinâmico nas últimas cinco décadas, foram aprimorados os processos agrícolas através da implementação de mecanismos de controle e comando assistidos. Além disso, nos últimos 20 anos, surgiram sistemas apoiados em sensores eletrônicos, conforme ressaltado por COELHO E SILVA (2009), o que viabilizou o desenvolvimento de sistemas automatizados. Por fim, na última década, temos observado uma integração cada vez maior com as Tecnologias da Informação.

É nesse cenário que emerge a Agricultura de Precisão, que combina essas tecnologias inovadoras com a preocupação de produzir de maneira eficiente, reduzindo ao máximo os desperdícios e fomentando uma produção sustentável em termos técnicos, econômicos e sociais, conforme destacado por COELHO E SILVA (2009).

A agricultura de precisão (AP) envolve a utilização de tecnologias de informação (TI) e ferramentas de mecanização e automação para implementar práticas agrícolas que levem em consideração a variabilidade espacial e temporal da produtividade das culturas. Esse processo segue um ciclo que começa com a coleta de dados, seguida pela análise e interpretação dessas informações, geração de recomendações, implementação no campo e avaliação dos resultados (GEEBERS; ADAMCHUK, 2010). A AP é uma abordagem que auxilia os agricultores na tomada de decisões gerenciais no manejo das culturas, levando em conta a variabilidade do espaço e do tempo, visando maximizar o retorno econômico e reduzir o impacto ambiental. (INAMASU ET AL., 2011) Ela representa uma cadeia de conhecimentos em que máquinas, dispositivos, equipamentos e softwares são utilizados para coletar dados, que são organizados e interpretados para gerar informações que apoiam a gestão agrícola (INAMASU., 2014).

### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Embora a transformação digital seja considerada recente, o termo "agricultura de precisão" surgiu na década de 1980. Já nos primeiros anos do novo milênio, começaram a surgir consultorias especializadas e equipamentos nacionais para a aplicação de insumos em doses



variáveis, utilizando mapas como base. Nesse contexto, destaca-se a realização do primeiro Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão (ConBAP) em 2004, marco significativo que evidencia a produção contínua de conteúdo científico sobre essa temática no Brasil ao longo de 16 anos (FERRAZ, 2021).

De acordo com Lamparelli (2022), a ideia de agricultura de precisão remonta ao período anterior à Revolução Industrial, sendo uma técnica que visava otimizar o rendimento das culturas, considerando aspectos como localização e fertilidade do solo, entre outros fatores. OS fundamentos da agricultura de precisão moderna, conforme aceitos atualmente, têm suas origens no início do século XX. No entanto, somente a partir da década de 1980, na Europa e nos Estados Unidos, com o avanço dos microcomputadores, sensores e softwares, é que a agricultura de precisão se tornou viável para os produtores.

Na década de 1980, com o advento dos sistemas de posicionamento global (GPS), surgiram as primeiras aplicações práticas da Agricultura de Precisão. O uso de GPS permitiu a georreferenciação precisa de áreas agrícolas, tornando possível a criação de mapas detalhados de variabilidade espacial nos campos, como a variação da fertilidade do solo, a presença de pragas e doenças, e a necessidade de irrigação. (FREITAS, 2014)

Além disso, o desenvolvimento de sensores remotos, como imagens de satélite e sensores aerotransportados, tornou-se uma ferramenta importante na Agricultura de Precisão. Esses sensores permitem a coleta de dados sobre a saúde das plantas, a refletância do solo e outros parâmetros relevantes para a tomada de decisões no manejo agrícola.

A partir dessas tecnologias, os agricultores começaram a adotar práticas mais precisas e localizadas, como a aplicação variável de insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, água) de acordo com as necessidades específicas de cada área do campo. Isso permitiu reduzir o desperdício de insumos, economizar recursos e proteger o meio ambiente. (AIRES,2014).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

A implementação da agricultura de precisão é iniciada com a coleta de dados, sua análise e interpretação, bem como a geração de recomendações, aplicação no campo e avaliação dos resultados (GEEBERS & ADAMCHUK, 2010). Essa abordagem pode ser vista como um conjunto de conhecimentos, em que máquinas, dispositivos, equipamentos e softwares são utilizados para coletar dados, que devem ser organizados e interpretados, fornecendo informações para apoiar a gestão (INAMASU & BERNARDI, 2014).

A agricultura de precisão é considerada uma ferramenta que atua em três aspectos principais da agricultura: produção, administração da propriedade e meio ambiente. No que diz respeito à produção, o objetivo da agricultura de precisão é melhorar o processo e aumentar a eficiência da produção; quanto à administração da propriedade, ela é adotada como uma ferramenta de gestão, auxiliando na tomada de decisões; e, por fim, em relação ao meio ambiente, seu uso pode reduzir os danos e promover uma produção responsável do ponto de vista ambiental (FONSECA, 2009).

Um dos aspectos positivos da agricultura de precisão é a gestão localizada das parcelas e a obtenção de um grande volume de informações que auxiliam na tomada de decisões, o que resulta em ganhos que antes não eram considerados ou quantificados. Portanto, é considerada, acima de tudo, um sistema de gestão ou gerenciamento da produção agrícola (BALASTREIRE, 2000).

Com base no exposto, pode-se afirmar que a agricultura de precisão envolve o uso de tecnologias avançadas para manejar o solo, insumos e culturas de forma adequada, levando em consideração as variações espaciais e temporais que afetam a produtividade das mesmas. Além disso, seu uso está associado a tecnologias como sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas (SIG) e sistema de posicionamento global (GPS), (AIRES, 2014).

### **3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO**

#### **3.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO (GPS)**

No contexto descrito por Miranda et al., 2017 a agricultura de precisão só pode ser implementada graças ao advento do Sistema por Satélite de Navegação Global (GPS) nos Estados Unidos em 1978. Esse sistema, capaz de se conectar a microprocessadores e coletar informações sobre clima e solo, só começou a ser utilizado na agricultura em 1990, quando foi desenvolvido o primeiro mapa de produtividade a partir de um monitor de rendimento acoplado ao GPS. Além do GPS, a agricultura de precisão também faz uso de um software específico chamado Sistema de Informação Geográfica (SIG) e da geoestatística, que auxilia na delimitação das áreas que requerem intervenção para um melhor manejo da produção (MIRANDA et al., 2017).

A principal justificativa para a adoção dessa tecnologia pelos produtores é a busca por uniformidade do solo em cada área de cultivo. No entanto, as áreas de plantação podem apresentar variações em seus atributos, tais como a variabilidade espacial do tipo de solo, da

produtividade, das características físicas e das necessidades de nutrientes (MERCANTE; et al, 2003).

O uso do sistema GPS na agricultura viabiliza uma abordagem localizada dos problemas encontrados nas propriedades rurais. No entanto, o alto custo de aquisição e utilização dessas ferramentas tem sido um obstáculo para o pleno avanço da agricultura de precisão no Brasil.

O Sistema de Posicionamento Global (GPS), um sistema de navegação por satélite, surgiu como uma solução promissora para essa questão na época.

De forma geral, os sistemas de posicionamento têm a finalidade de determinar a localização de um objeto no ar ou na superfície terrestre. O GPS é amplamente reconhecido como o sistema de posicionamento mais utilizado atualmente, desempenha um papel fundamental na maioria dos sistemas de agricultura de precisão, uma vez que a determinação da variabilidade espacial de características específicas do solo ou das culturas requer o conhecimento preciso da localização geográfica de cada ponto utilizado na amostragem.

### 3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Entre os desafios recentes enfrentados pelas sociedades modernas, a utilização de informações geográficas destaca-se como um dos mais significativos. Gerenciar essas informações é essencial para tomar decisões acertadas e planejar de forma eficiente. Na área de planejamento, o processo decisório depende cada vez mais de ferramentas capazes de fornecer avaliações baseadas em dados geográficos e estatísticos. Essas ferramentas podem ser sistemas isolados ou estar integradas em ambientes de rede, como a Web. (FURQUIM et al., 2008).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) revolucionaram a utilização e o tratamento de mapas nos últimos anos. Uma ampla gama de instituições e empresas utiliza ferramentas de gerenciamento de informações geográficas, como prefeituras, empresas de serviços públicos, indústrias de petróleo, organizações ambientais, profissionais de marketing, agricultores, entre outros. O SIG pode ser considerado um sistema que processa dados geográficos de forma computacional e recupera informações não apenas com base em suas características alfanuméricas (sistema capaz de codificar letras e números), mas também em sua localização espacial. Ele fornece aos administradores e técnicos uma visão abrangente do ambiente em que atuam, em que as informações disponíveis estão interligadas com base em sua localização geográfica. (FURQUIM et al., 2008)

No âmbito do "Meio Ambiente", o uso de tecnologia pode ser aplicado de várias formas para abordar questões importantes. Um exemplo é o monitoramento do desmatamento em uma

determinada região, que pode ser realizado com o auxílio de tecnologias como sensoriamento remoto e análise de imagens de satélite. Essas ferramentas permitem a detecção e a quantificação do desmatamento ao longo do tempo, fornecendo informações valiosas para a tomada de decisões e a implementação de políticas de conservação (LONGLEY et al., 2011).

Além disso, a tecnologia pode ser utilizada para modelar o crescimento urbano e compreender seus impactos ambientais. Através de técnicas de geoprocessamento e modelagem espacial, é possível simular diferentes cenários de expansão urbana e avaliar seus efeitos na qualidade do ar, no consumo de recursos naturais e na fragmentação de habitats (LONGLEY et al., 2011).

Outra aplicação importante da tecnologia no contexto ambiental é o monitoramento de mudanças no uso da terra. Através de sistemas de informação geográfica (SIG) e técnicas de sensoriamento remoto, é possível identificar alterações na cobertura vegetal, no uso agrícola e na ocupação humana de determinadas áreas. Isso é fundamental para entender as transformações ocorridas no ambiente e para subsidiar a formulação de políticas de conservação e planejamento territorial (LONGLEY et al., 2011).

Essa tecnologia também desempenha um papel importante na gestão de bacias hidrográficas. Através de modelos hidrológicos e sistemas de informações geográficas, é possível analisar a distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos, identificar áreas de risco de erosão e poluição, e tomar medidas para proteger e gerenciar de forma sustentável os recursos hídricos (CÂMARA et al., 1996).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), em sua definição mais simples, é uma aplicação informática que combina informações espaciais e alfanuméricas. A principal diferença entre um SIG e outros sistemas de informação não geográficos reside em sua capacidade de manipular dados com base em atributos espaciais. Essa capacidade de relacionar camadas de dados por meio de atributos georreferenciados comuns permite a combinação, análise e, por fim, a criação de mapas dos resultados. Atualmente, nos deparamos com uma série de questões de grande magnitude que possuem uma forte dimensão espacial, como superpopulação em muitas áreas, poluição, desertificação e desastres naturais, (COELHO E SILVA, 2009).

Os SIG permitem a criação de mapas temáticos, integração de informações de diversas naturezas, visualização de múltiplos cenários, resolução de problemas complexos, apresentação de ideias e proposição de soluções. São essencialmente essas duas características - a possibilidade de aplicação em diversas áreas e a capacidade de análise - que têm sido

responsáveis pelo sucesso e pelo aumento espetacular do uso de SIG, especialmente na agricultura. (COELHO E SILVA, 2009).

### 3.2.1 APLICAÇÕES

#### **Monitoramento Da Saúde Das Culturas**

O monitoramento da saúde das culturas é uma tarefa que costuma ser lenta e trabalhosa quando realizada manualmente em uma grande área. No entanto, a utilização de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na agricultura se mostram verdadeiros aliados nesse sentido.

A agricultura de precisão, baseada em SIG, permite priorizar quais culturas demandam cuidados adicionais. Através de sensores de imagens em satélites e aeronaves, é possível realizar um monitoramento avançado das temperaturas das plantações. Valores de temperatura anormalmente altos podem indicar a presença de doenças, infestações de pragas ou desidratação. (MESQUITA, 2014)

#### **Monitoramento de gado**

Para SILVA, (2016) ao que diz respeito ao monitoramento do gado, o uso do software SIG agrícola torna-se essencial para rastrear os movimentos dos animais na criação. As ferramentas SIG na agricultura auxiliam os agricultores a localizar o gado em uma fazenda e monitorar sua saúde, crescimento, fertilidade e nutrição. Rastreadores de animais, juntamente com dispositivos portáteis capazes de receber e exibir dados do rastreador, são fundamentais nessa aplicação.

#### **Controle de insetos e pragas**

Quando se trata do controle de insetos e pragas, procurar por infestações em grandes campos pode ser uma tarefa ineficiente. No entanto, algoritmos de aprendizagem profunda e dados de satélite podem ser empregados para encontrar pontos problemáticos, auxiliando na detecção de vários riscos, como ervas daninhas e doenças nas plantas, por meio de índices de vegetação coletados no campo. Ao identificar áreas com vegetação abaixo do normal em um determinado local, o que pode indicar a presença de parasitas ou doenças, não é mais necessário investigar toda a extensão do campo. Com o recurso, é possível restringir a área de interesse,

inspecionando a área selecionada e enviando rapidamente fotos das tarefas realizadas, bem como informações sobre os tipos de ameaças detectadas. (MESQUITA, 2014).

### **Controle de Irrigação**

Outro aspecto importante é o controle de irrigação. Períodos de seca ou precipitações extremas em áreas de baixa drenagem podem prejudicar a produção agrícola. Através do uso de aplicações de SIG na agricultura, os agricultores podem avaliar o estresse hídrico experimentado por cada cultura e identificar padrões visuais que sugerem excesso ou escassez de água. Essas informações podem ser utilizadas para regular a irrigação de forma mais precisa. (NUNES, 2016)

### **Distribuição de nutrientes**

No que se refere à distribuição de nutrientes, os agricultores só podem decidir se devem fertilizar o solo depois de conhecer os nutrientes já presentes em um campo específico. Ao analisar o estado nutricional do solo e detectar deficiências de nutrientes nas plantas através do uso de SIG na agricultura, os produtores agrícolas podem fornecer nutrientes externos de forma mais precisa. (NUNES, 2016).

### **Previsão de rendimento da colheita**

Graças aos avanços tecnológicos que combinam satélites, sensoriamento remoto, big data e inteligência artificial, agora é possível obter estimativas confiáveis de rendimento das colheitas a aplicação de tecnologias SIG na agricultura não se limita apenas ao monitoramento da saúde das culturas. Esses sistemas de informação geográfica têm sido amplamente utilizados em diversas áreas, como proteção ambiental, gerenciamento de desmatamento e reflorestamento, planejamento urbano, mitigação de desastres e muito mais. Eles oferecem uma gama de ferramentas e recursos valiosos para otimizar processos e tomar decisões informadas no setor agrícola e em muitos outros setores relacionados.

Segundo COELHO (2023), o uso de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica e outras tecnologias avançadas na agricultura tem sido fundamental para o monitoramento eficiente da saúde das culturas, rastreamento do gado, controle de insetos e pragas, controle de irrigação, distribuição de nutrientes e previsão de rendimento das colheitas. Essas soluções tecnológicas permitem aos agricultores obter dados precisos, tomar medidas adequadas e melhorar a eficiência e a produtividade de suas operações agrícolas, contribuindo

para uma agricultura mais sustentável e eficaz. Além disso, os SIG têm uma ampla aplicação em várias áreas, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável do meio ambiente e auxiliando no desenvolvimento de soluções para desafios socioambientais complexos.

#### **4. MONITORAMENTO E MANEJO DA VARIABILIDADE ESPACIAL**

A agricultura convencional, praticada pela maioria dos agricultores, geralmente depende do uso massivo de insumos agrícolas. No entanto, esses insumos não apenas aumentam os custos de produção, mas também podem levar à contaminação das águas subterrâneas e superficiais, comprometendo assim a utilização desse recurso natural vital para a humanidade. Conseqüentemente, os compromissos assumidos no desenvolvimento sustentável requerem a adoção de tecnologias avançadas para reduzir as discrepâncias entre a produtividade experimental e real, levando em consideração as particularidades dos diferentes agrossistemas (MANZATTO ET AL., 2000).

A agricultura de precisão é um conceito relativamente recente de manejo do solo, plantas e atmosfera, baseado no gerenciamento agrícola de informações sobre a variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e da própria produtividade. A adoção dessa nova tecnologia é justificada pelo fato de que a maioria dos produtores agrícolas considera o solo uniforme em cada área de cultivo, ignorando as consideráveis variações existentes nos atributos do solo, como variações espaciais no tipo de solo, produtividade, características físicas e necessidades de nutrientes. (CARNEIRO et al. 2016)

É essencial conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo que influenciam a produtividade das culturas para implementar um programa de agricultura de precisão. Existem várias técnicas disponíveis para obter esse conhecimento, como levantamentos de solo, sondagem ativa, uso de sensores, técnicas de sensoriamento remoto e modelos de simulação.

No entanto, a variabilidade espacial do solo não tem sido devidamente considerada nos processos produtivos da agricultura. Um melhor entendimento da variabilidade espacial da produtividade e das propriedades físicas do solo, assim como o estudo dessa variabilidade ao longo do tempo (variabilidade temporal), contribui para o conhecimento existente sobre o assunto. Quando disponibilizado adequadamente aos produtores que adotam a agricultura de precisão, essas informações podem viabilizar uma agricultura moderna, econômica, competitiva e ecologicamente correta. (NUNES, 2016)

Para Longley et al., 2011, variabilidade espacial dos fatores de produção, oferece uma abordagem promissora para lidar com essas questões por meio do uso de tecnologias avançadas, como sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e modelagem, os agricultores podem obter informações mais precisas e em tempo real sobre a variabilidade do solo, permitindo uma tomada de decisão mais informada e direcionada.

Monitorar a variabilidade espacial do solo são elementos fundamentais para o desenvolvimento de uma agricultura moderna, economicamente viável e ambientalmente sustentável. Ao integrar tecnologias avançadas com a compreensão das particularidades dos agrossistemas, é possível alcançar um manejo mais eficiente e preciso, garantindo a produtividade das culturas enquanto se protege o meio ambiente e os recursos naturais essenciais para a sobrevivência das futuras gerações (COELHO, 2003).

## **ABORDAGENS DE ATV**

Uma das principais aplicações da gestão da variabilidade espacial é a aplicação em taxa variável (ATV) de insumos como fertilizantes, pesticidas e água de irrigação. Em vez de aplicar uma taxa uniforme de insumos em todo o campo, a ATV leva em consideração a variabilidade espacial e aplica insumos em taxas diferentes de acordo com as necessidades específicas de cada área. áreas com maiores exigências de nutrientes podem receber uma taxa de aplicação de fertilizantes mais alta, enquanto áreas com níveis mais baixos de nutrientes podem receber uma taxa menor ou nenhuma aplicação. Essa abordagem direcionada otimiza a utilização de recursos, reduz o desperdício de insumos e melhora a produtividade das culturas.

Outro aspecto da gestão da variabilidade espacial é o uso de tecnologias de plantio e semeadura de precisão. Ao levar em consideração as variações na fertilidade do solo, teor de umidade e outros fatores, os agricultores podem ajustar a profundidade de plantio, o espaçamento das sementes e as taxas de semeadura para garantir um contato ideal entre a semente e o solo, promovendo uma emergência uniforme das culturas. Isso pode resultar em um crescimento das culturas mais uniforme e um potencial de rendimento aprimorado. (OLIVEIRA, 2020)

Além disso, as técnicas de gestão da variabilidade espacial permitem que os agricultores implementem práticas de manejo de solo e culturas específicas para cada local. Ao delinear zonas de manejo dentro do campo com base nos padrões espaciais das propriedades do solo e desempenho das culturas, os agricultores podem adaptar suas estratégias de manejo de acordo. Isso pode envolver ajustes nos cronogramas de irrigação, implementação de medidas



direcionadas de controle de ervas daninhas ou pragas, ou adoção de práticas específicas de conservação do solo em áreas propensas à erosão. (OLIVEIRA, 2020)

Em geral, a gestão da variabilidade espacial na prática agrícola permite que os agricultores tomem decisões informadas e implementem técnicas de agricultura de precisão que otimizam o uso de recursos, melhoram o desempenho das culturas e minimizam os impactos ambientais. Ao aproveitar o poder existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para gerenciar a variabilidade espacial na prática agrícola.

**Agricultura de precisão:** essa técnica envolve o uso de tecnologias avançadas, como GPS, drones e sistemas de informação geográfica (GIS), para coletar dados precisos sobre o solo, a vegetação e outros aspectos da área cultivada. Esses dados são usados para tomar decisões mais informadas sobre o plantio, a irrigação, a aplicação de fertilizantes e outros aspectos do manejo agrícola. (RODRIGUES, 2002).

**Agricultura de conservação:** essa técnica envolve o uso de práticas agrícolas que minimizam a perturbação do solo e mantêm a cobertura vegetal, como plantio direto e rotação de culturas. Isso ajuda a reduzir a variabilidade espacial do solo e a melhorar sua fertilidade.

**Uso de sensores:** sensores podem ser usados para medir características importantes do solo, como umidade, pH e teor de nutrientes. Esses dados podem ser usados para ajustar o manejo agrícola em tempo real, maximizando a produtividade e minimizando os custos. (BOTTEGA ET AL 2013).

## 5. DRONES NA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Os drones surgiram por volta de 1960, mas foi durante os anos 80 que ganharam destaque, especialmente em aplicações militares. Um dos drones mais conhecidos da história foi desenvolvido pelo engenheiro espacial israelita Abraham (Abe) Karem em 1977, utilizando recursos tecnológicos simples, como fibra de vidro caseira e restos de madeira. Inicialmente, os VANTs eram utilizados para reconhecimento de terrenos no meio militar, proporcionando uma visão aérea estratégica e servindo também como meio de ataque (CALIXTO, 2023).

Veículos aéreos não tripulados (VANTs), também conhecidos como drones, são aeronaves remotamente pilotadas que podem ser controladas nos três eixos sem a necessidade de pilotos embarcados. Eles possuem a aparência de mini helicópteros e são capazes de receber comandos por meio de radiofrequência, infravermelho e coordenadas GNSS. Em parceria com a empresa americana Qualcomm, a Embrapa desenvolveu drones capazes de coletar, processar, analisar e transmitir informações das lavouras em tempo real para os agricultores e sistemas de

monitoramento ambiental. Essa tecnologia tem sido utilizada para detectar deficiências das culturas, ocorrência de pragas, escassez hídrica, déficit de nutrientes e danos ambientais, permitindo aos agricultores tomar decisões mais precisas sobre o manejo de suas lavouras (SANTOS et al., 2019).

Na agricultura de precisão, o uso de drones tem se tornado fundamental. Eles se tornaram uma ferramenta eficiente e sustentável, reduzindo o tempo e os custos dos produtores e aumentando a produtividade nas propriedades agrícolas (GONÇALVES; CAVICHIOLI, 2021). Com imagens detalhadas das lavouras, os produtores têm acesso a dados precisos que auxiliam na tomada de decisão rápida e eficiente. A flexibilidade, o baixo custo e a precisão dos dados coletados por drones são aspectos de extrema importância para a popularização dessa tecnologia na agricultura (CAVALCANTE et al., 2022).

Os drones na agricultura de precisão oferecem benefícios significativos para os produtores rurais, permitindo uma aplicação mais segura de defensivos agrícolas e reduzindo seu uso excessivo (OLIVEIRA et al., 2020). Com preços mais acessíveis e maior confiabilidade, os drones estão se tornando viáveis para uso no campo, aumentando a capacidade de produção de alimentos. Além disso, eles permitem a redução do tempo de monitoramento das áreas cultivadas, o mapeamento de áreas de difícil acesso, a detecção de adversidades na plantação, a disponibilização de mais informações para a tomada de decisão, o aumento da produtividade, a redução do impacto ambiental e a medição da concentração de água e nutrientes no solo. CAVALCANTE et al., 2022).

Segundo Gonçalves; Cavichioli, (2021) o uso de drones na agricultura de precisão também apresenta algumas desvantagens. O custo inicial de implantação pode ser considerado alto, tornando-se um obstáculo para alguns produtores. Além disso, existem restrições regulatórias relacionadas à altura máxima de voo e à documentação necessária para a pilotagem dos drones. Em alguns casos, os drones multirotores têm um tempo de operação no ar limitado. Apesar dessas limitações, os benefícios proporcionados pelos drones na agricultura superam as desvantagens. O avanço da tecnologia tem permitido o desenvolvimento de drones cada vez mais sofisticados, com maior autonomia de voo, sensores mais precisos e capacidade de coleta de dados em diferentes faixas espectrais. Isso abre um leque de possibilidades para a aplicação dessas aeronaves na agricultura, desde o monitoramento do crescimento das culturas até a detecção precoce de problemas como doenças e infestações de pragas.

Com o auxílio dos drones, os agricultores podem obter informações precisas sobre suas lavouras, possibilitando a adoção de práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis. A análise dos dados coletados pelos drones permite identificar áreas com deficiências nutricionais,

irregularidades de irrigação e presença de pragas, permitindo ações direcionadas para corrigir esses problemas de forma mais precisa e no momento adequado.

Além disso, os drones também contribuem para a redução do uso excessivo de defensivos agrícolas e fertilizantes, uma vez que as informações obtidas permitem aplicar esses insumos apenas onde são realmente necessários. Isso não apenas reduz os custos de produção, mas também minimiza os impactos ambientais negativos associados ao uso indiscriminado de produtos químicos. (OLIVEIRA, 2020).

Portanto, os drones têm se mostrado uma ferramenta promissora na agricultura de precisão, oferecendo uma série de benefícios aos produtores. À medida que a tecnologia avança e se torna mais acessível, espera-se que o uso de drones se torne ainda mais difundido, contribuindo para aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade do setor agrícola.

Segundo Neris (2011) os drones permitem a obtenção de imagens aéreas de alta qualidade, possibilitando a análise precisa do estado das plantas, a identificação de problemas e a tomada de decisões mais eficientes.

Uma das aplicações dos drones na agricultura é o mapeamento da vegetação. Por meio de sobrevoos sobre as áreas cultivadas, os drones capturam imagens que podem ser processadas e analisadas para fornecer informações sobre a saúde das plantas, o desenvolvimento vegetativo, a presença de pragas e doenças, além de identificar áreas com deficiência ou excesso de nutrientes. Além disso, os drones também podem auxiliar no monitoramento da irrigação. Por meio da captação de imagens térmicas ou do uso de sensores de umidade no solo, é possível identificar áreas que necessitam de irrigação e estabelecer um manejo mais eficiente da água, evitando o desperdício e garantindo um uso adequado dos recursos hídricos. (OLIVEIRA, 2020).

O uso de drones na agricultura de precisão também traz benefícios econômicos e ambientais. Com a obtenção de informações mais precisas sobre as lavouras, os produtores podem tomar decisões mais assertivas em relação ao manejo, evitando desperdícios de insumos agrícolas, reduzindo os custos de produção e aumentando a eficiência produtiva.

É importante ressaltar que o uso de drones na agricultura requer conhecimento técnico e capacitação por parte dos produtores. Além disso, é necessário observar as regulamentações e restrições aplicáveis ao voo de drones, garantindo a segurança e conformidade com as normas vigentes. (SANTOS; ESPERIDIÃO et al. 2019)

Em resumo, os drones têm se mostrado uma tecnologia promissora na agricultura de precisão, permitindo o monitoramento mais detalhado das lavouras, a detecção precoce de problemas e a tomada de decisões mais assertivas. Com o avanço contínuo das tecnologias,

espera-se que o uso de drones se torne cada vez mais comum e acessível, contribuindo para a otimização da produção agrícola e a sustentabilidade do setor. (WULDER et al., 2014).

## **DRONES E A PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE**

O agravamento das questões ambientais que afetam nosso planeta está se tornando cada vez mais evidente, principalmente devido ao uso indiscriminado dos recursos naturais e à produção desenfreada de bens de consumo. Essas atividades resultam na restrição dos espaços naturais, na promoção de queimadas para abrir novas áreas agrícolas, no desmatamento para obtenção de madeira e na conversão de florestas em pastagens para criação de gado, causando sérios danos ao meio ambiente e às comunidades que dependem dele.

Os drones desempenham um papel crucial no monitoramento e preservação. Eles auxiliam as brigadas de combate a incêndios, tanto na prevenção quanto na resposta a incêndios, além de serem usados na fiscalização do desmatamento, caça predatória, e pesca indiscriminada. Além disso, eles desempenham um papel fundamental no manejo e monitoramento da fauna, flora e plantas invasoras, contribuindo para a prevenção e minimização dos danos ambientais. (CARVALHO,2016)

Segundo Carvalho et al. 2016 as vantagens dos drones são notáveis, já que eles conseguem monitorar áreas inacessíveis para os seres humanos e oferecem uma visão abrangente dos habitats dos animais e das áreas de conservação. Isso os torna altamente eficazes na coleta e transmissão de informações. Comparativamente aos métodos tradicionais, os drones se destacam pela precisão, pois sua visão aérea reduz a probabilidade de perder de vista animais devido a terrenos acidentados ou obstáculos que podem bloquear a visão de patrulheiros em solo. Isso abre novas possibilidades para um monitoramento mais preciso dos ecossistemas da Terra.

Nos últimos anos, a tecnologia emergiu com força no campo da conservação ambiental, causando impactos significativos e de longo alcance. Os drones desempenharam um papel crucial na proteção de espécies ameaçadas de extinção, como orangotangos e rinocerontes, ao monitorar atividades ilegais como a exploração madeireira e o desmatamento. Além disso, eles têm contribuído para o monitoramento do degelo no Ártico. Essas inovações tecnológicas estão desempenhando um papel fundamental na preservação do meio ambiente e na sustentabilidade do nosso planeta. (CARVALHO,2016)

## 7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura de natureza descritiva, na qual foi realizado um levantamento de material bibliográfico por meio de bases de dados gratuitas disponíveis na internet. Foram selecionados apenas trabalhos que contribuíram significativamente para a abrangência do tema abordado.

Para a elaboração deste trabalho, foram utilizados artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações de mestrado. Esses materiais foram obtidos através de fontes como a Biblioteca Científica Eletrônica em Linha (SciELO), o Google Acadêmico, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As palavras-chave utilizadas para a pesquisa incluíram geoestatística, mapa de produtividade, mapa de fertilidade do solo, agricultura de precisão, sistema de informação geográfica (SIG), sistema de posicionamento global (GPS), variabilidade espacial e temporal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura de precisão revolucionou a maneira como abordamos a produção agrícola, alavancando avanços tecnológicos para otimizar o processo de cultivo e melhorar a eficiência geral do setor. Através da aplicação de tecnologias como sensores remotos, sistemas de informação geográfica (SIG) e sistemas de posicionamento global (GPS), a agricultura de precisão oferece uma gama de benefícios substanciais, juntamente com desafios inerentes que precisam ser abordados.

A utilização de sensores remotos permite a coleta de dados em tempo real sobre as condições do solo, clima e vegetação, proporcionando informações valiosas para os agricultores tomarem decisões informadas. A integração desses dados em sistemas de informação geográfica (SIG) possibilita uma análise espacial abrangente, permitindo a segmentação de áreas de cultivo e a aplicação precisa de insumos agrícolas. Além disso, os sistemas de posicionamento global (GPS) asseguram a precisão das operações agrícolas, como a direção de máquinas e a distribuição de fertilizantes e pesticidas.

A coleta e análise de dados na agricultura de precisão envolvem métodos de amostragem avançados, emprego de sensores sofisticados e dispositivos de monitoramento. Esses métodos garantem uma compreensão aprofundada das condições do solo, da qualidade da colheita e das necessidades específicas das plantas. No entanto, a interpretação precisa desses dados requer expertise técnica, e a implementação de tais tecnologias muitas vezes demanda investimentos significativos em termos de recursos financeiros e treinamento.

As aplicações da agricultura de precisão são vastas e impactantes. Em culturas específicas ou sistemas agrícolas, ela tem demonstrado aumentar a produtividade ao otimizar o uso de água, fertilizantes e defensivos agrícolas. Além disso, contribui para a redução de impactos ambientais, ao minimizar o desperdício de insumos e diminuir a poluição resultante da aplicação excessiva. Ao direcionar os recursos apenas onde são necessários, a agricultura de precisão oferece um caminho para uma produção mais sustentável e eficiente.

Em conclusão, a agricultura de precisão representa um marco significativo na evolução da produção agrícola. Através da integração de tecnologias como sensores remotos, SIG e GPS, os agricultores podem tomar decisões mais informadas, melhorar a eficiência e reduzir o impacto ambiental. Embora apresente desafios, como a interpretação de dados complexos e os investimentos necessários, o potencial transformador da agricultura de precisão é inegável. À medida que essa abordagem continua a se desenvolver, espera-se que ela desempenhe um papel fundamental na alimentação.

## REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L. A; AMARAL, J.A. **Concepção e construção de um sistema para o desenvolvimento e a calibração de sensores de fluxo de grãos**. In: BALASTREIRE, L.A. O estado da arte da Agricultura de Precisão no Brasil. Piracicaba: L.A Balastreire, 2000.
- BERNARDI; INAMASU, R. Y. **Adoção da Agricultura de Precisão no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014.
- BOTTEGA et al. **Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro**. v. 44, n. 1, p. 1–9, 1 mar. 2013.
- CALIXTO, F. **História dos drones, Curiosidades e suas Tecnologias - ITARC**. Disponível em: <<https://itarc.org/história-dos-drones/>>. Acesso em: 3 maio. 2023.
- CÂMARA, Gilberto et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação UNICAMP, 1996.
- CARNEIRO; **Diagnóstico e manejo da variabilidade espacial da fertilidade do solo no cerrado do Piauí**. *Revista de Ciências Agroambientais*, [S. l.], v. 14, n. 2, 2016. DOI: 10.5327/rcaa. v14i2.1469. Disponível em: <https://periodicos2.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1469>. Acesso em: 9 maio. 2023
- CAVALCANTE, S. et al. **Tecnologias e inovações no uso de drones na agricultura / Technologies and innovations in the use of...** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/358366784\\_Tecnologias\\_e\\_inovacoes\\_no\\_uso\\_de\\_drones\\_na\\_agricultura\\_Technologies\\_and\\_innovations\\_in\\_the\\_use\\_of\\_drones\\_in\\_agricultur\\_e](https://www.researchgate.net/publication/358366784_Tecnologias_e_inovacoes_no_uso_de_drones_na_agricultura_Technologies_and_innovations_in_the_use_of_drones_in_agricultur_e)>. Acesso em: 09 maio 2023.
- CAVICHOLI, F. A. **agricultura de precisão: uso de drones para mapeamento de áreas agrícolas**. *Revista Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 561–571, 2022. DOI: 10.31510/infra. v19i2.1441. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1441>. Acesso em: 9 maio. 2023
- COELHO, **Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas**. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489734/1/Doc46.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2023.
- COELHO, S. et al, F. A. **aplicação de drones na agroindústria de precisão**. *Revista Interface Tecnológica*, p. 487–499. Acesso em: 31 março. 2023
- FERRAZ, AGRO Canal. **A história e a importância da agricultura de precisão no Brasil - Canal Agro Estadão**. Canal Agro Estadão. Disponível em:

<<https://summitagro.estadao.com.br/colunistas/a-historia-e-a-importancia-da-agricultura-de-precisao-no-brasil/>>. Acesso em: 8 maio 2023.

FERREIRA, et al. **introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens**. *Ciência Rural*, v. 32, n. 1, p. 159–163, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/54b6LCQHrJsnwqdCTGKHtB/?lang=pt>>. Acesso em: 8 maio 2023.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila de metodologia da pesquisa científica.

FREITAS et al. **avaliação econômica da correção de solos pelo método tradicional e pela agricultura de precisão**. *Synergismus scyentifica UTFPR*, v. 9, n. 1, 2014.

FURQUIM, et al. **Principais características e diferenças entre sistemas sig desktop e sig web**. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <[https://www.esteio.com.br/downloads/pdf/SIG-Desktop\\_e\\_SIG-Web.pdf](https://www.esteio.com.br/downloads/pdf/SIG-Desktop_e_SIG-Web.pdf)>. Acesso em: 9 maio 2023.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. **Precision Agriculture and Food Security**. v. 327, n. 5967, p. 828–831, 12 fev. 2010.

GONÇALVES; CAVICHIOLI. **estudo das funcionalidades dos drones na agricultura**. v. 18, n. 1, p. 321–331, 3 nov. 2021.

INAMASU, R. **uso de veículos aéreos não tripulados (vant) em agricultura de precisão**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003485/1/CAP8.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2023.

JULIANA CARVALHO FONTES; VALMIR CÉSAR POZZETTI. O Uso dos Veículos não Tripulados no Monitoramento Ambiental na Amazônia. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 149–164, 2016.

LAMPARELLI, R. A. C. **Agricultura de precisão**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, Agricultura de precisão - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/avanco-tecnologico/agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 3 maio. 2023.

LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=LOKqt5V6yvMC&oi=fnd&pg=PT4&dq=LONGLEY>>. Acesso em: 3 maio. 2023.



MANZATTO, C.V.; BHERING, S.B.; SIMÕES, M. **Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos**. EMBRAPA Solos, 1999. Disponível na Internet. <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>> acesso em 01 maio 2023.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. **Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 6, p. 1149–1159, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/KcsykjSRZbPky3QyLJXJD9g/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 9 maio 2023.

MIRANDA et al. **agricultura de precisão: um mapeamento da base da scielo** - Precision Agriculture: A Scielo Base Mapping. Gestão.org, v. 15, n. 0, 2017.

NUNES, J. L. S. **Agricultura de Precisão In: Agricultura de Precisão**. Agrolink, 2016. Disponível <[https://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/agriculturadeprecisao\\_361504.html](https://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/agriculturadeprecisao_361504.html)>. Acesso em: 08 maio 2023.

OLIVEIRA, A. J; et al. **potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão** / drones potentiality use in precision agriculture. v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 1 jan. 2020.

SANTOS; ESPERIDIÃO; AMARANTE, S. **agricultura 4.0: revista pesquisa e ação**, v. 5, n. 4, p. 122–131, 2019.

WULDER et. Al. **Agricultura de Precisão**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114258/1/cap-1.pdf>>. acesso em 01 maio 2023.

## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Franciele Leal Simão

**CURSO:** Agronomia

**DATA DE ANÁLISE:** 31.07.2023

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **7,83%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [△](#)

Suspeitas confirmadas: **6,98%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [△](#)

Texto analisado: **94,55%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5  
segunda-feira, 31 de julho de 2023 19:53

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **FRANCIELE LEAL SIMÃO**, n. de matrícula **18823**, do curso de Agronomia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 7,83%. Devendo a aluna realizar as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: Herta Maria de A?ucena do Nascimento Soeiro  
Razão: Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
**Bibliotecária CRB 1114/11**  
Biblioteca Central Júlio Bordignon  
Centro Universitário Faema – UNIFAEMA