

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA  
CURSO DE AGRONOMIA**

FELIPE ROCHA ALMEIDA SANTOS

**IMPACTO DA AGRICULTURA DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE**

Rio Largo – AL  
2024

FELIPE ROCHA ALMEIDA SANTOS

**IMPACTO DA AGRICULTURA DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador(a): Profª. Dra. Adriana Guimarães Duarte.

Rio Largo - AL  
2024

**Catalogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S237i Santos, Felipe Rocha Almeida  
Impacto da agricultura digital na sustentabilidade. / Felipe Rocha  
Almeida Santos - 2024.  
94 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dra. Adriana Guimarães Duarte

Inclui bibliografia

1. Agricultura de precisão. 2. Sustentabilidade. 3. Tecnologias digitais.  
I. Título

CDU: 63

## Folha de Aprovação

**FELIPE ROCHA ALMEIDA SANTOS**

### **IMPACTO DA AGRICULTURA DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
à banca examinadora do curso de  
Agronomia da Universidade Federal de  
Alagoas, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Documento assinado digitalmente

 ADRIANA GUIMARAES DUARTE  
Data: 25/11/2024 22:38:48-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Orientador(a) - Prof. Dr<sup>a</sup>. Adriana Guimarães Duarte - CECA/UFAL

**Banca examinadora:**

 Documento assinado digitalmente  
LUAN DANilo FERREIRA DE ANDRADE MELO  
Data: 22/11/2024 21:58:30-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Examinador(a) Externo(a) - Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo -  
CECA/UFAL

 Documento assinado digitalmente  
TAMARA INGRyd BARBOSA DUARTE DE SOUZA  
Data: 22/11/2024 21:48:25-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Examinador(a) Interno(a) - Eng. Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal - Tâmara  
Ingryd Barbosa Duarte de Souza - CECA/UFAL

Dedico este trabalho a Deus, por mim dar  
força e sabedoria, e à minha família, pelo  
amor e apoio incondicional, minha base e  
inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a força, sabedoria e perseverança necessárias para concluir este trabalho. Sem sua orientação e bênçãos, nada disso seria possível.

Aos meus avós paternos Darci Batista e Iraci Rocha, por serem exemplos de dedicação, sabedoria e amor incondicional. Sua presença em minha vida é uma fonte constante de inspiração e motivação.

Aos meus pais Tatiana Almeida e Ricardo Rocha, por todo o apoio, carinho e ensinamentos ao longo de minha vida. Vocês sempre acreditaram em mim e me incentivaram a seguir meus sonhos, e por isso sou eternamente grato.

À minha noiva Andreza Camilo, pelo amor, compreensão e encorajamento em todos os momentos desta jornada. Sua paciência e apoio foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo.

Aos meus irmãos Ricardo Rocha e Mateus Rocha, por estarem sempre ao meu lado, compartilhando os desafios e as alegrias dessa caminhada. Vocês são meu apoio e minha fonte de força.

E, finalmente, à minha orientadora Adriana Guimarães, por sua orientação, paciência e incentivo ao longo deste trabalho. Sua dedicação e conhecimento foram fundamentais para a realização deste projeto. Sou profundamente grato por todo o apoio e pelas valiosas contribuições que enriqueceram esta pesquisa.

A todos vocês, meu mais sincero agradecimento.

SANTOS, F. R. A. **Impacto da agricultura digital na sustentabilidade.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - UFAL/CECA - Universidade Federal de Alagoas/ Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2024.

## RESUMO

A agricultura digital mostrou-se uma ferramenta essencial para promover a sustentabilidade no setor agrícola. Este estudo analisou como as tecnologias digitais impactam a sustentabilidade, permitindo um monitoramento mais preciso das culturas, melhor utilização dos recursos naturais e redução do desperdício. A análise de dados em tempo real possibilita decisões mais informadas, aumentando a eficiência e os rendimentos agrícolas. No entanto, a adoção destas tecnologias enfrenta desafios como o acesso limitado à tecnologia, a conectividade insuficiente nas zonas rurais e a necessidade de competências técnicas. Este estudo explora os desafios na aplicação da agricultura digital e propõe estratégias para superá-los, visando uma transição para práticas mais sustentáveis. O trabalho enfatiza o potencial da tecnologia digital para promover maior eficiência, reduzir o impacto ambiental e contribuir para a segurança alimentar, destacando a importância de sua integração no futuro agrícola. A pesquisa foi conduzida por meio da elaboração de questionários direcionados a profissionais da área e estudantes, para compreender suas percepções sobre os benefícios, desafios e potencial da agricultura digital para promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Os questionários abordaram tópicos sobre a adoção de tecnologias digitais na agricultura, os principais benefícios percebidos, os desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias e as estratégias para superá-los. Os dados coletados por meio de questionários serão analisados para identificar percepções sobre a agricultura digital, propondo recomendações para uma adoção eficaz e sustentável da agricultura digital. Este estudo visa aprofundar o entendimento dos benefícios e desafios da agricultura digital, oferecer informações úteis a profissionais, pesquisadores e formuladores de políticas.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão, tecnologias, adoção, desafios.

SANTOS, F. R. A. **Impact of digital agriculture on sustainability.** Final Course Work (Graduation in Agronomy) - UFAL/CECA - Federal University of Alagoas/ Center for Agricultural Sciences, Rio Largo, 2024.

## ABSTRACT

Digital agriculture has proven to be an essential tool for promoting sustainability in the agricultural sector. This study analyzed how digital technologies impact sustainability by enabling more accurate crop monitoring, better use of natural resources, and reducing waste. Real-time data analysis enables more informed decisions, increasing agricultural efficiency and yields. However, the adoption of these technologies faces challenges such as limited access to technology, insufficient connectivity in rural areas, and the need for technical skills. This study explores the challenges in the application of digital agriculture and proposes strategies to overcome them, aiming at a transition to more sustainable practices. The work emphasizes the potential of digital technology to promote greater efficiency, reduce environmental impact, and contribute to food security, highlighting the importance of its integration in the future of agriculture. The research was conducted through the development of questionnaires targeted at professionals in the field and students, to understand their perceptions on the benefits, challenges, and potential of digital agriculture to promote more sustainable agricultural practices. The surveys covered topics on the adoption of digital technologies in agriculture, the main benefits perceived, the challenges faced in implementing these technologies, and strategies to overcome them. The data collected through the surveys will be analyzed to identify perceptions about digital agriculture, proposing recommendations for effective and sustainable adoption of digital agriculture. This study aims to deepen the understanding of the benefits and challenges of digital agriculture, offering useful information to practitioners, researchers, and policy makers.

**Keywords:** Precision agriculture, technologies, adoption, challenges.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Exemplificação dos sensores (IoT) nas plantações .....</b>	15
<b>Figura 2 - Ilustração do funcionamento de drones e imagens de satélites.....</b>	17
<b>Figura 3 - Representação do sistema de gestão agrícola (FMS) .....</b>	19
<b>Figura 4 - Formulário direcionado aos técnicos agrícolas e agrônomos. ....</b>	32
<b>Figura 5 - Formulário direcionado aos estudantes do curso de agronomia.....</b>	33
<b>Figura 6 - Consentimento dos entrevistados .....</b>	35
<b>Figura 7 - Primeira questão - questionário 1 .....</b>	38
<b>Figura 8 - Segunda questão - questionário 1.....</b>	39
<b>Figura 9 - Terceira questão - questionário 1 .....</b>	40
<b>Figura 10 - Quarta questão - questionário 1.....</b>	41
<b>Figura 11 - Quinta questão - questionário 1 .....</b>	42
<b>Figura 12 - Sexta questão - questionário 1 .....</b>	43
<b>Figura 13 - Sétima questão - questionário 1 .....</b>	44
<b>Figura 14 - Oitava questão - questionário 1 .....</b>	45
<b>Figura 15 - Nona questão - questionário 1 .....</b>	46
<b>Figura 16 - Décima questão - questionário 1 .....</b>	47
<b>Figura 17 - Décima primeira questão - questionário 1.....</b>	48
<b>Figura 18 - Décima segunda questão - questionário 1.....</b>	49
<b>Figura 19 - Décima terceira questão - questionário 1.....</b>	50
<b>Figura 20 - Décima quarta questão - questionário 1.....</b>	51
<b>Figura 21 - Primeira questão - questionário 2.....</b>	52
<b>Figura 22 - Segunda questão - questionário 2.....</b>	54
<b>Figura 23 - Terceira questão - questionário 2 .....</b>	55
<b>Figura 24 - Quarta questão - questionário 2.....</b>	56
<b>Figura 25 - Quinta questão - questionário 2 .....</b>	57
<b>Figura 26 - Sexta questão - questionário 2 .....</b>	59
<b>Figura 27 - Sétima questão - questionário 2 .....</b>	60
<b>Figura 28 - Oitava questão - questionário 2 .....</b>	62
<b>Figura 29 - Nona questão - questionário 2 .....</b>	63
<b>Figura 30 - Décima questão - questionário 2 .....</b>	65
<b>Figura 31 - Décima primeira questão - questionário 2.....</b>	66
<b>Figura 32 - Décima primeira questão - questionário 2.....</b>	68

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

iot	Internet das Coisas
NDVI	Índices de Vegetação da Diferença Normalizada
FMS	Sistema de gestão agrícola
x	Multiplicação
%	Porcentagem
=	Igualdade

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	13
2.1 Tecnologias digitais na agricultura. ....	13
2.2 Espécies de tecnologia que serão apresentadas neste trabalho .....	13
2.2.1 Sensores (IoT) .....	13
2.2.1.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura. ....	14
2.2.2 Drones e imagens de satélite.....	15
2.2.2.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura. ....	15
2.2.3 Sistema de gestão agrícola (FMS).....	17
2.2.3.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura. ....	17
2.3 Aceitação das tecnologias no meio rural.....	19
2.3.1 Sensores (IoT) .....	20
2.3.2 Drones e imagens de satélites.....	21
2.3.3 Sistema de gestão agrícola (FMS).....	22
2.4 Desafios no setor agroeconômico brasileiro .....	23
2.5 A agricultura antes de existir essas tecnologias.....	24
2.6 As primeiras tecnologias implantadas no meio rural.....	26
2.7 Adesão entre os agricultores e profissionais da área.....	28
<b>3. ESTUDO DE CASO.....</b>	30
<b>4. PERÍODO DE REALIZAÇÃO .....</b>	30
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	30
5.1 Meio utilizado para coletar os dados.....	30
5.2 Questionários.....	31
5.2.1 Formulário 1.....	31
5.2.2 Formulário 2.....	31
5.3 Entrevistados .....	33
5.4 Análise de dados.....	34
5.5 Participação e consentimento .....	34
<b>6. RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	35
6.1 Primeiro formulário (Direcionado a técnicos e agrônomos). ....	37
6.1.1 A tecnologia digital que está sendo mais utilizada no mercado agrícola para promover a sustentabilidade .....	37
6.1.2 Como percebem o avanço da agricultura por meio da tecnologia digital.	38
6.1.3 Principais benefícios ao adotar a agricultura de precisão na busca em promover a sustentabilidade e minimizar o impacto ambiental nas atividades agrícolas. ....	39
6.1.4 Principal fonte de informação sobre novas tecnologias agrícolas....	40
6.1.5 A agricultura digital contribuindo com a sustentabilidade alimentar global .....	41
6.1.6 O futuro da agricultura digital em relação à sustentabilidade .....	42
6.1.7 Os desafios mais significativos na implementação e uso da agricultura digital para promover a sustentabilidade.....	43
6.1.8 O maior impacto da agricultura digital na sustentabilidade .....	44
6.1.9 A aceitação das tecnologias sustentáveis entre os seus colegas de profissão .....	45
6.1.10 Os principais incentivos que aumentam a adoção de tecnologias sustentáveis no meio rural.....	46

6.1.11 Uso de tecnologias no meio rural é essencial para alcançar a sustentabilidade ambiental.....	47
6.1.12 Participação de programas ou projetos que promovem o uso de tecnologias sustentáveis na agricultura.....	48
6.1.13 Importância de realizar uma pesquisa sobre o tema "Impacto da Agricultura Digital na Sustentabilidade" .....	49
6.1.14 Importância do impacto da agricultura digital na sustentabilidade para o aumento e aprimoramento de novas tecnologias no setor agrícola. ....	50
6.2 Segundo Formulário (Direcionado a estudantes do curso de Agronomia)....	51
6.2.1 O principal papel das tecnologias digitais na agricultura. ....	51
6.2.2 A tecnologia digital na mitigação de impactos ambientais na agricultura. 52	
6.2.3 Os desafios enfrentados pelos estudantes de agronomia na aprendizagem e adoção da tecnologia digital na agricultura. ....	54
6.2.4 A tecnologia digital em contribuição positiva no meio rural para a modernização da agricultura. ....	55
6.2.5 A integração da Gestão Agrícola (plataformas digitais para planejamento e gerenciamento agrícola) com o Big Data/Análise de Dados, Drones/ Imagens de Satélite e Sensores IoT pode promover a sustentabilidade e aumentar a eficiência nas operações no meio rural. ....	56
6.2.6 Interesse dos estudantes em seguir uma carreira que envolva a aplicação e o desenvolvimento de tecnologias digitais no campo agrícola.....	57
6.2.7 Desafios que os alunos acreditam que as tecnologias digitais enfrentam na adoção por agricultores tradicionais.....	59
6.2.8 Porque a ausência de acesso à educação e capacitação pode representar um obstáculo para a adoção de tecnologias digitais na agricultura .....	60
6.2.9 Benefícios econômicos e ambientais na utilização de drones e imagens de na agricultura .....	62
6.2.10 Como as universidades podem melhorar na preparação dos estudantes de agronomia para que possam aprender a utilizar as tecnologias digitais emergentes no setor agrícola.....	63
6.2.11 Exploração de softwares de gestão agrícola e como eles podem facilitar o manejo das propriedades rurais. ....	65
6.2.12 Tecnologias digitais como oportunidade de modernização para a agricultura brasileira.....	66
<b>7. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>68</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>9. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>10. ANEXO – MEMÓRIA DE CÁLCULO.....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura nos tempos passados sobrevivia e prosperava sem a tecnologia moderna, por meio de uma combinação de conhecimentos tradicionais, práticas adaptadas ao ambiente local e sistemas de manejo. Os agricultores possuíam um profundo conhecimento sobre o clima, solo, plantas e animais, transmitindo técnicas eficazes de cultivo e manejo de geração em geração (Max\_zero, 2023). A diversidade agrícola, por exemplo, era uma prática comum e vantajosa que ajudava a garantir que, se uma cultura falhasse, outras poderiam compensar, reduzindo o risco de fome e assegurando a subsistência.

A rotação de culturas, um método amplamente adotado, permite alternar diferentes tipos de plantas no mesmo solo, preservando a fertilidade e ajudando no controle de pragas e doenças (Bayer, 2022). Fertilizantes naturais, como estrume de animais e compostagem, eram usados para enriquecer o solo de forma orgânica e sustentável. Sistemas rudimentares de irrigação, incluindo canais, poços e cisternas, desempenhavam um papel crucial em garantir água às plantações durante períodos de seca, e a construção de terraços em regiões montanhosas ajudava a prevenir a erosão e manter a umidade do solo (Souza, 2023). Ademais, a prática da seleção de sementes permitia a escolha das plantas mais fortes e produtivas para as safras seguintes, aprimorando gradualmente a qualidade das colheitas. Todas essas práticas, adaptadas às condições locais e fundamentadas em conhecimento empírico, asseguram a viabilidade da agricultura ao longo dos séculos.

Contudo, com o passar do tempo, surgiram novas necessidades e desafios significativos que impactaram a agricultura, tais como mudanças climáticas, a escassez de recursos naturais e a crescente demanda por uma produção de alimentos mais eficiente e sustentável (Pacheco, 2024). Nesse cenário, a agricultura digital emerge como uma solução promissora para enfrentar essas adversidades. Tecnologias como sensores, drones, imagens de satélite e sistemas de gestão agrícola têm potencial para transformar as práticas tradicionais, melhorando a eficiência, monitorando o uso de recursos e contribuindo para uma produção mais sustentável (Ribeiro, 2021).

Este trabalho tem como objetivo explorar de maneira aprofundada o impacto da agricultura digital na sustentabilidade, com base em uma pesquisa empírica conduzida por meio de questionários aplicados a estudantes e profissionais da área de agronomia. O estudo busca identificar como essas tecnologias estão sendo

implementadas, quais desafios são enfrentados em sua adoção e qual é a percepção dos envolvidos sobre a eficácia dessas ferramentas na promoção de práticas agrícolas sustentáveis. Além disso, o trabalho pretende destacar as contribuições das tecnologias digitais para o alcance de uma agricultura mais adaptada às realidades contemporâneas, avaliando como elas influenciam diretamente a sustentabilidade ambiental e econômica.

Assim, espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a literatura existente, proporcionando uma base sólida para futuras investigações e para a formulação de políticas públicas que incentivem a inovação no setor agrícola. A relevância deste estudo se dá tanto no contexto acadêmico, ao ampliar o conhecimento sobre o uso de tecnologias digitais, quanto no contexto social e econômico, ao oferecer insights que podem apoiar práticas mais sustentáveis e produtivas na agricultura. Assim, este trabalho não apenas lança luz sobre as transformações trazidas pela digitalização, mas também reforça a importância da adoção de práticas inovadoras para garantir um futuro mais sustentável.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Tecnologias digitais na agricultura**

A incorporação de tecnologias digitais no meio rural é fundamental para modernizar a agricultura e aumentar a eficiência das operações agrícolas. Essas ferramentas que estão detalhadas no quadro abaixo, oferecem inúmeros benefícios que vão desde a automação de processos até a análise precisa de dados.

Essas tecnologias não apenas aumentam a produtividade e a sustentabilidade das atividades agrícolas, mas também ajudam a enfrentar os desafios globais, como a crescente demanda por alimentos e as mudanças climáticas. Assim, a adoção de tecnologias digitais no meio rural é essencial para garantir um futuro agrícola mais inovador, resiliente e sustentável (EMBRAPA, 2024).

### **2.2 Tipos de tecnologia que serão apresentadas neste trabalho:**

#### **2.2.1 Sensores (IoT)**

### 2.2.1.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura

Os sensores IoT são dispositivos pequenos e fixos que captam e transmitem dados em tempo real sobre diferentes condições ambientais e operacionais. Esses sensores podem medir variáveis como a umidade do solo, uma vez que posicionados no solo ajudam na gestão da irrigação ao indicar o nível de umidade. Além disso, podem medir a temperatura e umidade do ar, monitorando assim as condições climáticas. Sem falar que capturam também a luminosidade, pois sensores que medem a quantidade de luz solar que as plantas estão recebendo podem ajudar a ajustar a cobertura de sombra ou o uso de fertilizantes e, por fim, absorvem também os níveis de nutrientes no solo, uma vez que detectam a presença e concentração de nutrientes importantes, auxiliando na aplicação precisa de fertilizantes.

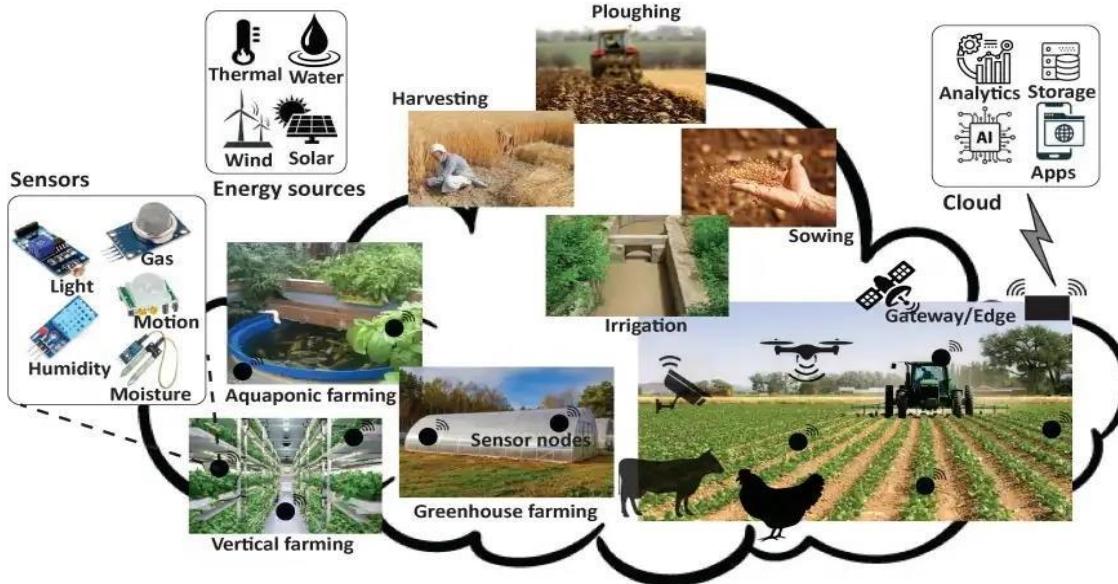
A aplicação da IoT na agricultura oferece uma série de benefícios, como a gestão eficiente dos recursos hídricos e a otimização do uso de fertilizantes, promovendo assim uma agricultura mais sustentável e produtiva. Os autores destacam que o uso de sensores IoT permite um monitoramento detalhado e contínuo das condições agrícolas, o que pode levar a decisões mais informadas e precisas para o manejo das culturas. (Rodrigues *et al.*, 2023).

Os sensores IoT têm a capacidade de transformar a agricultura, permitindo um monitoramento em tempo real das condições das culturas e do solo. Isso não apenas melhora a eficiência do uso de recursos, mas também contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis e precisas (Anderson, 2023).

Diante disso, é crucial saber que esses sensores não se movem e são geralmente colocados em locais estratégicos dentro do campo ou área de cultivo. Eles transmitem dados via redes sem fio para uma plataforma central (como um computador ou um servidor na nuvem), onde os dados são analisados para ajudar na tomada de decisões (Silva, 2009).

A ideia fundamental é de que o agricultor possa identificar as regiões de altas e de baixas produtividades dos talhões e possa administrar essas diferenças com os mesmos critérios agronômicos já dominados (MOLIN, 2004).

Figura 1: Exemplificação dos sensores (IoT) nas plantações



Fonte: José Neto (2023)

## 2.2.2 Drones e imagens de satélite

### 2.2.2.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura

Drones e imagens de satélite são tecnologias avançadas que desempenham papéis complementares na agricultura moderna, facilitando a agricultura de precisão e melhorando a gestão de recursos. Segundo o pesquisador Javier Gago (2019) a integração de drones e imagens de satélites oferece uma visão completa e detalhada das culturas agrícolas. Com essa visão, é possível monitorar e analisar as condições das plantações de forma mais precisa e eficiente. Isso ajuda os agricultores a adotar práticas mais precisas e sustentáveis, melhorando a gestão dos recursos e a eficácia das operações agrícolas.

O uso combinado de drones e imagens de satélites proporciona uma visão abrangente das culturas agrícolas, permitindo monitoramento detalhado e análise eficiente que favorecem práticas agrícolas mais precisas e sustentáveis. (Gago *et al.*, 2019).

Ambas as tecnologias são utilizadas para capturar dados críticos sobre o estado das culturas, condições do solo, e outros fatores ambientais que influenciam

diretamente a produtividade agrícola. Embora cada uma tenha suas particularidades, quando usadas juntas, oferecem uma visão mais abrangente e detalhada das operações agrícolas.

No monitoramento de culturas e solo os drones equipados com câmeras de alta resolução e sensores multiespectrais podem voar sobre os campos para capturar imagens detalhadas e em tempo real das culturas. Eles são capazes de identificar problemas específicos, como estresse hídrico, deficiências nutricionais, infestações de pragas e doenças com alta precisão. Isso permite que os agricultores ajam rapidamente para mitigar esses problemas. Já as imagens de satélite, por outro lado, fornecem uma visão mais ampla do campo e são ideais para monitoramento regular e contínuo de grandes áreas. Satélites equipados com sensores especializados podem medir índices de vegetação, como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que ajudam a avaliar a saúde geral das culturas ao longo do tempo.

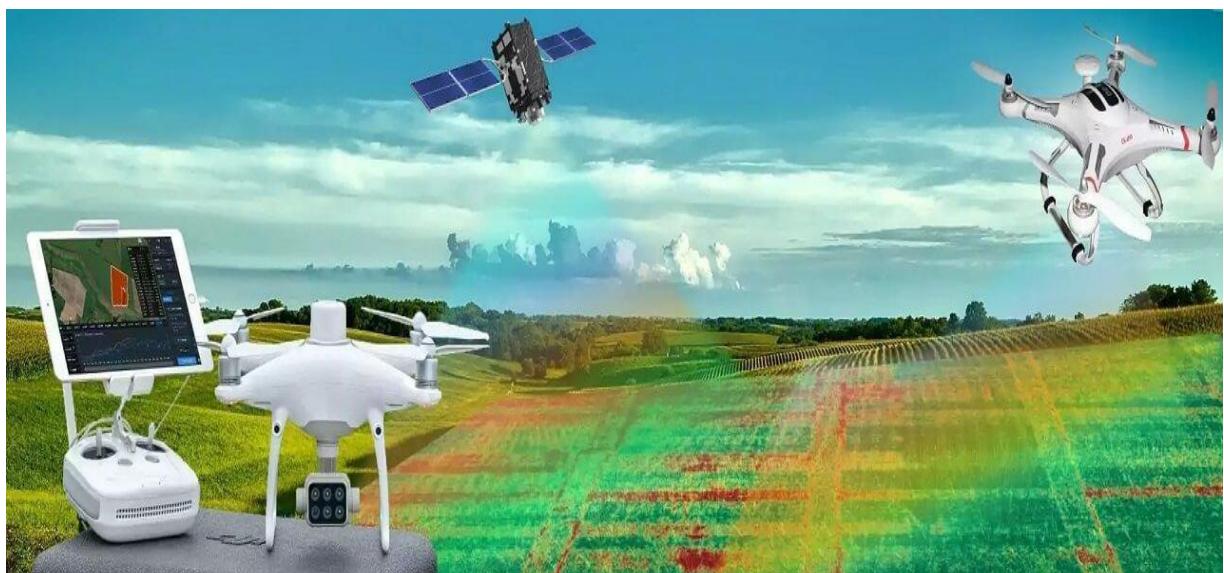
Já na gestão de recursos hídricos e nutricionais, com dados de drones, é possível obter uma análise detalhada da umidade do solo e da distribuição de nutrientes em áreas específicas do campo. Isso facilita a aplicação precisa de água e fertilizantes, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência do uso de recursos e os satélites complementam esses dados ao monitorar padrões de precipitação, umidade do solo em larga escala, e evapotranspiração, fornecendo informações valiosas para a gestão da irrigação em áreas maiores.

Além disso, na previsão e resposta a desastres naturais as imagens de satélite são extremamente úteis para prever eventos climáticos extremos, como secas, inundações e tempestades, permitindo que os agricultores tomem medidas preventivas para proteger suas colheitas. Os drones por sua vez podem ser rapidamente mobilizados após um evento climático para avaliar danos e ajudar a planejar a recuperação, capturando imagens detalhadas das áreas afetadas.

Por fim, a pulverização e aplicação precisa de insumos, em alguns casos os drones são equipados com sistemas de pulverização que permitem a aplicação precisa de pesticidas, herbicidas e fertilizantes. Eles podem atingir áreas específicas que precisam de tratamento, minimizando o uso de produtos químicos e reduzindo o impacto ambiental e as imagens de satélite ajudam a identificar áreas problemáticas em larga escala, que podem então ser alvo de operações de drone para tratamento localizado.

Assim, a combinação de dados de drones e satélites permite um planejamento agrícola mais estratégico, as imagens de alta resolução de drones ajudam a mapear o campo com precisão e identificar zonas específicas de manejo, enquanto dados de satélite fornecem contexto sobre condições regionais e tendências ao longo do tempo. Essa sinergia permite aos agricultores otimizarem a rotação de culturas, o uso do solo e outros aspectos de suas operações, baseando suas decisões em dados robustos e abrangentes (GAGO *et al.*, 2019).

Figura 2: Ilustração do funcionamento de drones e imagens de satélites



Fonte: EOSDA (2024)

### **2.2.3 Sistema de gestão agrícola (FMS)**

#### **2.2.3.1 Descrição e aplicabilidade na agricultura**

Um sistema de gestão agrícola é uma plataforma tecnológica avançada projetada para transformar a maneira como os agricultores gerenciam suas propriedades e operações. Esses sistemas integram e processam dados provenientes de diversas fontes, como sensores instalados no solo, drones que capturam imagens aéreas e informações meteorológicas obtidas por satélites. Mediante os pensamentos de Miller e Smith, a coleta de dados abrangentes permite monitorar com precisão condições climáticas, umidade do solo, crescimento das culturas e a presença de pragas e doenças.

Sistemas de gestão agrícola integrados ajudam a otimizar o uso dos recursos, melhorar a produtividade e promover práticas sustentáveis ao fornecer dados e análises detalhadas para a tomada de decisões informadas. (Miller; Smith, 2020).

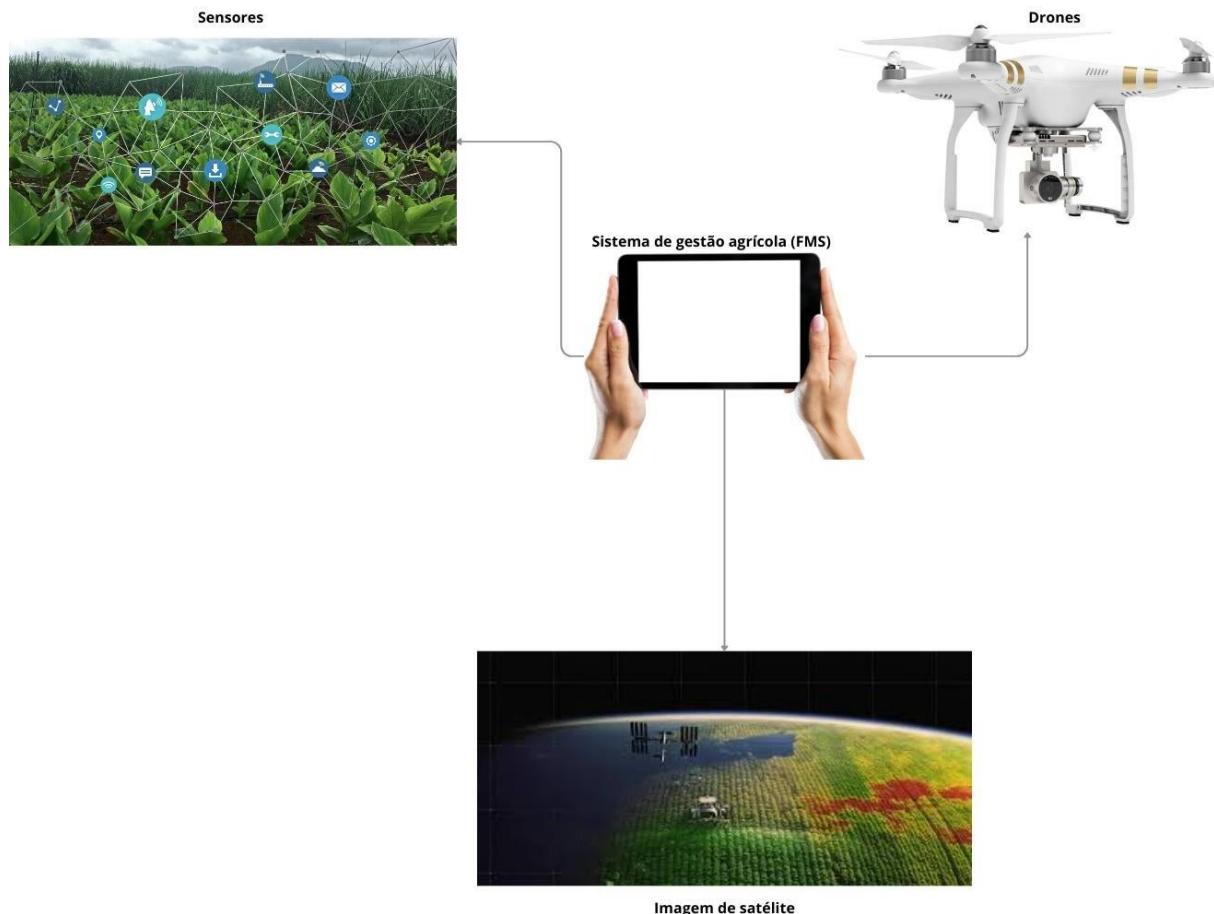
Uma das principais funcionalidades desses sistemas é a análise e interpretação dos dados coletados. Com base nessas análises, o software fornece percepções valiosas que ajudam os agricultores a tomarem decisões informadas, como o momento ideal para irrigação, a quantidade exata de fertilizantes a ser aplicada e as melhores práticas para o manejo das culturas. Isso não só aumenta a eficiência na utilização dos recursos, mas também reduz os custos operacionais ao minimizar o desperdício de insumos (Darzi, 2024).

Os sistemas de gestão agrícola também oferecem capacidades de automação. Por exemplo, podem ser integrados a sistemas de irrigação automatizada e equipamentos de aplicação de defensivos agrícolas, permitindo um controle mais preciso e reduzindo a necessidade de trabalho manual. Esta automação não só melhora a precisão das operações, mas também libera os agricultores para se concentrarem em outras tarefas importantes (Sousa; Lopes; Inamasu, 2014).

Além disso, esses sistemas geram relatórios detalhados sobre o desempenho das lavouras, o uso de recursos e o impacto ambiental. Esses relatórios são fundamentais para garantir a conformidade com regulamentações agrícolas e ambientais, e ajudam na análise do impacto das práticas adotadas. A documentação precisa e a análise detalhada fornecem uma visão abrangente do desempenho da propriedade, permitindo ajustes e melhorias contínuas (Zylberstajn, 2013).

Com a crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis e eficientes, os sistemas de gestão agrícola desempenham um papel crucial na modernização da agricultura. Eles não apenas ajudam a maximizar a produtividade e a rentabilidade, mas também contribuem para a sustentabilidade ao promover o uso eficiente dos recursos e a minimização dos impactos ambientais. Em resumo, essas plataformas oferecem uma solução integrada e eficiente para enfrentar os desafios da agricultura moderna, apoiando a produção de alimentos de forma mais inteligente e sustentável (Miller; Smith, 2020).

Figura 3: Representação do sistema de gestão agrícola (FMS)



Fonte: (Canva, Rocha, 2024)

### 2.3 Aceitação das tecnologias no meio rural

A aceitação de tecnologias avançadas, como sensores de IoT, drones, imagens de satélite e sistemas de gestão agrícola, tem crescido no meio rural, impulsionando a transformação digital na agricultura. Sensores de IoT permitem o monitoramento em tempo real de fatores como umidade do solo, temperatura e nível de nutrientes, fornecendo dados precisos para decisões mais assertivas. Drones são amplamente aceitos por sua capacidade de capturar imagens aéreas detalhadas e monitorar grandes áreas de cultivo de maneira eficiente. Imagens de satélite complementam essa análise ao oferecer uma visão ampla e contínua das plantações, ajudando na detecção precoce de pragas, doenças e deficiências nutricionais (SOTT, 2021).

O sistema de gestão agrícola atua como um integrador dessas tecnologias, reunindo dados de diversas fontes em uma única plataforma, facilitando a análise e a tomada de decisões estratégicas. A aceitação dessas inovações entre agricultores e

profissionais da agricultura é, em geral, positiva, embora varie conforme o grau de familiaridade com a tecnologia e o retorno sobre o investimento percebido. Agricultores que adotam essas tecnologias reportam uma melhor gestão dos recursos, aumento da produtividade e uma abordagem mais sustentável na condução das atividades agrícolas. No entanto, o custo inicial e a necessidade de treinamento ainda são desafios que afetam a adoção em massa, especialmente entre pequenos agricultores. Em resumo, a integração de sensores de IoT, drones, imagens de satélite e sistemas de gestão agrícola representa uma convergência de tecnologias que tem potencial para revolucionar a agricultura, sendo cada vez mais aceita e adotada conforme os benefícios se tornam evidentes para os profissionais do setor. (Alves *et al.*, 2021).

### **2.3.1 Sensores (IoT)**

A aceitação de sensores IoT (Internet das Coisas) nas plantações rurais no Brasil tem mostrado um aumento significativo devido aos benefícios associados a essas tecnologias. Sensores IoT permitem um monitoramento em tempo real das condições das culturas e do solo, oferecendo dados valiosos que podem melhorar a gestão da irrigação, otimizar o uso de fertilizantes e reduzir desperdícios. Essa tecnologia proporciona uma visão mais detalhada e precisa das necessidades das plantações, facilitando a tomada de decisões informadas e contribuindo para a sustentabilidade e a eficiência das práticas agrícolas (Ribeiro; Zeferino, 2023).

No entanto, a adoção desses sensores enfrenta desafios. A infraestrutura de conectividade em áreas rurais ainda é limitada, o que pode dificultar a transmissão de dados. Além disso, o custo dos sensores e a necessidade de habilidades técnicas para operar e interpretar os dados representam barreiras para muitos agricultores. Apesar desses obstáculos, a tendência é positiva, com um número crescente de produtores reconhecendo o valor dos sensores IoT para aumentar a produtividade e promover práticas agrícolas mais sustentáveis (Stroparo, 2024).

A aceitação gradual desses sistemas reflete um esforço crescente para modernizar a agricultura no Brasil, integrando tecnologias que podem transformar a forma como as plantações são geridas e impulsionar o setor agrícola para um futuro mais eficiente e sustentável. (Alves *et al.*, 2021).

A aceitação de sensores IoT em plantações rurais no Brasil tem crescido, pois esses dispositivos oferecem uma forma eficaz de monitorar e gerenciar recursos agrícolas, embora ainda haja desafios relacionados ao custo e à infraestrutura de conectividade (Alves *et al.*, 2021).

### **2.3.2 Drones e imagens de satélites**

A aceitação de drones e imagens de satélite na agricultura tem sido amplamente positiva, especialmente entre agricultores que buscam otimizar o uso de recursos e melhorar a eficiência operacional. Drones têm ganhado popularidade devido à sua capacidade de capturar imagens aéreas de alta resolução, que permitem o monitoramento detalhado das plantações, identificação de pragas, doenças e áreas com deficiência de nutrientes. Além disso, os drones possibilitam a aplicação precisa de insumos como pesticidas e fertilizantes, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência do uso de produtos químicos (Paiva, 2023).

A resposta dos agricultores em relação ao uso de drones é geralmente positiva, especialmente entre aqueles que já possuem alguma familiaridade com tecnologia ou estão buscando métodos inovadores para aumentar a produtividade e sustentabilidade. Muitos veem os drones como uma ferramenta essencial para a agricultura de precisão, permitindo um controle mais rigoroso e uma resposta mais rápida a problemas emergentes nas plantações. No entanto, há também algumas barreiras à aceitação total, como o custo inicial dos equipamentos e a necessidade de treinamento especializado para operar os drones de forma eficaz (Oliveira, 2023).

Por outro lado, as imagens de satélite são amplamente aceitas devido à sua capacidade de fornecer uma visão ampla e contínua das áreas cultivadas ao longo do tempo. Essa tecnologia permite monitorar a saúde das plantas, a umidade do solo e o crescimento das culturas em grandes extensões de terra, algo que seria difícil de realizar com inspeções em solo ou até mesmo com drones em áreas muito vastas. As imagens de satélite são particularmente úteis para a detecção precoce de padrões que indicam problemas, como estresse hídrico ou infestação por pragas, permitindo que os agricultores ajam antes que os problemas se agravem (Coutinho, 2023).

A aceitação das imagens de satélite é facilitada pelo fato de que muitos agricultores já estão familiarizados com o uso de dados meteorológicos e outras informações baseadas em satélites. No entanto, o desafio principal para a adoção

completa desta tecnologia é a resolução das imagens, que pode não ser suficiente para detectar problemas em nível muito granular, como a detecção específica de ervas daninhas em pequenos espaços. Além disso, a dependência de satélites também implica em limitações temporais, uma vez que a disponibilidade de imagens pode ser afetada por condições meteorológicas, como nuvens densas. (SILVA *et al.*, 2022).

Em resumo, tanto os drones quanto as imagens de satélite são ferramentas valiosas para a agricultura moderna, cada uma com suas vantagens e limitações específicas. A aceitação dessas tecnologias pelos agricultores tende a crescer à medida que os custos diminuem e a familiaridade com a tecnologia aumenta, promovendo uma abordagem mais precisa e eficiente para a gestão agrícola.

### **2.3.3 Sistema de gestão agrícola (FMS)**

O sistema de gestão agrícola é uma plataforma centralizada que integra dados coletados de várias tecnologias, como drones, sensores de IoT, e imagens de satélite, para oferecer uma visão holística e em tempo real das operações agrícolas. Esses sistemas funcionam como um hub de informações, onde todos os dados coletados por diferentes dispositivos e tecnologias convergem e são processados (Inácio *et al.*, 2023).

Os drones, por exemplo, capturam imagens aéreas e dados específicos sobre a saúde das plantas, densidade de vegetação, e padrões de irrigação. Sensores de IoT, instalados no campo, monitoram constantemente fatores ambientais, como umidade do solo, temperatura, e níveis de nutrientes. Esses dados são então enviados automaticamente para o sistema de gestão agrícola, onde são analisados e organizados de forma a gerar relatórios detalhados e visualizações intuitivas, como mapas de calor e gráficos de tendência (Furtado, 2023).

O principal objetivo do sistema de gestão agrícola é facilitar a tomada de decisões baseadas em dados. Ao consolidar informações de diversas fontes, o sistema permite que os agricultores identifiquem rapidamente problemas potenciais, otimizem o uso de recursos, como água e fertilizantes, e planejem intervenções precisas, como a aplicação de defensivos agrícolas ou ajustes nas práticas de irrigação. Ele também pode incluir funcionalidades para o planejamento de safras, gestão de estoques, e análise financeira, ajudando a melhorar a eficiência operacional e a lucratividade (Assis, 2024).

Profissionais da área consideram esses sistemas uma ferramenta indispensável para a agricultura de precisão e a gestão sustentável das operações agrícolas. A integração de diferentes tecnologias em uma plataforma coesa é vista como uma forma de transformar dados brutos em insights práticos, melhorando a capacidade de resposta a condições variáveis e desafios do campo. No entanto, também reconhecem alguns desafios, como o custo inicial de implementação e a curva de aprendizado associada ao uso de novas tecnologias. Ainda assim, a tendência é que a aceitação e o uso desses sistemas cresçam à medida que os benefícios econômicos e operacionais se tornem mais evidentes. (FERREIRA *et al.*, 2023).

## **2.4 Desafios no setor agroeconômico brasileiro**

As tecnologias avançadas, como sensores de IoT, drones, imagens de satélite e sistemas de gestão agrícola, têm o potencial de transformar o setor agroeconômico brasileiro, mas enfrentam diversos desafios para sua adoção ampla e eficaz. Um dos principais obstáculos é o alto custo inicial dessas tecnologias, que inclui não apenas a aquisição de equipamentos, mas também os custos de manutenção, atualização e treinamento de pessoal. Para pequenos e médios agricultores, esse investimento pode ser proibitivo, especialmente quando o retorno sobre o investimento não é imediatamente evidente (Mabetana *et al.*, 2024).

A infraestrutura de conectividade é outro desafio significativo. Muitas áreas rurais no Brasil carecem de internet de alta velocidade e redes móveis confiáveis, o que limita o uso de tecnologias que dependem de comunicação constante, como sensores de IoT e sistemas de gestão agrícola em tempo real. Além disso, a falta de capacitação técnica entre os agricultores e trabalhadores rurais pode dificultar a implementação eficaz dessas tecnologias. Sem o conhecimento adequado, é difícil a utilização plena dos benefícios oferecidos pelas novas ferramentas digitais.

O setor agroeconômico brasileiro enfrenta diversos desafios, incluindo a necessidade de modernização tecnológica, a infraestrutura deficiente e as barreiras econômicas que limitam o acesso a novas tecnologias e práticas sustentáveis." (Silva; Santos, 2022).

A integração de dados provenientes de diferentes tecnologias também apresenta um desafio. Os sensores de IoT, drones e imagens de satélite geram grandes volumes de dados em formatos variados, e consolidar essas informações em um sistema único que permita a tomada de decisões informadas pode ser complexo. Essa complexidade técnica exige softwares avançados e pessoal qualificado, o que pode não estar disponível em todas as regiões (Andrade, 2024).

Manter esses equipamentos em funcionamento também pode ser difícil devido à falta de suporte técnico especializado em áreas remotas. Problemas de manutenção ou falhas nos equipamentos podem resultar em perda de dados valiosos ou na subutilização das tecnologias. Além disso, o uso de drones é regulamentado e pode variar de acordo com a região, adicionando outra camada de complexidade para os agricultores que desejam adotar essas tecnologias. Há também barreiras culturais a serem superadas. Muitos agricultores confiam em métodos tradicionais que têm sido utilizados por décadas e podem mostrar resistência à mudança ou desconfiança em relação às novas tecnologias. Esse ceticismo pode retardar a adoção de práticas digitais, mesmo quando os benefícios potenciais são claros. (Farmonaut, 2024).

Por fim, questões de sustentabilidade e impacto ambiental são importantes, especialmente em relação à produção e descarte de componentes eletrônicos, como baterias de drones e sensores. Além disso, a privacidade e a segurança dos dados coletados são preocupações crescentes, pois os agricultores podem temer o uso inadequado ou o acesso não autorizado a suas informações (TOTVS, 2024).

Para que essas tecnologias sejam amplamente adotadas no setor agroeconômico brasileiro, será necessário investir em infraestrutura, capacitação, suporte técnico e regulamentações adequadas. Superar esses desafios permitirá que os agricultores aproveitem os benefícios das inovações tecnológicas, aumentando a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade das operações agrícolas (Silva; Santos, 2022).

## 2.5 A agricultura antes de existir essas tecnologias

A agricultura tradicional, antes do advento das tecnologias avançadas, era caracterizada por métodos que dependiam fortemente de trabalho manual e ferramentas simples, resultando em uma produtividade limitada e uma gestão menos eficiente dos recursos. (Lemaire et al., 2014).

Mediante essa perspectiva, desse pesquisador proeminente no campo da sustentabilidade agrícola, pode ser compreendido que, antes das tecnologias modernas, a agricultura dependia fortemente do trabalho humano e animal, utilizando ferramentas manuais simples como enxadas e arados puxados por bois. A agricultura era essencialmente uma atividade de subsistência, com a produção voltada principalmente para o consumo das próprias famílias dos agricultores. Qualquer excedente era vendido ou trocado em mercados locais. O armazenamento dos produtos agrícolas era feito em celeiros simples, e o transporte das colheitas era realizado em carroças puxadas por animais, limitando a distância que os produtos podiam percorrer (BUAINAIN, 2013).

Nesse sentido, o plantio e a colheita eram realizados manualmente, sem o auxílio de máquinas sofisticadas. O controle de pragas e doenças era rudimentar, muitas vezes baseado em métodos naturais e pouco eficazes, levando a perdas frequentes de colheitas. As técnicas de irrigação eram igualmente primitivas, baseando-se em sistemas de canais cavados manualmente, enquanto muitas regiões dependiam exclusivamente das chuvas para a irrigação (EIDT, 2019).

A fertilidade do solo era mantida por meio da rotação de culturas e do uso de esterco animal, pois fertilizantes químicos não estavam disponíveis. Muitas das vezes utilizavam a técnica pousio (deixar o solo descansar) e achavam isso algo comum e eficaz (Gavioli, 2011).

Porém, essas práticas começaram a mudar com a Revolução Agrícola no século XVIII e a Revolução Industrial, que introduziram inovações como a rotação de culturas em maior escala, novos métodos de irrigação e drenagem, e o uso de maquinário agrícola, transformando a agricultura em uma indústria altamente mecanizada e eficiente (Mazoyer & Roudart, 2006).

Assim, cada autor destaca diferentes aspectos da agricultura antes das tecnologias modernas, proporcionando uma visão multifacetada desse período. Hodge sublinha o caráter de subsistência e a dependência de trabalho manual, Mazoyer e Roudart enfatizam a importância das práticas tradicionais para a manutenção do solo e a irrigação, enquanto Grigg destaca as limitações de produtividade e as mudanças trazidas pelas inovações agrícolas e industriais subsequentes. (Lemaire *et al.*, 2014)

Em resumo, a agricultura antes das tecnologias modernas era um processo profundamente enraizado em práticas tradicionais e no trabalho manual. A dependência

de ferramentas rudimentares, métodos naturais de controle de pragas e doenças, sistemas de irrigação básicos e práticas de fertilização orgânica caracterizam um modo de vida em que a subsistência era a prioridade. As transformações trazidas pelas Revoluções Agrícola e Industrial foram fundamentais para a evolução da agricultura, introduzindo inovações que aumentaram a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas. Hoje, essas inovações continuam a evoluir, moldando um futuro em que a agricultura é cada vez mais sofisticada, tecnologicamente avançada e capaz de atender às demandas de uma população global crescente.

## **2.6 As primeiras tecnologias implantadas no meio rural**

As primeiras tecnologias implantadas no meio rural marcaram uma transformação significativa nas práticas agrícolas, proporcionando avanços que permitiram aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade da agricultura.

Uma das primeiras e mais importantes inovações foi a introdução do arado de ferro. Antes dessa inovação, os arados eram geralmente feitos de madeira, o que limitava sua eficácia e durabilidade. O arado de ferro, introduzido na Europa durante a Idade Média, era muito mais robusto e eficiente, permitindo lavrar solos mais duros e ampliar a área cultivável. Segundo Mazoyer e Roudart (2006), o arado de ferro aumentou significativamente a produtividade agrícola, permitindo que os agricultores fizessem o preparo do solo de maneira mais eficaz e plantassem em áreas que antes eram inacessíveis.

Já a rotação de culturas foi outra prática crucial que se desenvolveu durante a Idade Média. Em vez de cultivar a mesma planta no mesmo solo ano após ano, os agricultores começaram a alternar diferentes culturas, o que ajudava a manter a fertilidade do solo e reduzir a incidência de pragas e doenças. Este sistema foi aprimorado com o sistema de rotação de três campos, onde um campo era plantado com uma cultura de inverno, outro com uma cultura de primavera, e o terceiro era deixado em pousio. Esta prática aumentou a produtividade agrícola ao melhorar a saúde do solo e aumentar a diversidade de safras (Bissio, 2013).

Ademais, os moinhos de vento e de água representam avanços significativos na mecanização da agricultura. Os moinhos de água, usados pela primeira vez na Roma Antiga, e os moinhos de vento, que se tornaram comuns na Europa medieval, eram utilizados para moer grãos, bombeiar água e realizar outras tarefas que antes

exigiam grande esforço humano ou animal. Essas inovações não só aumentaram a eficiência das operações agrícolas, mas também permitiram que os agricultores processassem mais rapidamente suas colheitas e utilizassem melhor os recursos naturais (Hodge, 2019).

Com o advento da Revolução Agrícola no século XVIII, surgiram máquinas semeadoras que permitiram uma semeadura mais uniforme e eficiente. Jethro Tull, um agrônomo inglês, desenvolveu a semeadora mecânica, que depositava sementes no solo em linhas ordenadas e a uma profundidade adequada, promovendo uma germinação mais uniforme e eficiente. Esta inovação reduziu o desperdício de sementes e melhorou significativamente a produtividade agrícola, ao garantir que as plantas tivessem o espaço e os nutrientes necessários para crescer (Mazoyer; Roudart, 2006).

Além do mais, a introdução dos tratores no início do século XX revolucionou a agricultura. Antes dos tratores, o trabalho no campo dependia quase exclusivamente de animais de tração e do trabalho manual. Os primeiros tratores movidos a vapor apareceram no final do século XIX, mas foi a introdução dos tratores movidos a gasolina e diesel que realmente transformou a agricultura. Estes tratores permitiram lavrar, semear e colher em escalas muito maiores e com muito mais eficiência do que era possível anteriormente. Eles reduziram a necessidade de mão de obra manual e animal, permitindo que as fazendas se expandissem e aumentassem sua produtividade (VIAN, 2013).

Sem falar que, a Revolução Verde, a partir da década de 1940, trouxe a introdução de fertilizantes químicos e pesticidas. Antes disso, a fertilização do solo dependia principalmente de métodos orgânicos, como esterco e compostagem. Os fertilizantes químicos proporcionaram uma maneira rápida e eficiente de fornecer nutrientes essenciais às plantas, aumentando significativamente os rendimentos das colheitas. Da mesma forma, os pesticidas químicos permitiram um controle mais eficaz das pragas e doenças, reduzindo as perdas e aumentando a segurança alimentar (Hodge, 2019).

Com isso, ficou claro que as primeiras tecnologias implantadas no meio rural representaram um salto significativo na história da agricultura. Desde o arado de ferro e a rotação de culturas até os moinhos, semeadeiras, tratores, e a Revolução Verde com fertilizantes químicos e pesticidas, cada inovação contribuiu para aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas. Essas

tecnologias formaram a base para as transformações agrícolas subsequentes, permitindo que a agricultura evoluísse de uma atividade de subsistência para um setor altamente mecanizado e produtivo que é o que vemos hoje em dia, com a utilização de sensores, drones entre outros.

## **2.7 Adesão entre os agricultores e profissionais da área**

A adesão dos agricultores e profissionais da área aos equipamentos tecnológicos no meio rural foi um processo gradual e multifacetado, marcado por avanços significativos que transformaram a agricultura de uma prática intensiva em mão de obra para uma indústria altamente mecanizada e produtiva. Esta transição foi influenciada por uma série de fatores, incluindo benefícios econômicos, melhorias na eficiência, políticas governamentais e a necessidade de aumentar a produção para alimentar uma população crescente (Rea, 2024).

Inicialmente, muitos agricultores resistiram à adoção de novas tecnologias devido a fatores econômicos, culturais e logísticos. A introdução de máquinas como tratores, colheitadeiras e semeadoras exigia um investimento financeiro significativo, o que era um grande obstáculo para pequenos agricultores com recursos limitados (Hodge, 2019). Além disso, havia uma relutância cultural em abandonar métodos tradicionais que haviam sido usados por gerações. A falta de conhecimento técnico e a dificuldade em operar e manter equipamentos complexos também representavam desafios significativos.

Nesse sentido, o Governo desempenhou um papel crucial na promoção da adoção de tecnologias agrícolas. Programas de subsídios e incentivos fiscais foram implementados para ajudar os agricultores a adquirirem novos equipamentos. Por exemplo, durante a Grande Depressão nos Estados Unidos, o governo introduziu políticas para apoiar a mecanização agrícola como parte dos esforços para revitalizar o setor agrícola (Mazoyer; Roudart, 2006). Essas políticas foram fundamentais para reduzir os custos de adoção e tornar as novas tecnologias mais acessíveis aos agricultores.

Assim, os benefícios econômicos da adoção de tecnologias agrícolas modernas tornaram-se rapidamente evidentes. Máquinas como tratores e colheitadeiras aumentaram significativamente a eficiência e a produtividade, permitindo que os agricultores realizassem o cultivo e colheita em áreas muito maiores do que era

possível com métodos manuais. A introdução de fertilizantes químicos e pesticidas também contribuiu para aumentos substanciais nos rendimentos das colheitas, permitindo uma produção mais confiável e abundante. Esses benefícios econômicos incentivaram muitos agricultores a superarem sua resistência inicial e a adotar as novas tecnologias.

Outrossim, foi a difusão do conhecimento e a formação técnica, já que foram essenciais para a adoção bem-sucedida de tecnologias agrícolas. Universidades e instituições de pesquisa agrícola desempenharam um papel fundamental na educação dos agricultores sobre os benefícios e o uso adequado das novas tecnologias. Programas de extensão agrícola, onde especialistas visitam fazendas para demonstrar o uso de novos equipamentos e técnicas, foram particularmente eficazes (Hodge, 2019). Essas iniciativas ajudaram a reduzir o medo e a desconfiança em relação às novas tecnologias, fornecendo aos agricultores as habilidades e o conhecimento necessários para utilizá-las de forma eficaz.

O impacto da agricultura digital na sustentabilidade pode ser comparado ao aprimoramento das práticas agrícolas tradicionais descritas por Manda *et al.* (2016). Assim como o uso de fertilizantes orgânicos, orientação de culturas e técnicas de conservação do solo visam mitigar os riscos agropecuários, a agricultura digital, com o uso de sensores, drones e análise de dados, intensifica essa abordagem sustentável. A digitalização permite um monitoramento mais preciso das condições do solo, da água e das culturas, ajudando a evitar a manipulação do solo, medidas preventivas e doenças e otimização do uso de recursos, promovendo uma produção mais eficiente e ambientalmente responsável. Dessa forma, a agricultura digital potencializa os benefícios das práticas sustentáveis, contribuindo para a resiliência e a longevidade da atividade agrícola.

Por fim, é chegada a análise de que, de fato, a adesão entre os agricultores e profissionais do ramo da agronomia aos equipamentos tecnológicos no meio rural foi um processo complexo e gradual, influenciado por fatores econômicos, culturais e políticos. Embora inicialmente tenha havido resistência, os benefícios claros em termos de aumento da produtividade e eficiência, juntamente com o apoio governamental e a educação técnica, facilitaram a transição para métodos agrícolas modernos. Hoje, a agricultura continua a evoluir com a integração de tecnologias digitais, prometendo transformações contínuas que exigem adaptação e aprendizagem constante (Carvalho *et al.*, 2023).

### **3. ESTUDO DE CASO**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo investigar a utilização de tecnologias no meio rural, com um enfoque especial na sustentabilidade ambiental. Para isso, foi realizada a escolha de um estudo de caso envolvendo profissionais e estudantes de agronomia, além de técnicos agrícolas que utilizam essas tecnologias em suas práticas diárias. A metodologia adotada foi a aplicação de dois questionários: um direcionado aos profissionais das áreas agrárias e outro para os estudantes do curso de agronomia, buscando entender como as inovações tecnológicas estão sendo empregadas e os impactos positivos gerados para a sustentabilidade no campo.

### **4. PERÍODO DE REALIZAÇÃO**

A pesquisa, realizada entre junho e agosto de 2024, teve como foco avaliar como as tecnologias digitais influenciam a sustentabilidade na agricultura, abordando tantos benefícios quanto aos desafios enfrentados no setor. Esse estudo explorou a percepção de profissionais da área e estudantes de agronomia sobre o uso de tecnologias digitais como drones, sensores, sistemas de gestão agrícola e imagens de satélite, e como essas ferramentas impactam a eficiência e o uso sustentável dos recursos agrícolas.

### **5. METODOLOGIA**

#### **5.1 Meio utilizado para coletar os dados**

Para a realização da pesquisa foi utilizado o *Google Forms* como principal meio de coleta de dados. Esta plataforma facilitou a criação e distribuição do questionário, permitindo que os participantes respondessem de forma prática e eficiente.

A pesquisa foi conduzida com indivíduos que participaram de livre e espontânea vontade. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e concordaram em contribuir com suas respostas, garantindo assim a integridade e a autenticidade dos dados coletados.

## 5.2 Questionários

Através dos formulários foi possível coletar dados sobre a percepção, experiência e opinião de diferentes grupos relacionados ao setor agrícola em relação às tecnologias digitais e sua contribuição para a sustentabilidade.

**5.2.1 Formulário 1:** Destinado a profissionais que trabalham com tecnologias no campo, este formulário busca entender a experiência prática desses profissionais com tecnologias digitais específicas, suas percepções sobre o avanço da agricultura digital e os benefícios dessas tecnologias para a sustentabilidade. O questionário também procura identificar as principais fontes de informação sobre novas tecnologias, os desafios na implementação e uso dessas tecnologias, e os incentivos que poderiam aumentar a adoção de práticas sustentáveis no meio rural.

**5.2.2 Formulário 2:** Voltado para estudantes de agronomia, este formulário visa explorar a opinião inicial dos estudantes sobre o papel das tecnologias digitais na agricultura, como essas tecnologias podem ajudar na mitigação de impactos ambientais e os principais desafios enfrentados ao aprender sobre essas tecnologias. O questionário também busca entender o interesse dos estudantes em seguir carreiras que envolvam tecnologias digitais no campo, bem como a percepção dos desafios na adoção dessas tecnologias pelos agricultores tradicionais e os benefícios econômicos e ambientais de utilizar drones e imagens de satélite na agricultura.

As questões foram elaboradas com o intuito de obter uma visão abrangente sobre a experiência prática e as percepções de profissionais do campo e estudantes de agronomia em relação às tecnologias digitais, sua adoção e impacto na agricultura sustentável. Buscam identificar os principais benefícios percebidos dessas tecnologias para a sustentabilidade, os desafios enfrentados na sua implementação e uso, as principais fontes de informação sobre novas tecnologias, e como as universidades podem melhor preparar os futuros agrônomos para lidar com tecnologias emergentes. Além disso, visam identificar oportunidades para ampliar o uso de tecnologias digitais no campo e os incentivos necessários para aumentar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Ademais, buscam quantificar a experiência prática dos profissionais com tecnologias digitais específicas, como Big Data, drones, gestão agrícola e sensores IoT,

avaliar a percepção sobre o avanço da agricultura digital e seu impacto na sustentabilidade, identificar os principais benefícios e desafios da agricultura de precisão, mapear as fontes de informação mais utilizadas pelos profissionais e estudantes, explorar o interesse e a preparação dos estudantes de agronomia para o uso de tecnologias digitais, entender a aceitação e os desafios na adoção de tecnologias sustentáveis entre os colegas de profissão e agricultores tradicionais, e propor incentivos e soluções que possam aumentar a adoção de práticas sustentáveis e tecnologias digitais na agricultura. Esses dados são fundamentais para avaliar como a agricultura digital pode contribuir para a sustentabilidade e fornecer informações valiosas para o desenvolvimento de políticas públicas, programas de capacitação e incentivos que promovam a adoção dessas tecnologias no setor agrícola.

Figura 4: Formulário direcionado aos técnicos agrícolas e agrônomos

---

## Formulário de pesquisa direcionado a profissionais da área de agronomia sobre o tema "IMPACTO DA AGRICULTURA DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE".

---

B I U ⊖ X

Autor: Felipe Rocha Almeida Santos

Fonte: (Rocha, 2024)

Figura 5: Formulário direcionado aos estudantes do curso de agronomia

# Formulário de pesquisa direcionado a alunos de agronomia sobre o "IMPACTO DA AGRICULTURA DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE".

B I U ⊖ X

Autor: Felipe Rocha Almeida Santos

Fonte: (Rocha, 2024)

### 5.3 Entrevistados

Os questionários sobre as tecnologias no meio rural foram aplicados a um total de 19 profissionais da área agronômica, incluindo técnicos e 22 alunos de agronomia. Esses participantes, todos envolvidos diretamente com atividades agrícolas e estudo agronômico, forneceram informações valiosas sobre o uso e a percepção das inovações tecnológicas em suas práticas diárias.

A diversidade de perfis entre os entrevistados permitiu uma análise abrangente, refletindo diferentes perspectivas e experiências com as tecnologias digitais no campo. As respostas coletadas forneceram informações importantes sobre os benefícios, desafios e o potencial dessas ferramentas para promover a sustentabilidade no setor agrícola.

Os dados obtidos com essa amostra contribuíram significativamente para a compreensão do cenário atual e ajudaram a identificar tendências e áreas que necessitam de maior atenção e suporte para a adoção eficaz de novas tecnologias no meio rural.

## 5.4 Análise de dados

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, buscando-se identificar padrões e tendências nas respostas dos agrônomos e alunos. A análise focou-se em compreender como as diferentes tecnologias estão sendo utilizadas, os benefícios percebidos em termos de sustentabilidade ambiental e os principais desafios enfrentados.

## 5.5 Participação e consentimento

A realização do questionário sobre o uso de tecnologias no setor agrícola contou com uma participação ativa e voluntária dos entrevistados, que demonstraram grande interesse pelo tema. Desde o início, foi garantido que todos os participantes estivessem cientes do propósito da pesquisa, seus objetivos e a forma como os dados coletados seriam utilizados.

Os entrevistados receberam um documento de consentimento informado, detalhando claramente a natureza do estudo, o anonimato das respostas e o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento sem qualquer consequência. Esse documento também elucidou os benefícios potenciais da pesquisa, como a possibilidade de contribuir para avanços tecnológicos significativos no setor agrícola, que podem resultar em práticas mais eficientes e sustentáveis.

Durante o processo de coleta de dados, todas as medidas foram tomadas para assegurar a privacidade e a confidencialidade das informações fornecidas. As respostas foram registradas de forma anônima, e os dados foram armazenados em sistemas seguros.

Os participantes responderam ao questionário de forma voluntária, mostrando-se receptivos e colaborativos. O questionário abrangeu diversos aspectos, desde a familiaridade e utilização de tecnologias específicas até a percepção dos benefícios e desafios enfrentados no campo. A contribuição dos entrevistados foi crucial para a obtenção de um panorama abrangente e detalhado sobre a integração de tecnologias no setor agrícola.

Em resumo, a participação dos entrevistados foi essencial para o sucesso da pesquisa, e o consentimento informado garantiu que todas as respostas fossem obtidas de maneira ética e transparente. A disposição dos participantes em compartilhar suas

experiências e opiniões reflete o crescente interesse e a importância das tecnologias no aprimoramento das práticas agrícolas.

#### Figura 6: Consentimento dos entrevistados

Prezados(as) entrevistados(as),

Gostaríamos de agradecer pela sua participação no questionário sobre o uso de tecnologias no setor agrícola. Sua colaboração é de extrema importância para o sucesso desta pesquisa e para o desenvolvimento de práticas mais eficientes e sustentáveis no campo.

Informamos que as respostas fornecidas por vocês poderão ser utilizadas e expostas no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do autor. Isso significa que os dados coletados, sempre apresentados de forma anônima e confidencial, poderão ser incluídos no relatório final da pesquisa, em gráficos, tabelas e discussões. Ressaltamos que, em nenhum momento, será possível identificar individualmente qualquer participante.

É importante esclarecer que a participação de vocês neste questionário é totalmente voluntária e que não haverá nenhum tipo de pagamento ou compensação financeira pela sua contribuição. O principal objetivo desta pesquisa é acadêmico e visa obter um melhor entendimento sobre a aplicação de tecnologias no setor agrícola.

Agradecemos novamente pela sua colaboração e estamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir sobre o estudo ou sobre a utilização das informações fornecidas.

Atenciosamente,

Felipe Rocha  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA).  
(82)991996667

Li e concordo com os termos da pesquisa.

Fonte: (Rocha, 2024)

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Os questionários aplicados a profissionais que trabalham com tecnologias no setor agrícola revelaram um panorama promissor sobre a interseção entre inovação tecnológica e sustentabilidade. Os dados obtidos indicam claramente que os profissionais vêem uma correlação positiva entre a adoção de tecnologias avançadas, como drones e sistemas de monitoramento, e a melhoria da sustentabilidade no setor agrícola. As respostas destacam que a junção dessas tecnologias não apenas aumenta a eficiência das práticas agrícolas, mas também contribui para a redução do impacto ambiental, promovendo o uso mais eficiente de recursos e a diminuição de desperdícios. A implementação dessas tecnologias, portanto, tem o potencial de

transformar a agricultura em um modelo mais sustentável, alinhando-se às crescentes demandas por práticas que respeitem e preservem o meio ambiente.

Além disso, o questionário realizado com estudantes de Agronomia reforçou o entusiasmo e a disposição dos futuros profissionais em se qualificar na área de tecnologia. A maioria dos alunos expressou um forte interesse em aprimorar suas habilidades tecnológicas, reconhecendo a importância de contribuir positivamente para a sustentabilidade global. Esses futuros agrônomos estão conscientes do papel crucial que a tecnologia desempenha na modernização das práticas agrícolas e estão motivados a integrar esses conhecimentos em suas futuras carreiras. A crescente demanda por profissionais qualificados nesta área sugere que o campo da Agronomia está em processo de transformação, com uma nova geração de especialistas comprometidos em utilizar tecnologias para promover um futuro mais sustentável.

A integração de tecnologias avançadas no setor agrícola, portanto, não só atende às necessidades atuais de sustentabilidade, mas também está moldando um futuro em que a inovação e a preservação ambiental caminham lado a lado. As atitudes proativas tanto dos profissionais atuais quanto dos futuros agrônomos sinalizam um avanço significativo na busca por práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis. Nesse sentido, os resultados obtidos corroboram o objetivo do estudo de avaliar a percepção dos profissionais sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade. A preferência expressiva por drones e a visão de que a tecnologia oferece um impacto global indicam uma aceitação significativa e confiança no potencial dessas ferramentas digitais para promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Contudo, a baixa ênfase em aspectos como a conservação do solo e a logística revela um desvio em relação à visão holística desejada para a agricultura sustentável, apontando áreas que poderiam se beneficiar de uma maior conscientização sobre o impacto positivo da tecnologia nesses aspectos.

Outro ponto a ser destacado é o fato de o sistema de gestão agrícola ser pouco utilizado, o que pode estar relacionado à complexidade desses sistemas ou à falta de familiaridade com tecnologias que integram dados. Esse desvio sugere que as barreiras de adoção, como custo ou treinamento, ainda impactam o uso de ferramentas de análise de dados no campo. A preferência por tecnologias de fácil acesso, como drones, pode indicar também limitações de infraestrutura e conectividade em áreas rurais, dificultando a integração de dados em tempo real. Esses desafios ressaltam a

necessidade de políticas que incentivem o acesso à conectividade e a capacitação para promover uma adoção mais abrangente e eficaz das tecnologias no setor.

Essa análise abrangente dos resultados reforça a conexão entre a implementação tecnológica e os objetivos da pesquisa, sugerindo a importância de investimentos na formação e infraestrutura para que o potencial sustentável da agricultura digital seja plenamente alcançado.

## **6.1 Primeiro formulário (Direcionado a técnicos e agrônomos)**

### **6.1.1 A tecnologia digital que está sendo mais utilizada no mercado agrícola para promover a sustentabilidade.**

De acordo com o questionário aplicado, a tecnologia digital mais utilizada na agricultura digital para promover a sustentabilidade é os drones e imagens de satélite, com 94,7% dos participantes indicando essa prática. Apenas 5,3% mencionaram que utilizam o sistema de gestão agrícola. Dito isso, é notável que muitos profissionais da área não são adeptos a junção de ambas as tecnologias.

Após a coleta de dados por meio de drones, imagens de satélite e sensores, é crucial integrar essas informações ao sistema de gestão agrícola. Essa integração permite uma análise mais detalhada e precisa das condições das plantações, otimiza a tomada de decisões e potencializa a eficiência das práticas agrícolas, promovendo uma gestão mais inteligente e sustentável das lavouras (Silva, 2023).

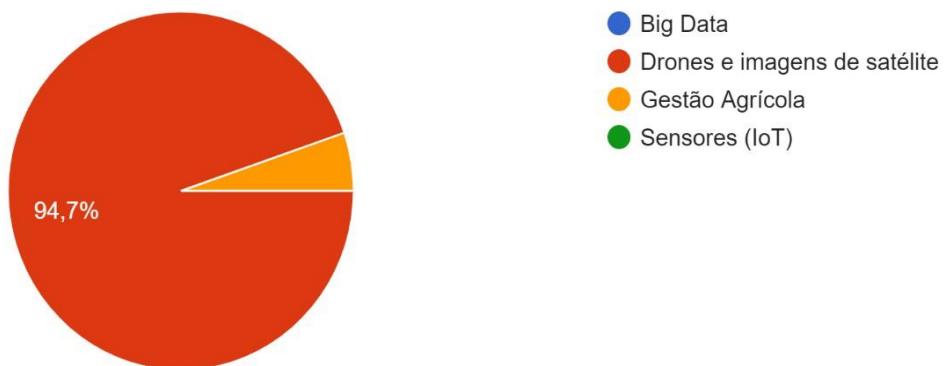
Essas tecnologias, em particular, são utilizados para a realização de mapeamentos detalhados, identificação de pragas e doenças, e avaliação da saúde das plantas, contribuindo para a tomada de decisões mais informadas e a redução do uso de insumos químicos, oferecem uma visão ampla e contínua das propriedades rurais, facilitando o acompanhamento do desenvolvimento das culturas e a gestão dos recursos naturais de maneira mais sustentável, seja pelos Drones, imagens de satélite e até mesmo sensores, o sistema de gestão agrícola não deixa de ser importante, acredito que seja a parte primordial para compreender toda situação do ambiente.

A adoção dessas tecnologias reflete o compromisso dos profissionais atuantes no âmbito agrário com práticas agrícolas mais responsáveis e sustentáveis, buscando equilibrar a produtividade com a preservação ambiental. Os resultados da pesquisa destacam a importância da junção dessas ferramentas digitais no avanço da agricultura de precisão e na promoção de um futuro mais sustentável para o setor.

Figura 7. Gráfico da 1ª questão, primeiro questionário

1 - Você já teve experiência prática com alguma dessas tecnologias?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

### 6.1.2 Como percebem o avanço da agricultura por meio da tecnologia digital.

O exame dos resultados sobre a percepção do avanço da agricultura digital revela tendências e áreas distintas de impacto. A maioria dos entrevistados, 68,4%, considera que as tecnologias digitais têm um impacto global e integrado na agricultura, enxergando-as como uma solução abrangente para diversos desafios no setor. Isso indica uma visão positiva e abrangente sobre os benefícios dessas tecnologias.

A segunda opinião mais citada, com 21,1%, destaca a aplicação direcionada de insumos agrícolas, apontando a importância das tecnologias digitais na otimização do uso de fertilizantes e herbicidas para reduzir desperdícios e impactos ambientais. A capacidade de aplicar insumos com precisão é vista como um avanço significativo na gestão agrícola.

A identificação rápida de problemas nas plantações, escolhida por 10,5%, é reconhecida, mas considerada menos crucial em comparação com a aplicação de insumos. Isso pode indicar uma menor ênfase nas vantagens específicas dessa tecnologia.

As categorias relacionadas ao monitoramento fácil, conservação do solo e da biodiversidade, e otimização logística não foram destacadas, sugerindo que esses aspectos são vistos como benefícios implícitos ou menos significativos. A falta de respostas para essas áreas pode indicar uma menor percepção ou conhecimento sobre esses benefícios.

Em resumo, os resultados mostram uma percepção positiva e abrangente das tecnologias digitais, com foco na aplicação precisa de insumos. No entanto, a ausência de destaque para outras áreas sugere uma necessidade de maior conscientização sobre os benefícios adicionais das tecnologias digitais na agricultura.

Figura 8. Segunda questão - questionário 1.

2 - Como você percebe o avanço da agricultura por meio da tecnologia digital?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

### **6.1.3 Principais benefícios ao adotar a agricultura de precisão na busca em promover a sustentabilidade e minimizar o impacto ambiental nas atividades agrícolas.**

A avaliação dos resultados sobre os benefícios da agricultura de precisão revela a percepção dos entrevistados sobre como essas tecnologias contribuem para a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental. A opção "Todos", escolhida por 68,4% dos participantes, destaca uma visão integrada das tecnologias digitais, sugerindo uma percepção positiva e abrangente de seus múltiplos benefícios na gestão ambiental agrícola.

A redução do uso excessivo de insumos agrícolas, como fertilizantes e pesticidas, foi a vantagem mais mencionada, com 15,8% dos entrevistados destacando essa característica. Esse resultado reflete a conscientização sobre como a aplicação precisa poder minimizar desperdícios e reduzir impactos ambientais.

A otimização do uso de recursos para aumentar a produtividade, escolhida por 10,5%, indica a importância da eficiência no uso de água e energia, embora seja menos destacada que a redução de insumos.

A melhoria na saúde do solo e na biodiversidade foi mencionada por apenas 5,3%, sugerindo que esses benefícios não são tão amplamente reconhecidos quanto à redução de insumos e aumento da produtividade.

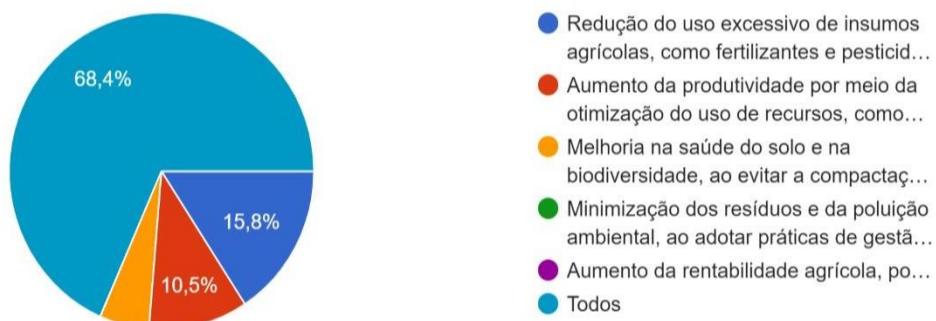
A falta de respostas sobre a minimização de resíduos e poluição ambiental e aumento da rentabilidade pode indicar que esses benefícios são menos percebidos ou priorizados. Isso pode refletir uma falta de experiência direta ou uma percepção de que esses ganhos não são imediatos.

Em resumo, a maioria dos entrevistados vê a agricultura de precisão como benéfica, com um foco na redução do uso de insumos e uma percepção global positiva. No entanto, áreas como a saúde do solo e a minimização da poluição ainda precisam de mais destaque, sugerindo a necessidade de maior conscientização sobre todos os benefícios da agricultura de precisão para a sustentabilidade ambiental.

**Figura 9. Terceira questão - questionário 1.**

3 - Quais são os principais benefícios ao adotar a agricultura de precisão na busca em promover a sustentabilidade e minimizar o impacto ambiental nas atividades agrícolas?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.4 Principal fonte de informação sobre novas tecnologias agrícolas.**

A revisão dos resultados sobre as principais fontes de informações sobre novas tecnologias agrícolas revela tendências importantes. A maioria dos entrevistados, 63,2%, aponta a internet, incluindo blogs, sites e redes sociais, como a principal fonte de informações. Isso destaca a prevalência dos meios digitais devido à sua acessibilidade, abrangência e capacidade de fornecer dados atualizados e variados em tempo real.

Os treinamentos oferecidos por empresas foram identificados por 21,1% dos participantes como uma fonte significativa de aprendizado, oferecendo uma abordagem prática e especializada diretamente de fornecedores e especialistas da indústria.

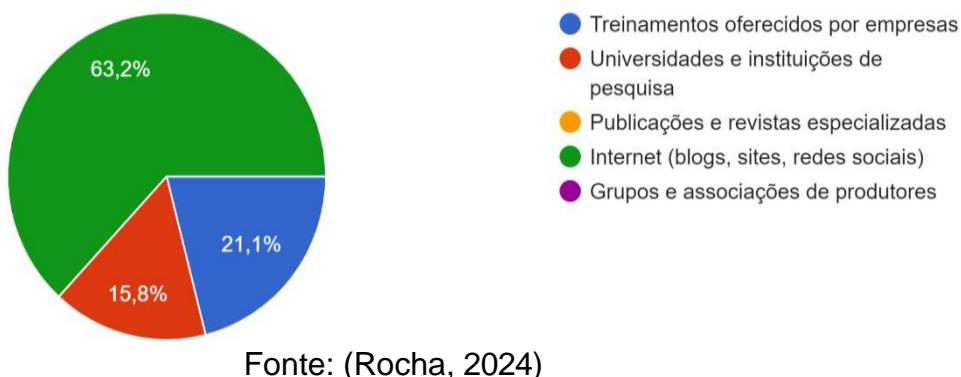
Instituições acadêmicas, como universidades e centros de pesquisa, foram mencionadas por 15,8% dos entrevistados, indicando a importância contínua da academia na promoção e desenvolvimento de novas tecnologias.

Nenhuma resposta foi dada para publicações e revistas especializadas, sugerindo que, apesar de sua relevância, essas fontes não são vistas como principais para informações recentes e práticas. Da mesma forma, grupos e associações de produtores também não foram mencionados, o que pode refletir uma menor dependência desses grupos para atualizações sobre inovações tecnológicas.

Em conclusão, os resultados revelam uma clara preferência pela internet como principal meio de obtenção de informações sobre novas tecnologias agrícolas, com os treinamentos e instituições acadêmicas ainda desempenhando papéis importantes, mas com uma tendência crescente para fontes digitais devido à sua rapidez e acessibilidade.

Figura 10. Quarta questão - questionário 1.

4 - Qual a principal fonte de informações sobre novas tecnologias agrícolas para você?  
19 respostas



#### **6.1.5 A agricultura digital contribuindo com a sustentabilidade alimentar global.**

A observação dos resultados sobre a contribuição da agricultura digital para a sustentabilidade alimentar global revela uma percepção unânime entre os entrevistados. Todos acreditam que a agricultura digital pode desempenhar um papel significativo na sustentabilidade alimentar, com ênfase no aumento da eficiência e

produtividade agrícolas como principais benefícios. Essa unanimidade indica uma visão positiva e otimista das tecnologias digitais na agricultura.

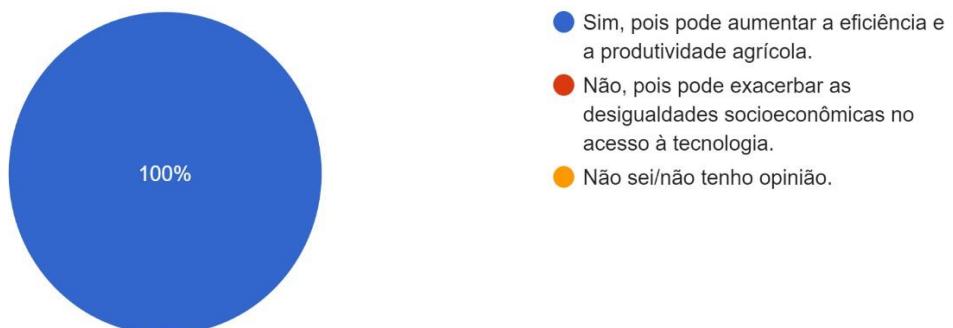
Os participantes veem a agricultura digital como uma solução promissora para enfrentar desafios de produção e segurança alimentar, e acreditam que essas tecnologias são essenciais para atender à crescente demanda global de forma sustentável. A confiança na capacidade das tecnologias de melhorar a eficiência e a gestão dos recursos alimentares reforça a crença em seu impacto positivo na sustentabilidade global.

Não houve preocupações expressas sobre a possibilidade de a agricultura digital exacerbar desigualdades socioeconômicas ou falta de opinião sobre o assunto. Isso pode sugerir uma percepção otimista ou uma falta de discussão sobre esses aspectos no contexto da pesquisa.

Em conclusão, os resultados mostram uma visão homogênea e positiva sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade alimentar global, com uma forte crença em sua capacidade de promover práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes. A ausência de preocupações sobre desigualdades indica uma maior confiança na tecnologia e uma menor conscientização sobre possíveis desafios.

**Figura 11. Quinta questão - questionário 1.**

5 - Você acredita que a agricultura digital pode contribuir para a sustentabilidade alimentar global?  
19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.6 O futuro da agricultura digital em relação à sustentabilidade.**

A revisão dos resultados sobre o futuro da agricultura digital em relação à sustentabilidade revela uma visão clara e otimista. Todos os participantes acreditam

que a agricultura digital será fundamental para a sustentabilidade, embora reconheçam que ainda há muito a ser explorado. Esse consenso reflete uma percepção positiva do papel das tecnologias digitais em melhorar práticas agrícolas, aumentar a eficiência e reduzir impactos ambientais.

Nenhum dos participantes considerou a agricultura digital uma tendência passageira ou algo que não terá impacto significativo a longo prazo, e não houve falta de opinião sobre o assunto. Isso indica um forte consenso sobre a importância da agricultura digital para a sustentabilidade, com confiança no seu potencial futuro. A ausência de ceticismo reforça a ideia de uma expectativa de progresso contínuo e inovação no setor.

**Figura 12. Sexta questão - questionário 1.**

6 - Como você vê o futuro da agricultura digital em relação à sustentabilidade?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.7 Os desafios mais significativos na implementação e uso da agricultura digital para promover a sustentabilidade.**

Em verificação dos desafios na implementação da agricultura digital para promover a sustentabilidade revela percepções abrangentes sobre os obstáculos enfrentados. A resistência à adoção de novas tecnologias é o principal desafio, com 31,6% dos entrevistados citando a falta de familiaridade e o receio de mudar métodos tradicionais como barreiras significativas. Essa resistência pode atrasar a adoção de tecnologias digitais e dificultar a implementação de soluções sustentáveis.

A falta de infraestrutura tecnológica em áreas rurais também é um desafio importante para 26,3% dos participantes, destacando a necessidade de uma

infraestrutura adequada para suportar a agricultura digital. Os altos custos de aquisição e manutenção de equipamentos e softwares, mencionados por 21,1%, podem desincentivar a adoção, especialmente em regiões com recursos limitados.

Curiosamente, a segurança de dados e privacidade não foi identificada como um desafio significativo por nenhum dos participantes, o que pode indicar que essas questões ainda não são amplamente discutidas ou não são vistas como barreiras relevantes.

Além disso, 21,1% dos entrevistados consideram que todos os desafios mencionados são significativos, sugerindo que resistência à mudança, falta de infraestrutura e altos custos são barreiras interconectadas. Esses resultados destacam a necessidade de abordagens integradas para superar as barreiras à implementação de tecnologias digitais e promover a sustentabilidade agrícola.

**Figura 13. Sétima questão - questionário 1.**

7 - Qual é a sua percepção sobre os desafios mais significativos na implementação e uso da agricultura digital para promover a sustentabilidade?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.8 O maior impacto da agricultura digital na sustentabilidade.**

A observação dos resultados sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade revela que 47,4% dos entrevistados consideram a melhoria na gestão do solo e na biodiversidade como a principal contribuição das tecnologias digitais. Esse resultado indica que as tecnologias digitais são valorizadas por permitir um manejo mais detalhado e preciso das propriedades agrícolas, promovendo a conservação do solo e a proteção dos ecossistemas.

Em segundo lugar, 42,1% destacam o aumento da eficiência no uso de recursos, como água e fertilizantes, como o maior impacto da agricultura digital. Isso reflete a importância de gerenciar recursos de forma mais eficiente para reduzir o impacto ambiental e alinhar-se com objetivos de conservação.

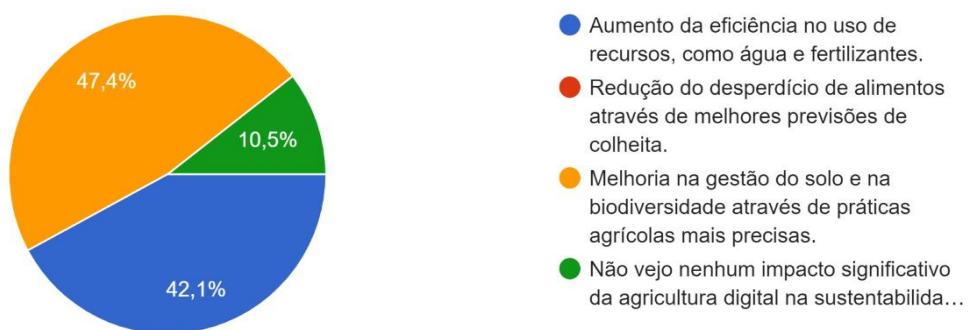
Nenhum dos entrevistados mencionou a redução do desperdício de alimentos através de melhores previsões de colheita como o maior impacto, o que sugere que, embora importante, essa vantagem é percebida como menos significativa comparada a outras áreas. Além disso, 10,5% dos participantes não veem nenhum impacto significativo da agricultura digital na sustentabilidade, o que pode indicar ceticismo ou falta de reconhecimento dos benefícios.

Em conclusão, a melhoria na gestão do solo e na biodiversidade é vista como o maior impacto, seguida pela eficiência no uso de recursos. A ausência de destaque para a redução do desperdício e a visão de que a agricultura digital pode não ter impacto significativo ressaltam a necessidade de promover uma compreensão mais ampla dos benefícios das tecnologias digitais na sustentabilidade agrícola.

**Figura 14. Oitava questão - questionário 1.**

8 - Qual é o maior impacto da agricultura digital na sustentabilidade?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.9 A aceitação das tecnologias sustentáveis entre os seus colegas de profissão.**

A investigação dos resultados sobre a aceitação das tecnologias sustentáveis no setor agrícola revela uma visão geral positiva. Quase 47,4% dos entrevistados consideram a aceitação dessas tecnologias como muito alta, refletindo uma ampla

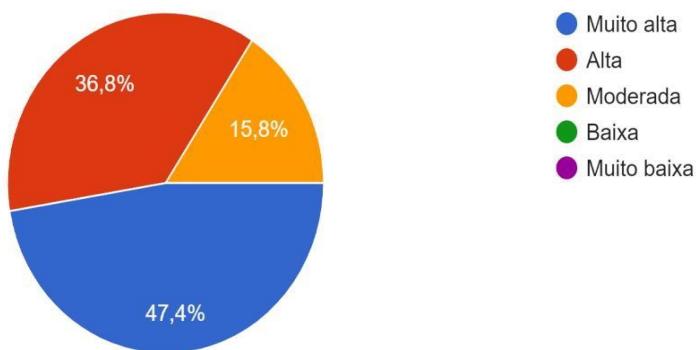
adoção e percepção positiva dos benefícios, como melhorias na eficiência e gestão de recursos.

Além disso, 36,8% avaliam a aceitação como alta, indicando uma receptividade significativa, mas com variações no entusiasmo entre os profissionais. Por outro lado, 15,8% veem a aceitação como moderada, sugerindo limitações por falta de conhecimento ou resistência a mudanças.

Nenhum dos participantes classificou a aceitação como baixa ou muito baixa, indicando que, pelo menos entre os entrevistados, não há rejeição significativa. Assim, quase 85% dos participantes consideram a aceitação das tecnologias sustentáveis como alta ou muito alta, evidenciando uma tendência positiva para a adoção de práticas sustentáveis. No entanto, ainda há espaço para aumentar a aceitação e implementação dessas tecnologias.

Figura 15. Nona questão - questionário 1.

9 - Como você avalia a aceitação das tecnologias sustentáveis entre os seus colegas de profissão?  
19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.10 Os principais incentivos que aumentam a adoção de tecnologias sustentáveis no meio rural.**

A avaliação dos resultados sobre os principais incentivos para aumentar a adoção de tecnologias sustentáveis no meio rural revela uma compreensão clara dos fatores que podem impulsionar essa integração. A maioria dos entrevistados, 31,6%, considera a capacitação e os treinamentos como o principal incentivo. Isso destaca a importância de educação contínua para ajudar os agricultores a implementarem e utilizar tecnologias sustentáveis de forma eficaz.

Programas de financiamento e divulgação de casos de sucesso são vistos como incentivos significativos por 21,1% dos participantes cada. Financiamentos facilitam a aquisição e implementação de tecnologias, enquanto casos de sucesso inspiram e demonstram a viabilidade das inovações.

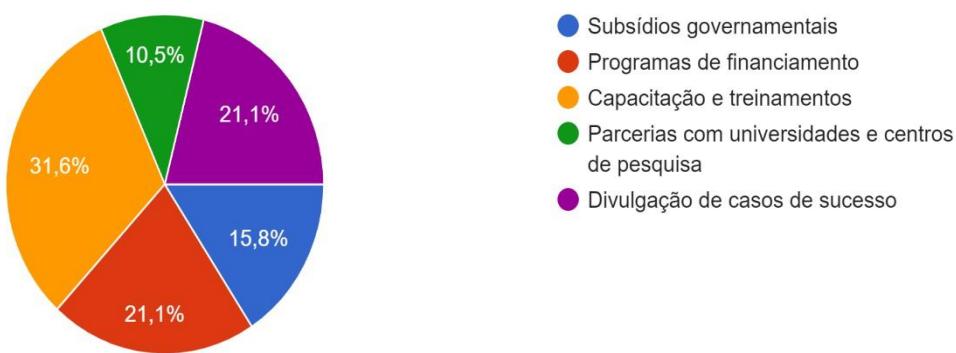
Subsídios governamentais são mencionados por 15,8% dos entrevistados, oferecendo suporte financeiro direto. Parcerias com universidades e centros de pesquisa são consideradas um incentivo importante por 10,5%, mas com menor prioridade.

Os resultados mostram que capacitação e treinamentos são os principais incentivos, seguidos por programas de financiamento e casos de sucesso. Subsídios e parcerias, embora reconhecidos, têm menor impacto. Isso sublinha a necessidade de suporte educacional, financeiro e inspirador para promover a adoção de tecnologias sustentáveis no setor agrícola.

**Figura 16. Décima questão - questionário 1.**

10 - Quais são os principais incentivos que poderiam aumentar a adoção de tecnologias sustentáveis no meio rural?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.11 Uso de tecnologias no meio rural é essencial para alcançar a sustentabilidade ambiental.**

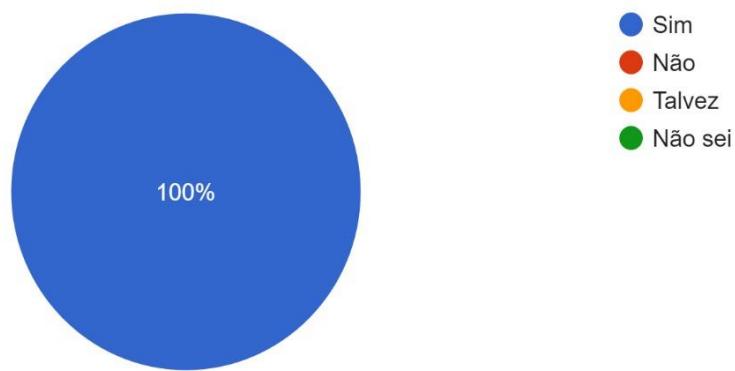
Observando os resultados, verifica-se que todos os entrevistados, 100%, acreditam que o uso de tecnologias no meio rural é essencial para a sustentabilidade ambiental. Esse consenso absoluto reflete uma forte concordância sobre o papel crítico das tecnologias na promoção da sustentabilidade agrícola.

Os participantes reconhecem amplamente o impacto positivo das tecnologias na conservação de recursos naturais, redução de impactos ambientais e melhoria das práticas agrícolas. A unanimidade indica uma percepção bem-informada e positiva sobre como inovações tecnológicas contribuem para práticas mais responsáveis e eficientes.

A ausência de dúvidas ou ceticismo reforça a crença generalizada na importância das tecnologias para a gestão ambiental e conservação de recursos naturais. Os resultados demonstram uma forte confiança na capacidade das tecnologias de melhorar as práticas agrícolas e promover a sustentabilidade.

Figura 17. Décima primeira questão - questionário 1.

11 - Você acredita que o uso de tecnologias no meio rural é essencial para alcançar a sustentabilidade ambiental?  
19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.12 Participação de programas ou projetos que promovem o uso de tecnologias sustentáveis na agricultura.**

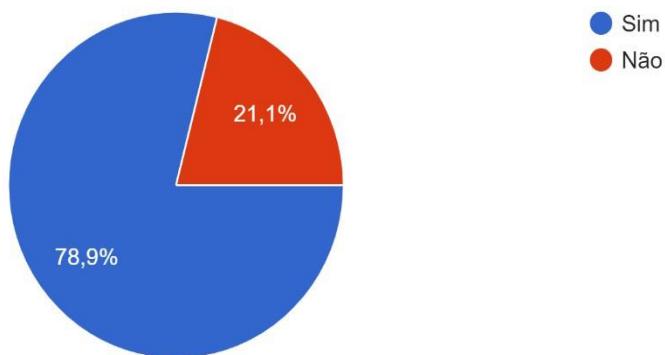
Os dados mostram que 78,9% dos entrevistados participaram de programas que promovem tecnologias sustentáveis na agricultura, evidenciando amplo engajamento e interesse nas práticas sustentáveis. Isso indica que muitos profissionais estão ativamente envolvidos na adoção de tecnologias que melhoraram a eficiência e a sustentabilidade agrícola.

Por outro lado, 21,1% não participaram de tais programas, possivelmente devido à falta de acesso, recursos limitados ou falta de informações. Essa parcela revela que existem obstáculos que precisam ser superados para aumentar a participação em iniciativas sustentáveis.

Em resumo, os resultados mostram um forte envolvimento com tecnologias sustentáveis, mas também apontam para a necessidade de expandir o acesso e a inclusão em programas relacionados.

Figura 18. Décima segunda questão - questionário 1.

12 - Você já participou de algum programa ou projeto que promove o uso de tecnologias sustentáveis na agricultura?  
19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.13 Importância de realizar uma pesquisa sobre o tema "Impacto da Agricultura Digital na Sustentabilidade".**

Os resultados sobre a principal importância de realizar uma pesquisa sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade revelam uma visão diversificada. A maioria dos entrevistados, 36,8%, destaca a identificação dos benefícios econômicos para os agricultores como a principal importância. Esse resultado ressalta o interesse em entender como as tecnologias digitais podem melhorar a rentabilidade e a viabilidade econômica das práticas agrícolas. Outra parcela igual de 36,8% acredita que a pesquisa deve abordar todas as alternativas mencionadas, refletindo uma visão holística que inclui eficiência produtiva, benefícios econômicos, conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida.

10,5% dos participantes enfatizam a importância de avaliar como as tecnologias digitais podem aumentar a eficiência produtiva e reduzir o desperdício de recursos naturais. A mesma proporção considera crucial analisar os efeitos dessas tecnologias na conservação ambiental e na redução da pegada de carbono. Por fim, 5,3% dos entrevistados veem a exploração da qualidade de vida dos agricultores e das comunidades rurais como a principal importância, embora esse aspecto seja

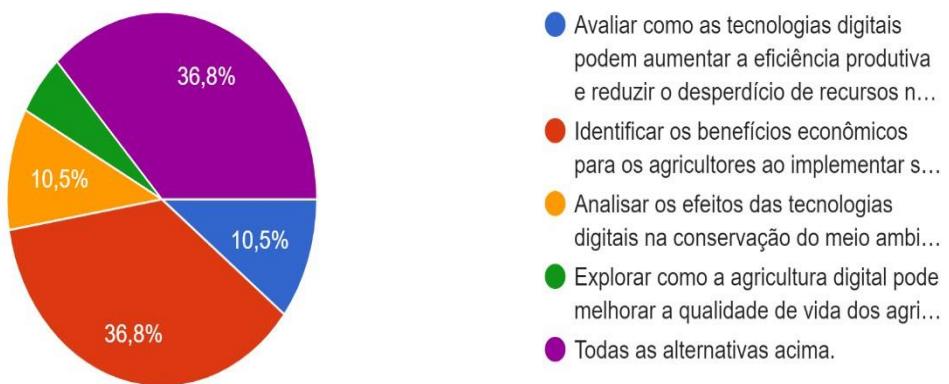
considerado menos central em comparação com os benefícios econômicos e ambientais.

Esses resultados indicam um forte interesse tanto na análise dos benefícios econômicos das tecnologias digitais quanto na consideração de uma abordagem integrada que aborda diversos aspectos do impacto da agricultura digital. A menor ênfase na qualidade de vida sugere que, embora relevante, esse aspecto pode ser visto como secundário em relação aos benefícios econômicos e ambientais diretos.

Figura 19. Décima terceira questão - questionário 1.

13 - Qual é, na sua opinião, a principal importância de realizar uma pesquisa sobre o tema "Impacto da Agricultura Digital na Sustentabilidade"?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.1.14 Importância do impacto da agricultura digital na sustentabilidade para o aumento e aprimoramento de novas tecnologias no setor agrícola.**

A pesquisa revela um consenso majoritário sobre a importância das pesquisas sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade. A maioria dos entrevistados, 68,4%, vê essas pesquisas como essenciais para desenvolver tecnologias que aumentem a eficiência e a produtividade agrícola, além de promover a sustentabilidade ambiental. Isso reflete a necessidade de alinhar inovações tecnológicas com objetivos sustentáveis.

Além disso, 26,3% consideram essas pesquisas cruciais para fornecer dados que ajudem na formulação de políticas públicas e incentivos para práticas agrícolas sustentáveis. A menor proporção, 5,3%, acredita que as pesquisas têm pouco impacto no desenvolvimento de novas tecnologias, sugerindo ceticismo quanto à relação entre

pesquisa e inovação. Nenhum entrevistado defendeu a ideia de focar exclusivamente na produção, desconsiderando a sustentabilidade.

Em resumo, os resultados mostram um forte consenso sobre a importância das pesquisas para melhorar a eficiência, produtividade e sustentabilidade agrícola, com um reconhecimento adicional de que esses estudos são vitais para informar políticas públicas e incentivos. A falta de apoio para priorizar a produção sobre a sustentabilidade reforça o compromisso com práticas agrícolas equilibradas e responsáveis.

Figura 20. Décima quarta questão - questionário 1.

14 - Pesquisas sobre o impacto da agricultura digital na sustentabilidade são de suma importância para o aumento e aprimoramento de novas tecnologias no setor agrícola?

19 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

## 6.2 Segundo Formulário (Direcionado a estudantes do curso de Agronomia)

### 6.2.1 O principal papel das tecnologias digitais na agricultura.

Os resultados indicam uma visão unânime e extremamente positiva sobre o papel das tecnologias digitais na agricultura. Todos os entrevistados, representando 100%, consideram essas tecnologias essenciais para o futuro da agricultura moderna. Esse resultado indica um consenso absoluto sobre a importância das inovações digitais para o desenvolvimento e a sustentabilidade do setor agrícola.

Essa unanimidade reflete a percepção de que as tecnologias digitais não são apenas uma tendência, mas uma necessidade para o avanço da agricultura. Os entrevistados reconhecem que essas inovações são fundamentais para melhorar a

eficiência, a produtividade e a gestão dos recursos agrícolas, alinhando-se com as demandas de um setor em constante evolução.

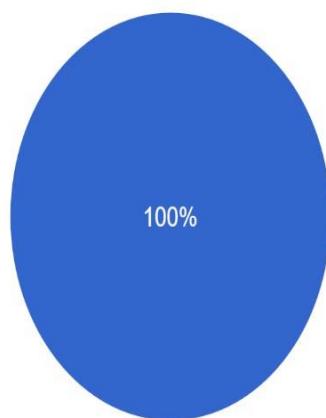
A ausência de respostas nas outras categorias reforça ainda mais a visão de que as tecnologias digitais são vistas como indispensáveis. Não há percepção de que essas tecnologias sejam complicadas ou inapropriadas para pequenos agricultores, nem há indícios de que sejam consideradas irrelevantes para práticas agrícolas tradicionais. Além disso, não são vistas apenas como ferramentas para monitorar condições climáticas, mas como soluções integradas que abrangem diversos aspectos da gestão agrícola.

Em resumo, os resultados indicam uma forte confiança no papel transformador das tecnologias digitais na agricultura, apontando para um setor que valoriza e busca cada vez mais a inovação tecnológica para garantir seu futuro sustentável.

Figura 21. Primeira questão - questionário 2.

1 - Qual é a sua opinião inicial sobre o papel das tecnologias digitais na agricultura?

22 respostas



- Elas são essenciais para o futuro da agricultura moderna.
- Elas são complicadas e podem não ser úteis para pequenos agricultores.
- Elas não são relevantes para as práticas agrícolas tradicionais.
- Elas são úteis apenas para monitorar condições climáticas.

Fonte: (Rocha, 2024)

### 6.2.2 A tecnologia digital na mitigação de impactos ambientais na agricultura.

A pesquisa demonstra uma visão amplamente otimista e positiva sobre o papel das tecnologias digitais na mitigação de impactos ambientais na agricultura. Todos os entrevistados (100%) acreditam que as tecnologias digitais podem ajudar na redução do uso de insumos agrícolas e na melhoria da eficiência no uso da água. Esse resultado

destaca a confiança dos profissionais do setor agrícola na capacidade dessas inovações tecnológicas de promover uma agricultura mais sustentável e responsável.

Essa unanimidade sugere que os entrevistados reconhecem as tecnologias digitais como ferramentas cruciais para otimizar o uso de recursos naturais, minimizar o desperdício e reduzir o impacto ambiental das atividades agrícolas. Ao permitir uma aplicação mais precisa de insumos, como fertilizantes e pesticidas, e ao melhorar a gestão hídrica, essas tecnologias contribuem diretamente para práticas agrícolas mais sustentáveis. Além disso, a melhoria da eficiência no uso da água é especialmente relevante em um contexto de crescente escassez de recursos hídricos e mudanças climáticas, tornando essa percepção ainda mais significativa.

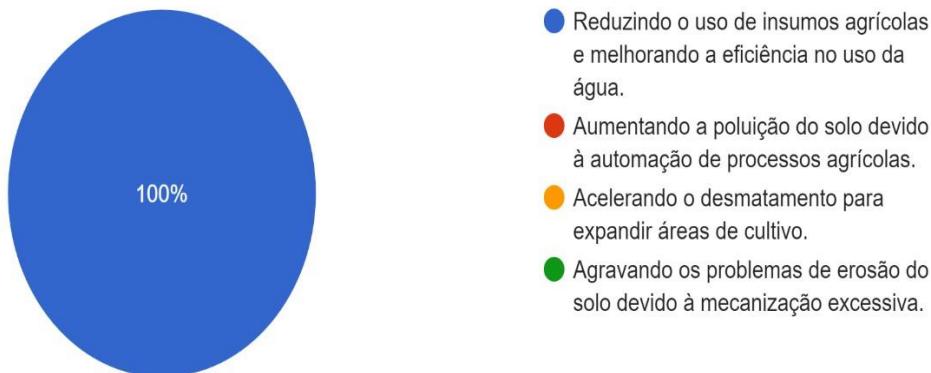
Por outro lado, nenhum dos participantes indicou que as tecnologias digitais poderiam aumentar a poluição do solo, acelerar o desmatamento ou agravar os problemas de erosão do solo devido à mecanização excessiva. A ausência de respostas nessas categorias reforça a visão de que as tecnologias digitais são percebidas como soluções que mitigam, e não exacerbam, os impactos ambientais negativos. Essa percepção é crucial, pois indica que os profissionais do setor agrícola veem as inovações tecnológicas não apenas como ferramentas de eficiência, mas também como aliadas na conservação ambiental.

Em suma, os resultados revelam um forte consenso de que as tecnologias digitais têm um papel fundamental na promoção de uma agricultura mais sustentável. A confiança na capacidade dessas inovações para reduzir o uso de insumos e melhorar a gestão hídrica reflete uma visão proativa do setor em relação à mitigação dos impactos ambientais. A ausência de preocupações com os potenciais impactos negativos dessas tecnologias indica uma percepção predominantemente positiva, alinhada com os objetivos de sustentabilidade e conservação ambiental na agricultura moderna.

Figura 22. Segunda questão - questionário 2.

2 - Como você acha que as tecnologias digitais podem ajudar na mitigação de impactos ambientais na agricultura?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

### **6.2.3 Os desafios enfrentados pelos estudantes de agronomia na aprendizagem e adoção da tecnologia digital na agricultura.**

Os resultados sobre os desafios enfrentados pelos estudantes de agronomia ao aprender sobre tecnologias digitais na agricultura revelam uma visão clara dos principais obstáculos. A maioria dos entrevistados (45,5%) aponta o custo elevado de ferramentas e recursos tecnológicos como o principal desafio. Esse resultado sugere que as despesas associadas à aquisição e manutenção de tecnologias podem ser um obstáculo significativo para o aprendizado e a implementação dessas inovações.

O segundo maior desafio identificado é a dificuldade de acesso a treinamentos práticos e laboratórios equipados, mencionado por 40,9% dos participantes. Isso indica que a falta de recursos e oportunidades práticas para o aprendizado pode limitar a capacidade dos estudantes de aplicar efetivamente o conhecimento teórico.

13,6% dos entrevistados destacam a dificuldade em conciliar teoria e prática no uso das tecnologias como um desafio. Embora menos significativo em comparação com os desafios relacionados a custos e acesso, este problema ainda pode impactar a eficácia do aprendizado ao dificultar a aplicação prática dos conceitos teóricos.

Nenhum dos participantes relatou que há inexistência de problemas devido à eficácia das tecnologias digitais. Isso reforça a percepção de que os desafios enfrentados não estão relacionados à eficácia das tecnologias em si, mas sim a

questões práticas e financeiras associadas ao aprendizado e à aplicação dessas tecnologias.

Figura 23. Terceira questão - questionário 2.

3 - Quais são os principais desafios que os estudantes de agronomia podem enfrentar ao aprender sobre tecnologias digitais na agricultura?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.4 A tecnologia digital em contribuição positiva no meio rural para a modernização da agricultura.**

Os resultados indicam que todos os estudantes de agronomia (100%) acreditam que as tecnologias digitais têm contribuído positivamente para a modernização da agricultura no meio rural. Essa totalidade demonstra uma percepção amplamente favorável entre os futuros profissionais do setor agrícola em relação ao impacto das inovações tecnológicas no campo.

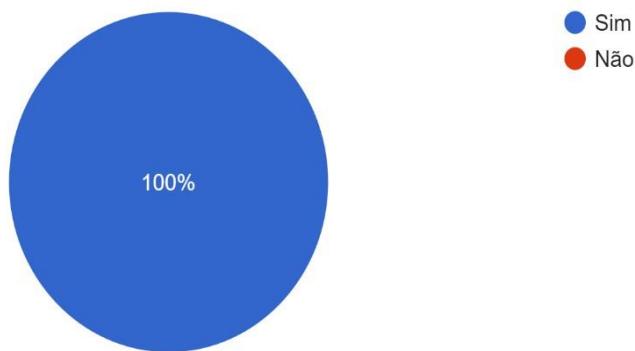
A confiança total dos alunos na importância das tecnologias digitais sugere que eles reconhecem o papel crucial dessas ferramentas na transformação e melhoria das práticas agrícolas. Isso pode incluir a otimização de recursos, a precisão na aplicação de insumos, o monitoramento eficaz de culturas, a redução de desperdícios e a sustentabilidade ambiental. Além disso, essa visão positiva pode refletir o envolvimento crescente das instituições de ensino em preparar os alunos para o uso dessas tecnologias, incorporando o conhecimento técnico e prático necessário para o ambiente rural moderno. A ausência de respostas negativas (0%) também indica que os estudantes não veem desvantagens significativas ou barreiras impeditivas na adoção

dessas tecnologias. Em suma, a unanimidade nos resultados reflete um cenário promissor para a modernização da agricultura, com as tecnologias digitais sendo vistas como essenciais para o desenvolvimento sustentável e a eficiência no meio rural. Isso reforça a ideia de que a próxima geração de agrônomos está preparada e motivada para integrar essas inovações em suas futuras práticas profissionais.

Figura 24. Quarta questão - questionário 2.

4 - Você acredita que as tecnologias digitais tem contribuído positivamente no meio rural na modernização da agricultura?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.5 A integração da Gestão Agrícola (plataformas digitais para planejamento e gerenciamento agrícola) com o Big Data/Análise de Dados, Drones/ Imagens de Satélite e Sensores IoT pode promover a sustentabilidade e aumentar a eficiência nas operações no meio rural.**

A avaliação dos resultados obtidos com a pergunta sobre a integração da Gestão Agrícola com Big Data, Drones/Imagens de Satélite e Sensores IoT demonstra um consenso absoluto entre os entrevistados, com 100% deles acreditando que essa combinação de tecnologias pode promover a sustentabilidade e aumentar a eficiência nas operações rurais.

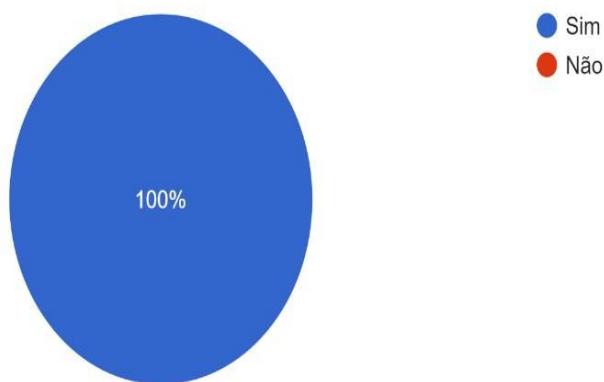
Essa unanimidade reflete uma forte confiança na capacidade dessas tecnologias de transformar a agricultura, melhorando tanto a gestão quanto a operação no campo. A integração das plataformas digitais de gestão agrícola com ferramentas avançadas como Big Data, drones e sensores IoT é vista como um meio essencial para otimizar o uso de recursos, aumentar a produtividade e reduzir impactos ambientais.

Ao permitir uma análise mais detalhada e em tempo real das condições agrícolas, essas tecnologias proporcionam uma tomada de decisão mais informada e precisa, o que é crucial para a implementação de práticas agrícolas mais sustentáveis. A utilização de drones e imagens de satélite, por exemplo, permite monitorar grandes áreas de cultivo com eficiência, enquanto os sensores IoT oferecem dados em tempo real sobre o solo, o clima e as culturas, facilitando intervenções mais rápidas e eficazes.

O consenso entre os entrevistados sugere que os futuros profissionais do setor agrícola veem a integração dessas tecnologias como uma solução indispensável para enfrentar os desafios da agricultura moderna, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade e à eficiência operacional. Essa visão indica uma tendência clara de que a adoção e o desenvolvimento dessas tecnologias serão fundamentais para o avanço do setor agrícola nos próximos anos.

Figura 25. Quinta questão - questionário 2.

5 - Você acredita que a integração da Gestão Agrícola (plataformas digitais para planejamento e gerenciamento agrícola) com o Big Data/Análise de...mentar a eficiência nas operações no meio rural?  
22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.6 Interesse dos estudantes em seguir uma carreira que envolva a aplicação e o desenvolvimento de tecnologias digitais no campo agrícola.**

A avaliação dos resultados da pergunta sobre o interesse em seguir uma carreira que envolva a aplicação e desenvolvimento de tecnologias digitais no campo agrícola revela um forte entusiasmo e disposição para a inovação tecnológica no setor.

Com 81,8% dos entrevistados demonstrando interesse em carreiras focadas em tecnologias digitais na agricultura, o resultado destaca um significativo entusiasmo e compromisso com a integração de inovações tecnológicas na agricultura. Esse alto percentual sugere uma percepção positiva e uma crescente valorização das tecnologias digitais para a modernização e eficiência no setor agrícola.

O interesse predominante em seguir uma carreira nessa área indica uma forte motivação para explorar como as tecnologias digitais podem transformar práticas agrícolas, melhorar a gestão de recursos e promover a sustentabilidade. A tendência revela uma crescente demanda por especialistas em tecnologias digitais no campo agrícola, sublinhando a importância da inovação e desenvolvimento contínuos no setor.

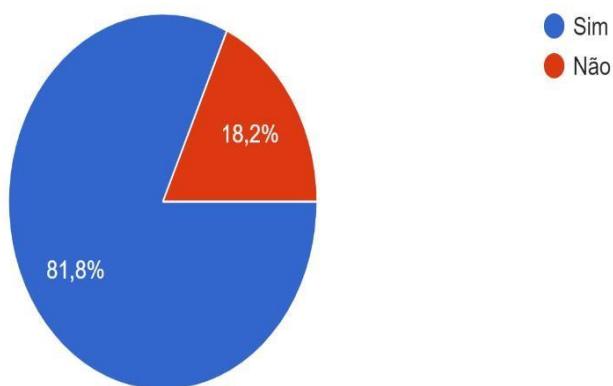
Em contraste, 18,2% dos entrevistados não demonstraram interesse em seguir essa carreira. Embora esse número seja menor, ainda representa uma parte considerável dos participantes. Esse desinteresse pode refletir fatores como falta de familiaridade com as tecnologias digitais, preferência por práticas agrícolas tradicionais ou preocupações sobre a aplicabilidade e impacto das tecnologias no campo.

Logo, os resultados mostram uma clara disposição para adotar e desenvolver tecnologias digitais na agricultura, com a maioria expressando um forte interesse em carreiras nessa área. A presença de uma minoria não interessada sugere oportunidades para aumentar a conscientização e a educação sobre os benefícios das tecnologias digitais, potencialmente ampliando o interesse e a adoção dessas inovações no setor agrícola.

Figura 26. Sexta questão - questionário 2.

6 - Você está interessado em seguir uma carreira que envolva a aplicação e desenvolvimento de tecnologias digitais no campo agrícola?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.7 Desafios que os alunos acreditam que as tecnologias digitais enfrentam na adoção por agricultores tradicionais.**

Os dados obtidos da pesquisa sobre os principais desafios enfrentados pelas tecnologias digitais na adoção por agricultores tradicionais revelam algumas barreiras significativas. O maior obstáculo identificado, apontado por 40,9% dos participantes, é o alto custo de aquisição e manutenção dessas tecnologias. Esse fator é crucial, especialmente para pequenos produtores, que podem não dispor de recursos financeiros suficientes para investir em soluções tecnológicas avançadas, o que limita a disseminação dessas ferramentas no meio rural.

Outro desafio importante, mencionado por 36,4% dos entrevistados, é a resistência à mudança e a falta de familiaridade com novas tecnologias. Agricultores tradicionais muitas vezes têm práticas agrícolas enraizadas e podem hesitar em adotar inovações digitais devido à falta de confiança ou entendimento sobre como essas tecnologias podem beneficiar sua produção. A transição para uma agricultura mais digitalizada exige, portanto, não só a introdução de tecnologias, mas também programas de capacitação que ajudem esses agricultores a se adaptarem a essas novas ferramentas.

A falta de infraestrutura de conectividade em áreas rurais, apontada por 18,2% dos participantes, também é uma limitação relevante. Sem acesso à internet de

qualidade, muitas das soluções digitais disponíveis, como o monitoramento em tempo real, análise de dados e automação de processos, tornam-se inviáveis. Isso reforça a necessidade de investimentos públicos e privados em infraestrutura tecnológica no campo, a fim de permitir que os benefícios da agricultura digital alcancem uma parcela maior da população rural.

Por fim, 4,5% dos respondentes destacaram a dificuldade em interpretar e utilizar os dados complexos gerados por essas tecnologias. Embora ferramentas digitais possam coletar informações detalhadas sobre as condições das culturas e do solo, o desafio está em capacitar os agricultores a compreender e aplicar esses dados de maneira prática e eficiente, o que demanda um suporte contínuo e assistência técnica especializada.

Esses dados demonstram que, embora as tecnologias digitais tenham grande potencial para transformar a agricultura, ainda existem obstáculos financeiros, culturais, de infraestrutura e de capacitação que precisam ser superados para garantir uma adoção mais ampla e eficiente dessas inovações no meio rural.

**Figura 27. Sétima questão - questionário 2.**

7 - Quais são os principais desafios que você acredita que as tecnologias digitais enfrentam na adoção por agricultores tradicionais?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.8 Porque a ausência de acesso à educação e capacitação pode representar um obstáculo para a adoção de tecnologias digitais na agricultura.**

A pergunta sobre os desafios causados pela falta de acesso à educação e treinamento na adoção de tecnologias digitais na agricultura revela importantes

barreiras que afetam os agricultores tradicionais. O principal fator, apontado por 54,5% dos entrevistados, é que a ausência de treinamento adequado limita a capacidade dos agricultores de utilizarem essas tecnologias de forma eficaz. Embora as ferramentas digitais possam oferecer grandes benefícios, sua eficácia depende da habilidade dos usuários em operá-las corretamente, o que reforça a necessidade de programas de capacitação práticos e acessíveis para os produtores rurais.

Outro aspecto relevante, indicado por 31,8% dos respondentes, é o desinteresse dos agricultores tradicionais em aprender sobre novas tecnologias. Isso pode ser atribuído a uma combinação de fatores culturais, resistência à mudança e falta de percepção imediata dos benefícios que essas inovações podem trazer ao seu trabalho diário. Superar essa barreira exige não apenas a oferta de treinamentos, mas também a conscientização sobre como a adoção de tecnologias digitais pode aumentar a produtividade e a sustentabilidade no campo.

A pesquisa também aponta que 9,1% dos participantes consideram que a educação formal não oferece cursos específicos sobre tecnologias agrícolas. Isso evidencia uma lacuna no sistema educacional, onde as instituições poderiam desempenhar um papel mais proativo na preparação de futuros agricultores para o uso de ferramentas tecnológicas. A inclusão de disciplinas voltadas para a digitalização da agricultura poderia ajudar a mudar esse cenário, promovendo maior familiaridade com as inovações desde a formação inicial.

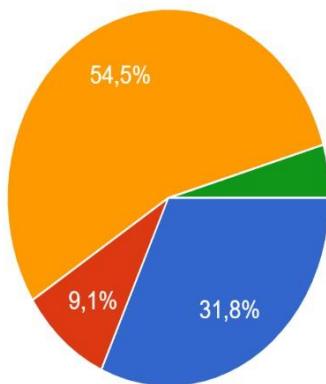
Por fim, 4,5% dos entrevistados mencionaram que os altos custos de treinamento representam um obstáculo. Embora essa não seja uma barreira principal, ainda é um fator limitante para alguns agricultores, especialmente os de menor poder aquisitivo, que podem não ter condições de arcar com cursos de qualificação.

Esses dados demonstram que a falta de educação e treinamento adequados é um desafio crítico na adoção de tecnologias digitais na agricultura. Para superar essa barreira, é fundamental investir em capacitação acessível e contínua, além de promover maior sensibilização sobre os benefícios dessas tecnologias para os agricultores tradicionais.

Figura 28. Oitava questão - questionário 2.

8 - Por que a falta de acesso à educação e treinamento pode ser um desafio na adoção de tecnologias digitais na agricultura?

22 respostas



- Porque agricultores tradicionais não têm interesse em aprender sobre novas tecnologias.
- Porque a educação formal não oferece cursos específicos sobre tecnologias agrícolas.
- Porque a falta de treinamento adequado pode limitar a capacidade dos agricultores.
- Porque os custos de treinamento são proibitivamente altos para a maioria das pessoas.

Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.9 Benefícios econômicos e ambientais na utilização de drones e imagens de satélite na agricultura.**

Os dados obtidos sobre os benefícios econômicos e ambientais do uso de drones e imagens de satélite na agricultura destacam, de forma clara, o impacto positivo dessas tecnologias, especialmente no que se refere à redução dos custos operacionais. Para 95,5% dos entrevistados, a principal vantagem econômica está na capacidade dessas ferramentas de realizar o monitoramento mais eficiente das culturas, permitindo a detecção precoce de problemas, como pragas, doenças ou deficiências nutricionais. Isso resulta em uma gestão agrícola mais precisa e otimizada, reduzindo o uso excessivo de insumos e evitando perdas significativas, o que consequentemente diminui os custos operacionais.

Por outro lado, os participantes não identificaram impactos negativos, como o aumento da poluição atmosférica devido à operação de drones e lançamento de satélites, com 0% atribuindo importância a essa questão. Isso sugere que, na visão dos entrevistados, o uso dessas tecnologias não traz prejuízos ambientais significativos, sendo visto principalmente como uma solução sustentável.

Além disso, 4,5% dos entrevistados consideram que as imagens de satélite podem contribuir para a diminuição do desmatamento, auxiliando na fiscalização de áreas protegidas. Esse benefício ambiental reforça o potencial das tecnologias de

monitoramento remoto para a preservação ambiental, ao permitir que autoridades e produtores acompanhem o uso do solo e previnam o desmatamento ilegal.

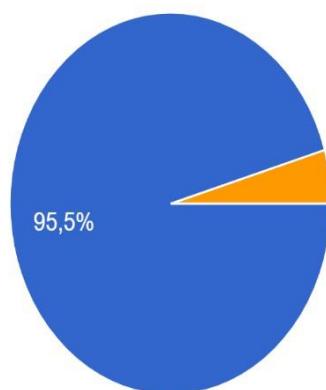
Por fim, a pesquisa não indicou que os drones estão sendo amplamente utilizados para o plantio automatizado de sementes, com 0% dos respondentes destacando essa prática como uma vantagem. Isso pode indicar que, embora a tecnologia esteja disponível, ainda não é amplamente adotada para essa função específica.

Em resumo, os dados revelam que os benefícios econômicos e ambientais do uso de drones e imagens de satélite na agricultura estão fortemente ligados à eficiência operacional e à sustentabilidade, com destaque para a redução de custos e o auxílio na proteção ambiental. Esses resultados reforçam a importância dessas tecnologias no avanço da agricultura moderna.

**Figura 29. Nona questão - questionário 2.**

9 - Na sua opinião, quais são os benefícios econômicos e ambientais de se utilizar drones e imagens de satélite na agricultura?

22 respostas



- Redução dos custos operacionais ao permitir monitoramento mais eficiente das culturas e detecção precoce de pragas.
- Aumento da poluição atmosférica devido à operação dos drones e lançamento de satélites.
- Diminuição do desmatamento, já que as imagens de satélite podem ajudar na fiscalização.
- Expansão das áreas de cultivo devido ao uso de drones para o plantio automático.

Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.10 Como as universidades podem melhorar na preparação dos estudantes de agronomia para que possam aprender a utilizar as tecnologias digitais emergentes no setor agrícola.**

A questão sobre como as universidades podem melhor preparar os estudantes de agronomia para lidar com as tecnologias digitais emergentes no setor agrícola revela

que a abordagem prática e focada em experiências diretas é a mais valorizada pelos entrevistados. O dado mais expressivo, com 45,5% das respostas, indica que a integração de módulos de treinamento prático no currículo, abordando o uso de drones, sensores IoT e análise de Big Data, é vista como a maneira mais eficaz de preparar os futuros agrônomos. Isso reflete a importância de ensinar os estudantes a operar diretamente essas tecnologias, proporcionando uma formação que vai além da teoria e prepará-los para o uso prático das ferramentas digitais no campo.

Além disso, 22,7% dos entrevistados acreditam que a oferta de estágios obrigatórios em empresas que desenvolvem tecnologias agrícolas digitais seria uma forma importante de conectar o ensino acadêmico com a prática do mercado. Esses estágios proporcionam aos estudantes a oportunidade de vivenciar o desenvolvimento e a aplicação das inovações digitais em ambientes reais, ampliando sua experiência e compreensão das demandas do setor.

A introdução de cursos obrigatórios sobre programação e desenvolvimento de software foi citada por 18,2% dos participantes, indicando que, embora o conhecimento técnico de programação seja relevante, ele não é visto como o principal ponto de preparação. No entanto, com a crescente digitalização da agricultura, habilidades em software podem ser um diferencial importante para os agrônomos que buscam se destacar no mercado.

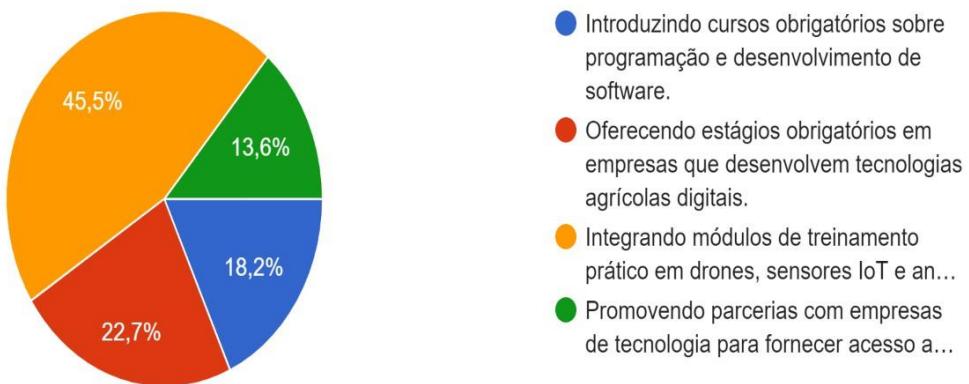
Por último, 13,6% dos respondentes destacam a importância de parcerias entre universidades e empresas de tecnologia para oferecer acesso a equipamentos e softwares de última geração. Essa colaboração facilitaria o aprendizado prático e permitiria que os estudantes tivessem contato direto com as ferramentas mais inovadoras disponíveis no mercado.

Em suma, os dados da pesquisa sugerem que a preparação dos estudantes de agronomia para o uso de tecnologias digitais deve ser focada na prática, com treinamentos em equipamentos e estágios em empresas do setor. A combinação de ensino teórico e experiências reais no campo pode garantir que os futuros agrônomos estejam bem equipados para enfrentar os desafios da agricultura digital.

Figura 30. Décima questão - questionário 2.

10 - Como você acha que as universidades poderiam melhor preparar os estudantes de agronomia para lidar com as tecnologias digitais emergentes no setor agrícola?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.11 Exploração de softwares de gestão agrícola e como eles podem facilitar o manejo das propriedades rurais.**

A discussão sobre o uso de softwares de gestão agrícola no manejo de propriedades rurais revela um cenário em que a maioria dos participantes ainda não explorou diretamente essas ferramentas, mas demonstra um forte interesse em aprender mais sobre seu potencial. Com 68,2% dos respondentes afirmando que não utilizaram esses softwares, mas estão curiosos sobre como eles podem melhorar a gestão de recursos, percebe-se uma grande oportunidade para a disseminação dessas tecnologias no setor agrícola. Esse dado reflete uma abertura para a adoção de soluções digitais, desde que haja maior divulgação e capacitação sobre o uso dessas ferramentas.

Além disso, 18,2% dos entrevistados afirmaram já ter utilizado softwares para a gestão de inventário e controle de estoque de insumos agrícolas, destacando um benefício prático e específico dessas tecnologias na organização e planejamento de insumos essenciais para a produção rural. Isso demonstra que, quando explorados, os softwares podem trazer ganhos significativos em termos de eficiência e controle de recursos.

Por outro lado, 13,6% dos participantes mencionaram que experimentaram softwares que permitem o monitoramento em tempo real das condições climáticas e do

solo, uma funcionalidade crucial para o manejo preciso das propriedades rurais. Esse tipo de tecnologia oferece dados valiosos para os agricultores, ajudando na tomada de decisões mais informadas e na otimização do uso de insumos, como água e fertilizantes, com impactos positivos tanto na produtividade quanto na sustentabilidade.

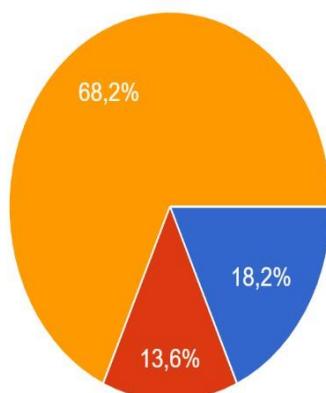
Nenhum dos entrevistados considerou que os softwares de gestão agrícola são complicados demais para o uso prático, o que é um indicativo positivo de que, embora muitos ainda não tenham explorado essas ferramentas, não existe uma percepção de que sejam inacessíveis ou difíceis de manusear.

Em resumo, os dados revelam que há um interesse crescente em softwares de gestão agrícola, com destaque para suas aplicações no controle de estoque e monitoramento ambiental. A chave para a maior adoção dessas tecnologias parece estar na oferta de treinamentos e na conscientização sobre seus benefícios, facilitando o acesso e o uso eficaz por parte dos produtores rurais.

Figura 31. Décima primeira questão - questionário 2.

11 - Você já explorou softwares de gestão agrícola e como eles podem facilitar o manejo das propriedades rurais?

22 respostas



- Sim, utilizei softwares que ajudam na gestão de inventário e controle de estoque de insumos agrícolas.
- Sim, experimentei softwares que permitem o monitoramento em tempo real das condições climáticas e do solo.
- Não, mas estou interessado em aprender como esses softwares pode...
- Não, pois considero que softwares de gestão agrícola são complicados dem...

Fonte: (Rocha, 2024)

#### **6.2.12 Tecnologias digitais como oportunidade de modernização para a agricultura brasileira.**

A percepção das tecnologias digitais como uma oportunidade de modernização para a agricultura brasileira apresenta um resultado unânime e otimista. Todos os participantes, 100%, acreditam que as tecnologias digitais têm o potencial de melhorar

a eficiência agrícola e reduzir os impactos ambientais, o que destaca a visão positiva em relação ao papel dessas inovações no avanço do setor. Essa perspectiva reflete a conscientização de que ferramentas como sensores, drones, softwares de gestão e análise de dados podem otimizar o uso de recursos, aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, contribuir para práticas mais sustentáveis, minimizando os impactos ambientais.

Nenhum dos entrevistados considerou que as tecnologias digitais sejam relevantes apenas para grandes fazendas comerciais ou que sua implementação não traria benefícios econômicos para os agricultores brasileiros. Isso sugere que, na visão dos participantes, essas inovações têm o potencial de beneficiar tanto grandes quanto pequenos produtores, desde que sejam adequadamente acessíveis e implementadas de maneira inclusiva.

Da mesma forma, nenhum respondente afirmou que as tecnologias digitais não são relevantes para as práticas agrícolas tradicionais no Brasil. Isso indica uma percepção de que, mesmo em sistemas mais convencionais ou familiares, as ferramentas digitais podem desempenhar um papel importante na modernização e na eficiência produtiva.

Em síntese, os dados revelam uma forte crença de que as tecnologias digitais representam uma oportunidade de modernização para a agricultura brasileira, com destaque para a eficiência produtiva e os benefícios ambientais. A ausência de respostas negativas demonstra uma aceitação geral dessas tecnologias como um caminho inevitável e promissor para o futuro da agricultura no Brasil.

Figura 32. Décima primeira questão - questionário 2.

12 - Você vê as tecnologias digitais como uma oportunidade de modernização para a agricultura brasileira?

22 respostas



Fonte: (Rocha, 2024)

## 7. RECOMENDAÇÕES

A pesquisa realizada sobre o uso de tecnologias digitais na agricultura, com foco em drones, sensores, imagens de satélite e sistemas de gestão agrícola, revela que essas ferramentas são suficientemente eficazes para promover a sustentabilidade no meio agrícola. Tanto os profissionais da área quanto os estudantes de agronomia demonstraram, através dos questionários, que a integração dessas tecnologias é fundamental para alcançar práticas agrícolas realmente sustentáveis. Portanto, recomenda-se que, para maximizar os benefícios e promover a sustentabilidade, essas quatro tecnologias sejam aplicadas de maneira conjunta, complementando-se mutuamente em seus papéis na coleta de dados, monitoramento e gestão das plantações.

Além disso, priorizar a sustentabilidade é crucial. Incorporar práticas que conservem os recursos naturais e reduzam o impacto ambiental não só é benéfico para o meio ambiente, mas também asseguram a produtividade a longo prazo. Participar de cursos, workshops e eventos especializados pode ajudar a manter-se atualizado sobre as últimas tendências e inovações no setor.

Colaborar e compartilhar conhecimentos com outros profissionais também é importante. A troca de experiências e soluções pode acelerar a adoção de novas tecnologias e práticas, proporcionando um ambiente de aprendizado mútuo. A análise

de dados é outro aspecto essencial; utilizar ferramentas que permitam monitorar e avaliar o desempenho das operações pode ajudar a ajustar e otimizar práticas conforme necessário.

O profissional deve estar aberto a experimentar novas abordagens e tecnologias, pois isso pode oferecer vantagens competitivas e contribuir para o desenvolvimento de um setor agrícola mais avançado e sustentável. A integração de práticas inovadoras e responsáveis é fundamental para alcançar resultados positivos e garantir um futuro promissor para a agricultura.

## **8. CONCLUSÃO**

A análise das respostas de profissionais e estudantes de agronomia evidencia que a adoção de tecnologias digitais melhora a eficiência operacional e promove práticas agrícolas mais sustentáveis. Os dados revelam que as tecnologias otimizam o uso de insumos e reduzem o impacto ambiental, promovendo uma mudança para uma agricultura mais responsável. Além disso, o interesse dos estudantes em se qualificar na área tecnológica reforça a tendência de ampliação dessas práticas no futuro, alinhando-se às demandas do setor. Este estudo, portanto, destaca a importância da continuidade na integração tecnológica e na capacitação profissional para uma agricultura mais eficiente e ambientalmente consciente, proporcionando uma base para pesquisas futuras e para o avanço do setor.

## 9. REFERÊNCIAS

Embrapa. **As tecnologias digitais podem transformar a agricultura.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-notícias/-//-/notícia//656/artigo---você-dígito-p-transfor-mar-um-ag>. Acesso em: 2 agos. 2024.

Embrapa. **Determinantes da adoção de tecnologias na agricultura.** Disponível em: <https://ainfo.cn.embr.br/digital//pedaço/item/182/1//DeterminantesAdocaoTecn.pdf>. Acesso em: 2 agos. 2024.

SCIENTIA GENERALI. **EVOLUÇÃO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA.** Disponível em: <https://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/536/414>. Acesso em: 2 agos. 2024.

RODRIGUES, D. B.; SANTOS, C. J. de S.; SILVA, C. B. da; RODRIGUES, F.; ALCÂNTARA, G. A. M. de; MOREIRA, K. D. S. **A aplicação da IoT (Internet das Coisas) na agricultura: uma revisão sistemática.** *Engenharias*, v. 27, n. 125, p. Disponível em: <https://revistaft.com.br/a-aplicacao-da-iot-internet-das-coisas-na-agricultura-uma-revisao-sistematica/>. Acesso em: 3 agos. 2024.

MOREIRA DA SILVA, M. A. **Rede de sensores para aplicação em agricultura: um estudo de caso.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18420/000728388.pdf?sequence=1>. Acesso em: 5 agos. 2024.

DARZI, Rodrigo. **Análise de Dados na Agricultura - Da Informação à Ação.** SciCrop, 2024. Disponível em: <https://scicrop.com/2024/04/26/da-informacao-a-acao-como-a-analise-de-dados-esta-impulsionando-a-agricultura/>. Acesso em: 7 agos. 2024.

SOUZA, R. V. de; LOPES, W. C.; INAMASU, R. Y. **Automação de Máquinas e Implementos Agrícolas: Eletrônica Embarcada, Robótica e Sistema de Gestão de Informação.** Embrapa, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126970/1/capitulo11-105-14.pdf>. Acesso em: 7 agos. 2024.

ZYLBERSTAJN, Decio. **Administração de sistemas de base agrícola: análise de fatores críticos**. Revista de Administração (São Paulo), 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rausp/a/KpxvVYfcx7zrps6CKtjFKB/>. Acesso em: 10 agos. 2024.

SOTT, Michele Kremer. **O Papel das Tecnologias Emergentes na Agricultura Digital: Um Panorama Geral**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Michele-Sott/publication/354294757\\_O\\_Papel\\_das\\_Tecnologias\\_Emergentes\\_na\\_Agricultura\\_Digital\\_um\\_Panorama\\_Geral/links/613000290360302a007356ae/O-Papel-das-Tecnologias-Emergentes-na-Agricultura-Digital-um-Panorama-Geral.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Michele-Sott/publication/354294757_O_Papel_das_Tecnologias_Emergentes_na_Agricultura_Digital_um_Panorama_Geral/links/613000290360302a007356ae/O-Papel-das-Tecnologias-Emergentes-na-Agricultura-Digital-um-Panorama-Geral.pdf). Acesso em: 17 agos. 2024.

RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; ZEFERINO, Ana Carolina Sanches. **Agricultura Sustentável, Irrigação e Transformação Digital**. Revista Labdge, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revlabdge/article/view/58447>. Acesso em: 20 agos. 2024.

STROPARO, Telma Regina. **Transformação digital na agricultura: Impactos da Internet das Coisas (IoT) na eficiência produtiva e sustentabilidade**. Lumen et Virtus, v. XV, n. XXXVIII, p.1573-1581, 2024. Disponível em: <https://peiodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/download/121/154/424>. Acesso em: 23 agos. 2024.

PAIVA, Diogo Zappa. **A Utilização de Drones na Agricultura: Uma Revisão Bibliográfica entre 2012 e 2022**. Fundação Getúlio Vargas, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/373544690\\_A\\_UTILIZACAO\\_DE\\_DRONES\\_NA\\_AGRICULTURA\\_UMA\\_REVISAO\\_BIBLIOGRAFICA\\_ENTRE\\_2012\\_E\\_2022](https://www.researchgate.net/publication/373544690_A_UTILIZACAO_DE_DRONES_NA_AGRICULTURA_UMA_REVISAO_BIBLIOGRAFICA_ENTRE_2012_E_2022). Acesso em: 25 agos. 2024.

OLIVEIRA, Alessandro. **O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável**. ResearchGate, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/372205620\\_O\\_papel\\_dos\\_drones\\_na\\_agricultura\\_40\\_e\\_50\\_Auxilio\\_tecnologico\\_para\\_uma\\_agricultura\\_eficiente\\_produtiva\\_e\\_sustentavel](https://www.researchgate.net/publication/372205620_O_papel_dos_drones_na_agricultura_40_e_50_Auxilio_tecnologico_para_uma_agricultura_eficiente_produtiva_e_sustentavel). Acesso em: 28 agos. 2024.

COUTINHO, Alexandre C. **Potencial e Limitações do Monitoramento Agrícola com Imagens do Satélite**. Embrapa Informática Agropecuária, 2023. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39312/1/Potencial-Alexandre.pdf>. Acesso em: 29 agos. 2024.

INÁCIO, Guilherme et al. **Sistemas de Informação para Gestão Agrícola: Desenvolvimento e Implementação**. Universidade de Uberaba, 2023. Disponível em: <https://dspace.uniube.br:8443/bitstream/123456789/2687/1/Sistemas%20de%20informa%c3%A7%c3%A3o%20para%20gest%c3%A3o%20agr%c3%adcola%20desenvolvimento%20e%20implementa%c3%A7%c3%A3o.pdf>. Acesso em: 31 agos. 2024.

Furtado, Kenedy Daniel Calegari. **O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável**. Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/372205620\\_O\\_papel\\_dos\\_drones\\_na\\_agricultura\\_40\\_e\\_50\\_Auxilio\\_tecnologico\\_para\\_uma\\_agricultura\\_eficiente\\_produtiva\\_e\\_sustentavel](https://www.researchgate.net/publication/372205620_O_papel_dos_drones_na_agricultura_40_e_50_Auxilio_tecnologico_para_uma_agricultura_eficiente_produtiva_e_sustentavel). Acesso em: 2 set. 2024.

Assis, Kamila Cristina de Credo, Piantoni, Jane, e Ferraz, Rodrigo Azevedo. **Tecnologias em Agricultura Inteligente: Eficiência e Sustentabilidade**. Instituto de Tecnologia, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/45072/36289/474280>. Acesso em: 2 set. 2024.

Mabetana, Kima Paulo Frederico et al. **Inovação na Agricultura Familiar Brasileira**. Universidade Federal de Santa Maria, 2024. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/569/2024/11/INOVACAO-NA-AGRICULTURA-FAMILIAR-BRASILEIRA.pdf>. Acesso em: 3 set. 2024.

Andrade, João Victor Vardenski. **Integração de Dados Climáticos e Inteligência Artificial na Previsão de Riscos Agrícolas**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2024. Disponível em: [https://siseve.apps.uepg.br/storage/CONAITEC2024/246\\_JOAO\\_VICTOR\\_VARDENSKI\\_DE\\_ANDRADE-172453524843569.pdf](https://siseve.apps.uepg.br/storage/CONAITEC2024/246_JOAO_VICTOR_VARDENSKI_DE_ANDRADE-172453524843569.pdf). Acesso em: 8 set. 2024.

Farmonaut. **Monitoramento Agrícola por Satélite: Tecnologias Avançadas para Gestão Sustentável e Aumento de Produtividade**. Disponível em:

<https://farmonaut.com/remote-sensing/monitoramento-agricola-por-satelite-tecnologias-avancadas-para-gestao-sustentavel-e-aumento-de-produtividade/>. Acesso em: 8 set. 2024.

**TOTVS. Sustentabilidade na Agricultura: 9 práticas para aplicar.** Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/sustentabilidade-na-agricultura/>. Acesso em: 10 set. 2024.

BUAINAIN, Antônio Márcio; GARCIA, Júnior Ruiz; VIEIRA, Pedro Abel; SILVEIRA, Rodrigo Lanna Franco. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A Formação de um Novo Padrão Agrário e Agrícola.** Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/997068/o-mundo-rural-no-brasil-do-seculo-21-a-formacao-de-um-novo-padrao-agrario-e-agricola>. Acesso em: 12 set. 2024.

EIDT, Jane Simoni; UDRY, Consolacion. **Sistemas Agrícolas Tradicionais no Brasil.** Embrapa, 2019. ISBN: 978-85-7035-893-6. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1109452>. Acesso em: 13 set. 2024.

Bissio, Maria. **Algumas experiências, perspectivas e desafios da Medievalística no Brasil.** Revista Brasileira de História, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbh/a/LdkmyrPVNBspz559rMBdDKw/>. Acesso em: 13 set. 2024.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; ANDRADE, Adilson Martins Júnior; BARICELLO, Luis Gustavo; SILVA, Rodrigo Peixoto da. **Origens, Evolução e Tendências da Indústria de Máquinas Agrícolas.** Revista Econômica Sociológica Rural, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/Yg34vGfdryDNVrRj9K3Vwhx/>. Acesso em: 15 set. 2024.

Rosafa Gavioli, Felipe. **Agricultura, História e Desenvolvimento.** Diálogos - Revista do Departamento de História e do Programa de Pós-Graduação em História, vol. 15, núm. 2, maio-agosto, 2011, pp. 483-487. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3055/305526548008.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

Rea, R.. **Fatores Associados à Adoção de Tecnologia no Setor Agropecuário.** Revista Eletrônica de Administração, vol. 30, núm. 1, jan.-abr. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.396.127244>. Acesso em: 18 set. 2024.

SILVA, Bernardo Mançano Fernandes da. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** Disponível em: [https://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HI00STORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia\\_das\\_agriculturas](https://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HI00STORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia_das_agriculturas). Acesso em: 31 jul. 2024.

SUPER. **Grandes invenções da Idade Média.** Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/grandes-invencoes-da-idade-media/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

ADM Fácil. **Desafios do setor agropecuário brasileiro.** Disponível em: <https://www.admfacil.com/agro>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SINGENTA DIGITAL. **FMS na Agricultura.** Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/fms-agric>. Acesso em: 30 jul. 2024.

VISÃO DE CAMPO CLIMA. **Software de gestão agrícola.** Disponível em: <https://blog.cl>. Acesso em: 30 jul. 2024.

EOS. **Software agrícola: Como escolher a solução certa para sua fazenda.** Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/software-agricola>. Acesso em: 30 jul. 2024.

NAGRO. **Agronegócio digital: transformando o campo com tecnologia.** Disponível em: <https://nagr>. Acesso em: 30 jul. 2024.

VISÃO DE CAMPO CLIMA. **Revolução agrícola: a digitalização no campo.** Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/revolucao-agri>. Acesso em: 30 jul. 2024.

PET EAA. **Histórico de evolução da tecnologia na agricultura.** Disponível em: <https://peteaa.wixsite.com/pet-eaa/single-post/hist%C3%B3rico-deevolu%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 30 jul. 2024.

**FERRARI, Ana Paula; GONÇALVES, José Maria da Silva. A transformação digital no campo e a agricultura 4.0: desafios e perspectivas. Interface Tecnológica**, v. 19, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1761/1001>. Acesso em: 25 jul. 2024.

**FARIA, Marcus Vinícius Brito; FERREIRA, Maria Carolina Lima; OLIVEIRA, Pedro Henrique dos Santos; GRAZIANO, Gustavo Henrique de Almeida.** Adoção da agricultura digital: principais fatores de resistência. *Revista Tendências e Letras*, v. 15, n. 1, p. 1-16, 2023. Disponível em: <http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/834/505>. Acesso em: 25 jul. 2024.

**Drones e imagens de satélite na agricultura.** Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=hk88DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Drones+e+imagens+de+sat%C3%A9lite+na+agricultura+&ots=2NbKVfYOdr&sig=KUERsp6CVI9XvXGKwLsKghxO5Ps#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 25 jul. 2024.

**USO de veículos aéreos não tripulados (VANTs) na agricultura de precisão.** Disponível em: [https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/41812567/drones\\_agricultura-libre.pdf](https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/41812567/drones_agricultura-libre.pdf). Acesso em: 25 jul. 2024.

**APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS (IoT) NA AGRICULTURA DE PRECISÃO.** Disponível em: <https://repositorio.ueg.br/jspui/bitstream/tede/643/2/Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Internet%20das%20Coisas%20%28IoT%29%20na%20Agricultura%20de%20Precis%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

**EMBRAPA. Internet das coisas e a transformação digital no agronegócio.** 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1094005/1/Internetdascoisas1.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

**SILVA, José da.** Tecnologias digitais na agricultura: impactos e desafios. In: **CONGRESSO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA**, 2023, IFSULDEMINAS. Anais [...]. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/855/727>. Acesso em: 23 jul. 2024.

MARTINS, Gabriel V.; SOUZA, Marcus T.; COIMBRA, João Luís Meirelles de. **Melhoramento de precisão em arroz, feijão, trigo e soja.** In: BORÉM, Aluizio; CAIXETA, Eduardo Tadeu; NEPOMUCENO, Alexandre Leite (Org.). Melhoramento de precisão. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156142/1/cap.7-lv-melhoramento-precisao.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

EMBRAPA. **Agricultura Digital: Tecnologias e Inovação.** 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126283/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap16.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

ALMEIDA, J. M. de; SILVA, T. M. da; COSTA, A. C. da. **Análise dos Impactos da Agricultura Digital na Sustentabilidade.** Research, Society and Development, v. 11, n. 9, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/45072/36289>. Acesso em: 18 jul. 2024.

EMBRAPA. **Agricultura digital: Tecnologias e aplicações.** 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126261/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap6.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

**AUTOR(ES). Título do artigo.** Título dos Anais, [S.I.], ano de publicação. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/313/298>. Acesso em: 18 jul. 2024.

PEREIRA, Lucas. A importância da agricultura tradicional para a sustentabilidade. **Revista Extensão em Saúde Ambiental**, v. 1, pág. 45-58, 2020. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/238/234>. Acesso em: 18 jul. 2024.

GIRARDI, Éder J. Agricultura familiar e sustentabilidade: desafios e perspectivas. Campo-Território: **Revista de Geografia Agrária**, v. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/23084/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

BATISTA, João Paulo. **Agricultura familiar e sustentabilidade no Brasil**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/214180/000784044.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 jul. 2024.

EMBRAPA. **Coleção de povos e comunidades tradicionais**. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197939/1/Colecao-povos-e-comunidades-tradicionais>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SANTOS, D. M. C. dos. **O cooperativismo no Brasil: Uma abordagem teórica e empírica**. 2021. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/zfg5/pdf/santos-9788575114858-04.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). **Jornal IPNI Brasil**, n. 134, 2024. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/DB85663DCF4A3D8D83257A8F005E312C/\\$FILE/Jornal%20134.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/DB85663DCF4A3D8D83257A8F005E312C/$FILE/Jornal%20134.pdf). Acesso em: 18 jul. 2024.

EMBRAPA. **Cultura do arroz de sequeiro**. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/204377/1/culturaarrozsequeiro-p.239.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira; SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 4, p. 547-568, dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/Pjz4mbbbKwDz8Vm4sbDY7mR/?lang=pt>. Acesso em: 1 jun. 2024.

Gontijo, L. A., Maas, L., & Malvestiti, R. (2024). Inovações na agricultura orgânica: revisão sistemática e bibliométrica de literatura. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 62(2). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.269069>. Acesso em: 1 jun. 2024.

VIEIRA, Gilson; LIMA, Maria. **Análise da sustentabilidade ambiental em áreas urbanas**. **Revista Unincor**, v. 15, n. 2, p. 123-145, 2019. Disponível em:

[https://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2798/pdf\\_652](https://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2798/pdf_652).

Acesso em: 1 jun. 2024.

RAMOS, Luiz; PÉREZ, Manuel. **Estratégias para o desenvolvimento sustentável da agricultura. Revista de Agricultura Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 34-56, 2023. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/19849/CDBR17079098p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 jun. 2024.

FAESP/SENAF-SP. **Conexão no campo: a importância da tecnologia no meio rural**. 21 jul. 2021. Disponível em: <https://faespsenar.com.br/conexao-no-campo-a-importancia-da-tecnologia-no-meio-rural/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

SCADIAGRO. **Novas tecnologias no meio rural: entenda o impacto dessas inovações na sua propriedade**. 2 jan. 2020. Disponível em: <https://scadiagro.com.br/novas-tecnologias-no-meio-rural/>. Acesso em: 2 jun. 2024.

AGROHALL. **Agricultura 4.0: quais são os desafios enfrentados pelos produtores?** 29 set. 2022. Disponível em: <https://agrohall.com.br/blog/agricultura-4-0-quais-sao-os-desafios-enfrentados-pelos-produtores/>. Acesso em: 2 jun. 2024.

EMBRAPA. **Tecnologias agropecuárias**. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228627/1/Tecnologias-agropecuarias.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2024.

Max\_zero. **A história completa da agricultura: dos caçadores-coletores à agricultura moderna**. Agtech. Disponível em: <https://agtech.com.pt/the-full-history-of-agriculture-from-hunter-gatherers-to-modern-farming/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

BAYER. **Rotação de culturas: guia completo desta prática**. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/rotacao-de-culturas-guia-completo-desta-pratica>. Acesso em: 1 jun. 2024.

SOUZA, Larissa. **O que é compostagem e como funciona. Meu Verde Jardim.** Disponível em: <https://meuverdejardim.com.br/o-que-e-compostagem-e-como-funciona/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

PACHECO, Rafael. **Rotação de culturas: guia completo desta prática.** Agência FPA de Agricultura. Disponível em: <https://www.agencia.fpagropecuaria.org.br/author/rafaelpacheco/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

RIBEIRO, Carlos. **8 ferramentas para agricultura digital.** Blog Sensix. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/8-ferramentas-para-agricultura-digital/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

## 10 ANEXO – MEMÓRIA DE CÁLCULO

**Perguntas do formulário (Direcionado a técnicos e agrônomos).**

### **6.1.1 Distribuição de frequência: Tecnologia digital mais utilizada.**

Drones e imagens de satélite: 94,7% dos entrevistados indicaram esta tecnologia como a mais utilizada.

Sistema de gestão agrícola: 5,3% dos entrevistados mencionaram esta tecnologia.

Cálculo:

$$\text{Frequência de drones e imagens de satélite} = \frac{18}{19} \times 100 = 94,7\%$$

$$\text{Sistema de gestão agrícola} = \frac{1}{19} \times 100 = 5,3\%$$

Cálculo da média de percepções

$$\text{Média de benefícios indicados: } (94,7 + 5,3) / 2 = 50\%$$

### **6.1.2 Percepção do avanço da agricultura por meio da tecnologia digital.**

Impacto global: 68,4% dos entrevistados percebem a tecnologia digital como uma solução ampla e integrada para os desafios agrícolas.

Aplicação direcionada de insumos: 21,1% destacam o uso de insumos de maneira precisa.

Identificação rápida de problemas: 10,5% enxergam a importância dessa tecnologia para a detecção rápida de problemas.

Cálculo:

$$\text{Impacto global} = \frac{13}{19} \times 100 = 68,4\%$$

Aplicação direcionada de insumos =  $\frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$

Identificação rápida de problemas =  $\frac{2}{19} \times 100 = 10,5\%$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(68,4 + 21,1 + 10,5) / 4 = 33,33\%$

### **6.1.3 Principais benefícios da agricultura de precisão para a sustentabilidade.**

Todos os benefícios: 68,4% dos entrevistados selecionaram essa opção, indicando uma visão integrada dos benefícios.

Redução do uso de insumos: 15,8% mencionaram a diminuição de insumos como principal benefício.

Otimização de recursos: 10,5% destacaram a importância da eficiência no uso de recursos.

Saúde do solo e biodiversidade: 5,3% dos entrevistados mencionaram essa opção.

Cálculo:

Todos os benefícios =  $\frac{13}{19} \times 100 = 68,4\%$

Redução do uso de insumos =  $\frac{3}{19} \times 100 = 15,8\%$

Otimização de recursos =  $\frac{2}{19} \times 100 = 10,5\%$

Saúde do solo e biodiversidade =  $\frac{1}{19} \times 100 = 5,3\%$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(68,4 + 15,8 + 10,5 + 5,3) / 4 = 25\%$

#### **6.1.4 Fonte de informação sobre novas tecnologias.**

Internet: 63,2% dos entrevistados utilizam a internet como principal fonte.

Treinamentos por empresas: 21,1% obtêm informações através de treinamentos corporativos.

Instituições acadêmicas: 15,8% indicaram universidades e centros de pesquisa.

Cálculo:

$$\text{Internet} = \frac{12}{19} \times 100 = 63,2\%$$

$$\text{Treinamentos por empresas} = \frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$$

$$\text{Instituições acadêmicas} = \frac{3}{19} \times 100 = 15,8\%$$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(63,2 + 21,1 + 15,8) / 3 = 33,37\%$

#### **6.1.5 Percepção sobre a contribuição da agricultura digital para a sustentabilidade global.**

100% dos participantes acreditam que a agricultura digital contribui positivamente para a sustentabilidade alimentar global, indicando um consenso absoluto entre os entrevistados.

#### **6.1.6 - Visão sobre o futuro da agricultura digital para a sustentabilidade.**

**100% dos participantes** acreditam que a agricultura digital será fundamental para a sustentabilidade, demonstrando unanimidade quanto ao seu impacto positivo.

Nenhum participante considerou a agricultura digital como uma tendência passageira ou sem impacto relevante no longo prazo.

#### **6.1.7 Desafios na implementação da agricultura digital para promover a sustentabilidade**

31,6% dos entrevistados identificaram a resistência à adoção de novas tecnologias como o principal desafio, devido à falta de familiaridade e medo de abandonar métodos tradicionais.

26,3% destacaram a falta de infraestrutura tecnológica nas áreas rurais.

21,1% apontaram os altos custos de aquisição e manutenção de equipamentos e softwares como barreiras.

Outros 21,1% classificaram todos os desafios listados como significativos, refletindo uma visão de que todos esses obstáculos são interconectados e afetam a adoção tecnológica.

Cálculo:

$$\text{Resistência à adoção de novas tecnologias} = \frac{6}{19} \times 100 = 31,6\%$$

$$\text{Falta de infraestrutura tecnológica nas áreas rurais} = \frac{5}{19} \times 100 = 26,3\%$$

$$\text{Altos custos de aquisição e manutenção} = \frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$$

$$\text{Outros} = \frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$$

Cálculo da média de percepções

$$\text{Média dos obstáculos principais: } (31,6 + 26,3 + 21,1) / 3 = 26,33\%$$

#### **6.1.8 Principais impactos da agricultura digital na sustentabilidade.**

47,4% consideraram a melhoria na gestão do solo e biodiversidade como o maior benefício da agricultura digital, reconhecendo seu papel na conservação ambiental.

42,1% observaram o uso eficiente de recursos (como água e fertilizantes) como um impacto essencial.

Apenas 10,5% não viram um impacto significativo, o que sugere alguma incerteza ou falta de clareza sobre os benefícios específicos da agricultura digital.

Cálculo:

$$\text{Melhoria na gestão do solo e biodiversidade} = \frac{9}{19} \times 100 = 47,4\%$$

$$\text{Uso eficiente de recursos} = \frac{8}{19} \times 100 = 42,1\%$$

$$\text{Não viram um impacto significativo} = \frac{2}{19} \times 100 = 10,5\%$$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(47,4 + 42,1 + 10,5) / 4 = 25\%$

### **6.1.9 Aceitação das tecnologias sustentáveis entre colegas de profissão.**

47,4% dos entrevistados consideraram a aceitação de tecnologias sustentáveis como muito alta entre os colegas, indicando uma ampla adoção.

36,8% classificaram a aceitação como alta, mostrando uma variação na receptividade.

15,8% perceberam a aceitação como moderada, sugerindo algumas limitações, possivelmente ligadas ao desconhecimento ou resistência à mudança.

Cálculo:

$$\text{Muito alta} = \frac{9}{19} \times 100 = 47,4\%$$

$$\text{Muito alta} = \frac{7}{19} \times 100 = 36,8\%$$

$$\frac{3}{19} \times 100 = 15,8\%$$

19

### **6.1.10 Principais incentivos para aumentar a adoção de tecnologias sustentáveis.**

Capacitação e treinamentos: 31,6% dos entrevistados destacaram a capacitação como incentivo essencial.

Programas de financiamento e casos de sucesso: Cada um foi citado por 21,1% dos participantes, evidenciando a importância do apoio financeiro e do exemplo prático para inspirar a adoção.

Subsídios governamentais: Mencionados por 15,8%, refletem o papel das políticas públicas como apoio.

Parcerias com Universidades/Centros de pesquisa: 10,5% dos participantes apontaram essa colaboração, indicando uma visão de menor prioridade entre os incentivos.

Cálculo:

$$\frac{6}{19} \times 100 = 31,6\%$$

19

$$\frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$$

19

$$\frac{3}{19} \times 100 = 15,8\%$$

19

$$\frac{2}{19} \times 100 = 10,5\%$$

19

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(31,6 + 21,1 + 15,8 + 10,5) / 4 = 19,75\%$

### **6.1.11 Uso de tecnologias no meio rural e sustentabilidade ambiental**

Todos os entrevistados (100%) concordaram que o uso de tecnologias no meio rural é essencial para alcançar a sustentabilidade ambiental. Essa unanimidade aponta para uma crença sólida no papel positivo das tecnologias digitais em práticas agrícolas mais responsáveis e eficientes.

### **6.1.12: Participação em Programas de Tecnologias Sustentáveis**

Participaram: 78,9% dos entrevistados declararam envolvimento em programas que promovem o uso de tecnologias sustentáveis.

Não Participaram: 21,1% dos entrevistados não participaram, sugerindo possíveis barreiras como falta de acesso ou informações.

Cálculo:

$$\text{Participaram} = \frac{15}{19} \times 100 = 78,9\%$$

$$\text{Não participaram} = \frac{4}{19} \times 100 = 21,1\%$$

### **6.1.13 Importância da pesquisa sobre o impacto da agricultura digital.**

Identificação de benefícios econômicos: 36,8% consideraram essa análise crucial.

Visão Holística (Eficiência, Econômicos, Conservação e Qualidade de Vida): Outros 36,8% preferem uma abordagem integrada.

Aumento da Eficiência Produtiva e Redução de Desperdício de Recursos: 10,5% acreditam nessa abordagem.

Conservação Ambiental e Redução de Pegada de Carbono: 10,5% apontaram a conservação como foco prioritário.

Qualidade de Vida: Apenas 5,3% mencionaram essa importância, sugerindo menor ênfase relativa.

Cálculo:

$$\text{Identificação de benefícios econômicos} = \frac{7}{19} \times 100 = 36,8\%$$

Eficiência, econômicos, conservação e qualidade de vida =-----<sup>7</sup>  
 $\times 100 = 36,8\%$

Aumento da eficiência produtiva e redução de desperdício de recursos =

2  
 $\times 100 = 10,5\%$

Conservação ambiental e redução de pegada de carbono =-----<sup>2</sup>  
 $\times 100 = 10,5\%$

Qualidade de vida =-----<sup>1</sup>  
 $\times 100 = 5,3\%$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(36,8 + 36,8 + 10,5 + 10,5) / 3 = 23,65\%$

#### **6.1.14 Impacto na sustentabilidade e desenvolvimento tecnológico.**

Desenvolvimento de tecnologias para sustentabilidade e produtividade: 68,4% dos entrevistados indicaram que pesquisas são essenciais para novas tecnologias sustentáveis.

Dados para políticas públicas: 26,3% destacaram a relevância desses dados para políticas.

Ceticismo sobre o impacto em novas tecnologias: 5,3% dos participantes expressaram dúvidas sobre a relação entre pesquisa e inovação, indicando uma visão minoritária.

Cálculo:

Desenvolvimento de tecnologias para sustentabilidade e produtividade =

13  
 $\times 100 = 68,4\%$

19

5  
Dados para políticas públicas = -----x 100 = 26,3%

19  
2  
Dados para políticas públicas = -----x 100 = 5,3%

19

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(68,4 + 26,3 + 5,3) / 3 = 33,33\%$

### **6.2.1 O principal papel das tecnologias digitais na agricultura.**

100% dos entrevistados consideraram as tecnologias digitais essenciais para o futuro da agricultura moderna, o que demonstra um consenso absoluto sobre a importância dessas inovações para o desenvolvimento e sustentabilidade do setor agrícola

### **6.2.2 Mitigação de impactos ambientais.**

Eficiência hídrica e de insumos : Mais uma vez, há consenso de 100% entre os entrevistados sobre a contribuição das tecnologias digitais para uma agricultura mais sustentável, destacando a otimização de recursos e a conservação ambiental.

### **6.2.3 Desafios enfrentados pelos estudantes de agronomia na aprendizagem e adoção da tecnologia digital na agricultura:**

45,5% dos estudantes indicaram que o alto custo de ferramentas tecnológicas é o principal obstáculo.

40,9% relataram dificuldade de acesso a treinamentos práticos e laboratórios instalados.

13,6% mencionaram desafios para conciliar teoria e prática no uso das tecnologias.

Cálculo:

10  
Alto custo de ferramentas tecnológicas = ----- x 100 = 45,5%

$$\text{Dificuldade de acesso a treinamentos práticos e laboratórios} = \frac{9}{22} \times 100 = 40,9\%$$

Desafios para conciliar teoria e prática no uso das tecnologias =

$$\frac{3}{22} \times 100 = 13,6\%$$

Cálculo da média de percepções

Média dos obstáculos principais:  $(45,5 + 40,9 + 13,6) / 3 = 33,33\%$

#### **6.2.4 A tecnologia digital em contribuição positiva no meio rural para a modernização da agricultura**

100% dos estudantes consideram que a modernização da agricultura rural através da tecnologia digital tem um impacto positivo e necessário para o avanço da agricultura sustentável.

#### **6.2.5 A integração da Gestão Agrícola com o Big Data/Análise de Dados, Drones/Imagens de Satélite e Sensores IoT para promover a sustentabilidade.**

Foi reconhecido que essa integração é fundamental para melhorar a eficiência e promover a sustentabilidade. A opinião geral dos entrevistados foi positiva em relação ao uso de dados e tecnologia para um manejo agrícola mais inteligente e sustentável.

#### **6.2.6 - Interesse dos estudantes em seguir uma carreira que envolve a aplicação e o desenvolvimento de tecnologias digitais no campo agrícola**

Interesse demonstrado: 81,8% dos estudantes manifestaram interesse em seguir carreiras específicas para a aplicação e desenvolvimento de tecnologias digitais na agricultura. Esse resultado demonstra um forte entusiasmo e disposição dos estudantes para a inovação tecnológica no setor agrícola.

Desinteresse demonstrado: 18,2% dos entrevistados indicaram não ter interesse em seguir essa carreira. Esse desinteresse pode refletir fatores como uma possível falta de familiaridade com tecnologias digitais ou uma preferência por práticas agrícolas tradicionais.

Cálculo:

$$\text{Interesse demonstrado} = \frac{18}{22} \times 100 = 45,5\%$$

$$\text{Desinteresse demonstrado} = \frac{4}{22} \times 100 = 18,2\%$$

### **6.2.7 Desafios que os alunos acreditam que as tecnologias digitais enfrentam na adoção por agricultores tradicionais.**

40,9% dos estudantes apontaram o alto custo de aquisição e manutenção como o maior obstáculo.

36,4% citaram a resistência à mudança e a falta de familiaridade com as novas tecnologias entre os agricultores.

18,2% indicaram falta de infraestrutura de conectividade em áreas rurais.

4,5% destacam dificuldades para interpretar e utilizar os dados complexos gerados pelas tecnologias digitais.

Cálculo:

$$\text{Alto custo de aquisição e manutenção} = \frac{9}{22} \times 100 = 40,9\%$$

Resistência à mudança e a falta de familiaridade com as novas tecnologias entre os agricultores =

$$\frac{8}{22} \times 100 = 36,4\%$$

$$\text{Falta de infraestrutura de conectividade em áreas rurais.} = \frac{4}{22} \times 100 = 18,2\%$$

Dificuldades para interpretar e utilizar os dados complexos gerados pelas tecnologias digitais =

1

$$\text{-----} \times 100 = 4,5\%$$

22

Cálculo da média de percepções

$$\text{Média dos obstáculos principais: } (40,9 + 36,4 + 18,2 + 4,5) / 4 = 25\%$$

### **6.2.8 Obstáculos à adoção de tecnologias digitais na agricultura.**

54,5% dos entrevistados identificaram a falta de treinamento adequado como os principais obstáculos para a adoção eficaz de tecnologias digitais.

31,8% apontam o desinteresse dos agricultores tradicionais em aprender sobre novas tecnologias.

9,1% mencionam a ausência de cursos específicos sobre tecnologias agrícolas.

4,5% indicam que os altos custos de treinamento são um obstáculo.

Cálculo:

12

$$\text{Falta de treinamento adequado} = \text{-----} \times 100 = 54,5\%$$

22

Desinteresse dos agricultores tradicionais em aprender sobre novas tecnologias =

7

$$\text{-----} \times 100 = 31,8\%$$

22

2

$$\text{Ausência de cursos específicos} = \text{-----} \times 100 = 9,1\%$$

22

1

$$\text{Ausência de cursos específicos} = \text{-----} \times 100 = 4,5\%$$

22

Cálculo da média de percepções

Média dos obstáculos principais:  $(54,5 + 31,8 + 9,1 + 4,5) / 4 = 24,98\%$

### **6.2.9 Benefícios econômicos e ambientais do uso de drones e imagens na agricultura.**

95,5% apontam a redução de custos operacionais como o principal benefício econômico.

0% acreditam que a operação de drones aumentaria a poluição.

4,5% compartilhamos que as imagens de satélite ajudam na preservação ambiental, evitando o desmatamento.

Cálculo:

$$\text{Redução de custos operacionais} = \frac{21}{22} \times 100 = 95,5\%$$

As imagens de satélite ajudam na preservação ambiental, evitando o desmatamento

$$= \frac{1}{22} \times 100 = 4,5\%$$

22

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(95,5 + 0 + 4,5) / 3 = 33,33\%$

### **6.2.10 Melhorias no ensino universitário para o uso de tecnologias digitais na agronomia.**

45,5% dos estudantes afirmaram que a integração de módulos de treinamento prático no currículo é a maneira mais eficaz para preparar futuros agrônomos. Essa abordagem sugere que os estudantes veem uma importância na prática direta com tecnologias como drones, sensores IoT e análise de Big Data.

Estágios obrigatórios em empresas tecnológicas : 22,7% dos entrevistados indicaram essa alternativa, valorizando a experiência prática e a vivência no mercado.

Cursos obrigatórios de programação : 18,2% acreditam na relevância desse conhecimento, embora menos priorizado em relação à experiência prática.

Parcerias entre universidades e empresas de tecnologia : 13,6% dos estudantes mencionaram a importância dessas parcerias, evidenciando a demanda por acesso a equipamentos e softwares modernos.

Cálculo:

10  
 Integração de módulos de treinamento prático = ----- x 100 = 45,5%

22

5  
 Estágios obrigatórios em empresas tecnológicas = ----- x 100 = 22,7% %

22

4  
 Cursos obrigatórios de programação = ----- x 100 = 18,2%

22

3  
 Parcerias entre universidades e empresas de tecnologia = ----- x 100 = 13,6%

22

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(45,5 + 22,7 + 18,2 + 13,6) / 4 = 25\%$

#### **6.2.11 Uso de softwares de gestão agrícola no manejo das propriedades rurais.**

Não utilização de softwares com interesse em aprender: 68,2% dos participantes expressaram interesse em conhecer mais sobre os softwares de gestão agrícola, lançando um campo de expansão e oportunidade para treinamento.

Uso para gestão de inventário e controle de insumos: 18,2% já aplicaram esses softwares para funções práticas, destacando a contribuição para a organização de insumos agrícolas.

Monitoramento climático e do solo em tempo real: 13,6% experimentaram esse tipo de software, apontando a relevância para uma gestão mais precisa e adaptativa.

Cálculo:

15  
 Não utilização de softwares com interesse em aprender = ----- x 100 = 68,2%

22

4  
 Uso para gestão de inventário e controle de insumos = ----- x 100 = 18,2%

22

$$\text{Monitoramento climático e do solo em tempo real} = \frac{4}{22} \times 100 = 18,2\%$$

Cálculo da média de percepções

Média de benefícios indicados:  $(68,2 + 18,2 + 18,2) / 3 = 34,87\%$

#### **6.2.12 Tecnologias digitais como modernização da agricultura brasileira.**

100% dos entrevistados refletiram sobre as tecnologias digitais como uma oportunidade de modernização, com benefícios na eficiência e redução de impactos ambientais, sem considerar essas tecnologias restritas a grandes propriedades. Essa unanimidade reflete o otimismo quanto ao potencial de transformação da agricultura digital no Brasil.