



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS-
DTCS
CAMPUS III - JUAZEIRO
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA



Implementos Modernos Utilizados na Agricultura de Precisão



JUAZEIRO - BA
JULHO DE 2025



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB DEPARTAMENTO DE
TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS-DTCS CURSO DE ENGENHARIA
AGRONÔMICA- CAMPUS III- JUAZEIRO

Implementos Modernos Utilizados na Agricultura de Precisão

¹ Lucas Santos Silveira ² Yori Soares Cardoso ³ Regivaldo José da Silva
⁴ Flávio José Vieira de Oliveira

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). E-mail: Lucass.silveira8708@gmail.com

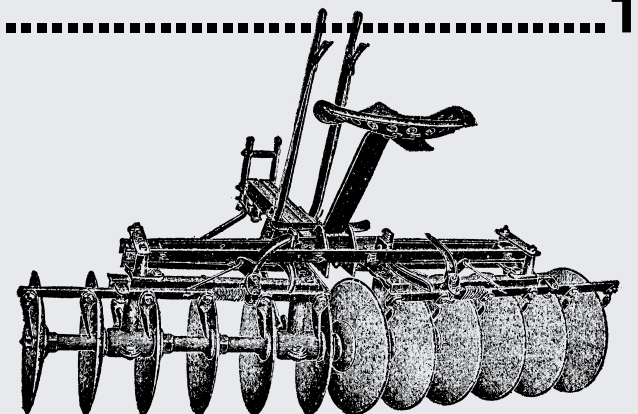
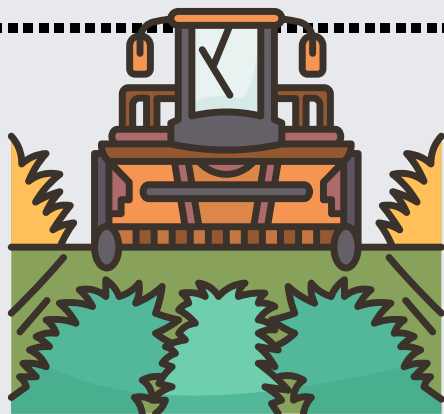
² Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). E-mail: Yoriage@gmail.com

³ Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: regissilva978@gmail.com

⁴ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor Titular da Universidade do Estado da Bahia - Campus III Juazeiro-Ba. E-mail: Fvoliveira@uneb.br

SUMÁRIO

1. Introdução à Agricultura de Precisão.....	4
2. Sensoriamento Remoto.....	4
3. Sistemas de Navegação por Satélite (GPS e GNSS).....	5
4. Tratores Automatizados e Autônomos.....	6
5. Pulverizadores Inteligentes.....	6
6. Plantadeiras de Alta Precisão.....	7
7. Colheitadeiras com Monitoramento de Produtividade.....	8
8. Equipamentos de Agricultura de Taxa Variável (VRT).....	8
9. Sensores de Solo.....	9
10. Sistemas de Telemetria.....	9
11. Plataformas de Gestão Agrícola Digital.....	10
12. Máquinas para Agricultura de Conservação.....	11
13. Drones para Pulverização e Aplicações Localizadas.....	11
14. Câmeras Multiespectrais e Hiperespectrais.....	12
15. Robótica Agrícola.....	12
16. Estações Meteorológicas Automatizadas.....	13
17. Integração e Interoperabilidade de Dados.....	14
18. Sustentabilidade e Eficiência com Tecnologia.....	14
19. Tendências Futuras em Máquinas Agrícola.....	15
20. Conclusão.....	15
21. Referências.....	16



1. Introdução à Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão é uma abordagem moderna que utiliza tecnologias como GPS, sensores, drones e softwares para otimizar o uso de insumos e melhorar a produtividade das lavouras. Seu principal objetivo é aplicar a quantidade certa de recursos, no local e momento adequados, com base em dados detalhados do solo, clima e plantações. Isso resulta em maior eficiência, redução de custos, menor impacto ambiental e maior rentabilidade para o produtor.

Ao longo do tempo, a agricultura passou por transformações profundas. Inicialmente, a mecanização introduziu tratores e máquinas que ampliaram a escala produtiva. A partir da década de 1990, o avanço do GPS e da informática deu origem à Agricultura de Precisão, possibilitando o manejo localizado das lavouras. Mais recentemente, a Agricultura Digital — ou 4.0 — incorporou recursos como inteligência artificial, internet das coisas e automação, tornando o campo cada vez mais conectado, eficiente e inteligente.

Essa evolução tecnológica no campo permitiu uma gestão mais eficiente, sustentável e lucrativa, colocando a agricultura como um setor altamente inovador e estratégico para o futuro.

2. Sensoriamento Remoto

Se trata de uma técnica que permite obter informações da superfície terrestre sem contato direto, utilizando sensores em satélites ou drones. Na agricultura, o sensoriamento remoto é essencial para monitorar lavouras e auxiliar na gestão de cultivos. As imagens de satélite cobrem grandes áreas com frequência, ideais para análises regionais. Já os drones oferecem alta resolução e diagnósticos precisos em áreas menores.

Essas ferramentas permitem o mapeamento da produtividade e da saúde das plantas, utilizando índices como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para avaliar o vigor da vegetação. Com essas informações, os agricultores tomam decisões mais eficientes, otimizam o uso de insumos e melhoram a sustentabilidade e a rentabilidade da produção, aplicando os princípios da agricultura de precisão.



Monitoramento Por Gestão Remota

3. Sistema de Navegação por Satélite

O Global Positioning System (GPS) e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) – que incluem GLONASS, Galileo e BeiDou – são amplamente usados na agricultura de precisão, pois permitem localizar com exatidão máquinas como tratores e colheitadeiras, automatizando operações no campo.

Esses sistemas são aplicados em funções como direção automática, mapeamento de produtividade, aplicação localizada de insumos e plantio com precisão. Isso reduz desperdícios, melhora o uso de insumos e aumenta a eficiência produtiva.

Real-Time Kinematic (RTK) e DGPS, sigla para GPS Differential, são técnicas que melhoram a precisão do GPS. O RTK usa uma estação base fixa para enviar correções em tempo real a um receptor móvel, alcançando precisão centimétrica, ideal para agricultura, topografia e construção. Já o DGPS também corrige erros com estações fixas, mas sua precisão é menor, na ordem de metros, sendo usado em navegação marítima e aplicações que não exigem alta exatidão.



4. Tratores Automatizados e Autônomos

Essas máquinas agrícolas modernizam a agricultura ao oferecer maior eficiência nas operações. Os automatizados contam com sistemas que auxiliam o operador, enquanto os autônomos funcionam sem intervenção humana, guiados por GPS, sensores e inteligência artificial. Eles executam tarefas como plantio e pulverização com alta precisão e reduzem custos operacionais.

As máquinas agrícolas modernas contam com tecnologias embarcadas, como GPS de alta precisão, telemetria, sensores, câmeras e o sistema ISOBUS — um padrão de comunicação aberto e internacional que facilita a integração entre tratores e implementos. Além disso, realizam a aplicação inteligente de insumos por meio do controle de taxa variável, otimizando o uso de acordo com as necessidades específicas do solo.

O piloto automático permite que o trator siga rotas com precisão, evitando sobreposição de passadas. Já as operações remotas possibilitam o monitoramento e controle das máquinas a distância, por plataformas digitais. Essas inovações fazem parte da agricultura 4.0 e integra automação, conectividade e análise de dados para aumentar a produtividade no campo.



Fonte: Agrishow digital

Trator automatizado



5. Pulverizadores Inteligentes

Consistem em máquinas agrícolas que usam tecnologias como sensores, GPS e câmeras para aplicar defensivos de forma precisa, reduzindo desperdícios e impactos ambientais. Eles permitem aplicar o produto somente onde há necessidade, otimizando o uso.

Uma tecnologia importante nesses equipamentos é o controle de taxa variável (VRT), que ajusta automaticamente a quantidade de defensivo aplicada conforme a necessidade da área, usando mapas de prescrição ou sensores em tempo real. Isso garante economia de insumos e maior eficiência.

Além disso, pulverizadores inteligentes podem contar com sensores que detectam plantas daninhas. Esses sensores usam luz ou câmeras com inteligência artificial para identificar ervas daninhas e direcionar a aplicação apenas nesses locais, evitando pulverizar áreas sem infestação.

Com o apoio dessas tecnologias, a agricultura torna-se mais sustentável, reduzindo custos e preservando o meio ambiente, sem abrir mão da produtividade das lavouras.

6. Plantadeiras de Alta Precisão

Representam um avanço significativo na agricultura moderna, permitindo um plantio mais eficiente e rentável. Entre as principais tecnologias embarcadas nas plantadeiras de alta precisão, destacam-se a distribuição variável de sementes e fertilizantes e o controle por seções.

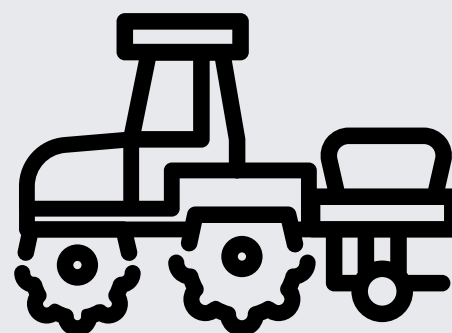
A distribuição variável, também conhecida como taxa variável, permite ajustar automaticamente a quantidade de sementes e fertilizantes aplicados de acordo com as características específicas de cada área do solo. Isso é possível por meio de mapas de prescrição, GPS e sensores, o que resulta em melhor aproveitamento do potencial produtivo, redução de custos com insumos e menor impacto ambiental.

Outra inovação é o controle por seções, que evita sobreposições durante o plantio ao desligar automaticamente linhas ou partes da plantadeira em áreas já semeadas. Esse recurso é especialmente vantajoso em talhões com contornos irregulares, pois assegura maior uniformidade na lavoura, reduz o consumo de sementes e fertilizantes, além de diminuir o tempo de operação e o gasto de combustível.



Fonte: Blog Macnelson

Plantadeira MaxEmerge e5

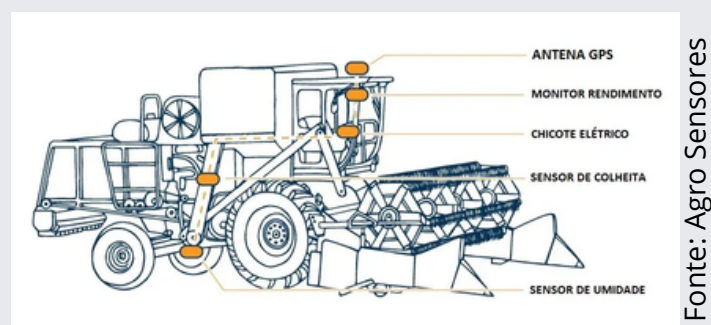


7. Colheitadeiras com Monitoramento de Produtividade

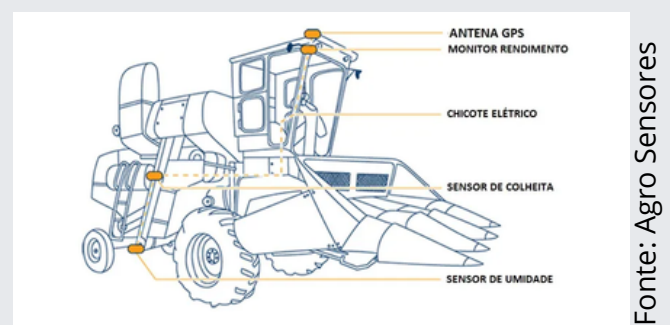
Estas máquinas representam um importante avanço na agricultura de precisão, permitindo o acompanhamento da colheita em tempo real por meio da coleta de dados no campo. Esses sistemas utilizam sensores e tecnologias como GPS, sensores de umidade e de fluxo de massa para medir a produtividade com precisão.

O sensor de umidade registra a quantidade de água presente nos grãos colhidos, o que influencia diretamente no peso e na estimativa de produção. Já o sensor de fluxo de massa mede a quantidade de grãos colhidos por unidade de tempo, fornecendo dados sobre o volume colhido em cada ponto da lavoura. Combinados ao GPS, esses dados possibilitam a geração de mapas de produtividade, que revelam variações na produção ao longo do talhão, (pedaço de terreno, que se separa do todo por ser uma área cultivada).

Isso permite ao produtor identificar áreas com baixo desempenho e tomar decisões mais assertivas, otimizando o uso de insumos e melhorando a eficiência da gestão agrícola.



Monitor de produtividade e umidade



Monitor de produtividade e umidade

8. Equipamentos de Agricultura de Taxa Variável(VRT)

A Tecnologia de Taxa Variável (VRT – Variable Rate Technology) é uma técnica da agricultura de precisão que permite aplicar sementes, fertilizantes e defensivos em quantidades diferentes, conforme as necessidades específicas de cada área da lavoura. Utilizando mapas de solo, sensores e GPS, os equipamentos ajustam automaticamente a dosagem dos insumos. Em sementes, o VRT regula a densidade de plantio conforme a fertilidade do solo. Em fertilizantes, permite uma nutrição localizada, reduzindo desperdícios e impactos ambientais.

Na aplicação de defensivos, ajusta a quantidade de produto conforme a infestação ou estágio da cultura, promovendo um manejo mais sustentável. Os principais benefícios são o aumento da eficiência produtiva, a economia de insumos e a redução de impactos ambientais. No entanto, o alto custo dos equipamentos e a necessidade de dados de qualidade e capacitação técnica são desafios para sua adoção. Ainda assim, o VRT representa um avanço significativo para a agricultura moderna e sustentável.

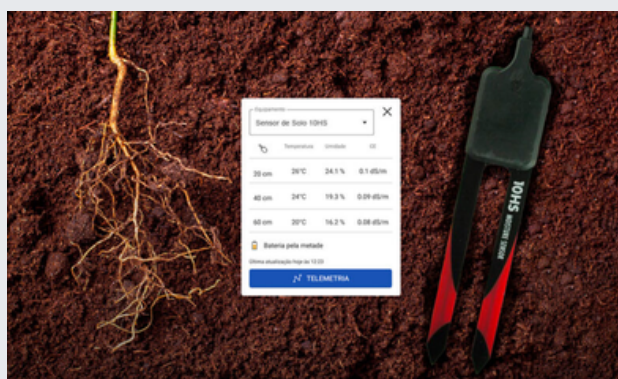
9. Sensores de Solo

Os sensores do solo são essenciais na agricultura de precisão, permitindo o monitoramento de propriedades físicas e químicas do solo em tempo real ou por mapeamentos georreferenciados. Isso otimiza o uso de insumos e aumenta a produtividade. Destacam-se três tipos principais: elétricos, eletromagnéticos e ópticos.

Os sensores elétricos medem a condutividade elétrica, influenciada por umidade, textura, sais e matéria orgânica, sendo úteis para identificar variações de umidade e salinidade, além de mapear zonas de manejo.

Os sensores eletromagnéticos, como o EM38 e o DUALEM, avaliam a condutividade elétrica aparente (CEa) sem contato direto, detectando diferentes texturas, níveis de compactação e umidade no perfil do solo.

Já os sensores ópticos utilizam espectroscopia para analisar a luz refletida pelo solo, estimando nutrientes, matéria orgânica, textura e cor. Podem ser aplicados em campo ou laboratório e embarcados em máquinas ou drones para mapeamentos rápidos e precisos.



Fonte: Agrosmart

Sensores do solo

10. Sistema de Telemetria

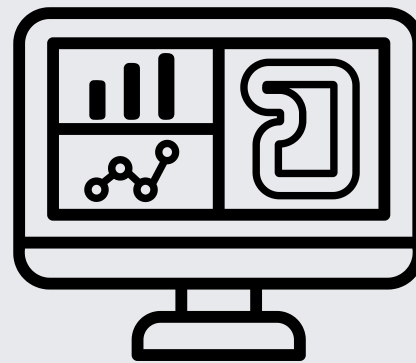
São tecnologias essenciais para o monitoramento remoto de máquinas e a manutenção preditiva. Eles permitem coletar e transmitir dados em tempo real, possibilitando o acompanhamento contínuo de variáveis como temperatura, pressão, vibração e consumo de combustível, mesmo à distância.

Esse monitoramento remoto oferece agilidade na tomada de decisões, melhora a eficiência operacional e reduz os riscos de falhas graves, uma vez que problemas podem ser identificados antecipadamente.

Além disso, a telemetria possibilita o diagnóstico remoto das máquinas, permitindo analisar seu desempenho e identificar falhas potenciais sem a necessidade de inspeções presenciais constantes. A partir desses dados, a manutenção preditiva pode ser planejada de forma precisa, prevenindo paradas não programadas e prolongando a vida útil dos equipamentos.



Sistema de Telemetria



11. Plataformas de Gestão Agrícola Digital

Os sistemas digitais para gestão agrícola têm se tornado essenciais para modernizar a agricultura, oferecendo soluções que facilitam o planejamento, o monitoramento e a tomada de decisões estratégicas no campo. Os softwares de planejamento e análise permitem ao produtor organizar atividades agrícolas, otimizar o uso de insumos, prever custos e estimar produtividades com base em dados históricos e em tempo real.

Essas ferramentas também auxiliam na análise de desempenho das lavouras e no controle financeiro da propriedade, proporcionando uma gestão mais eficiente e sustentável. Além disso, um dos grandes avanços dessas plataformas é a integração de dados de diferentes fontes, como sensores de solo, estações meteorológicas, imagens de satélite e telemetria de máquinas.

Essa conectividade permite que as informações sejam centralizadas e analisadas de forma integrada, oferecendo ao agricultor uma visão completa e atualizada da operação, o que potencializa a precisão e a agilidade nas decisões.

12. Máquinas para Agricultura de Conservação

Na agricultura, as máquinas são essenciais para práticas sustentáveis que visam preservar o solo e reduzir impactos ambientais. No plantio direto, utilizam-se semeadoras que operam com mínima mobilização, depositando sementes e fertilizantes diretamente na palha da cultura anterior. Esse método conserva a umidade, reduz a erosão e mantém a estrutura do solo.

Já o cultivo em faixas (strip-till) mobiliza apenas as áreas onde ocorrerá o plantio, deixando o restante protegido pela cobertura vegetal. Essa técnica melhora a infiltração de água, diminui a compactação e favorece o desenvolvimento das raízes.

Para potencializar esses benefícios, diversos equipamentos adaptados vêm sendo desenvolvidos, como semeadoras de precisão, pulverizadores com controle de aplicação e tratores que exercem menor pressão sobre o solo. Essas tecnologias contribuem para reduzir o consumo de insumos, melhorar a eficiência operacional e minimizar os danos ambientais, sendo fundamentais para uma agricultura mais sustentável e produtiva.

13. Drones para Pulverização e Aplicações Localizadas

Esses tipos de drones têm se tornado ferramentas cada vez mais utilizadas na agricultura moderna, proporcionando maior eficiência e precisão. Entre as vantagens, destacam-se a redução do contato humano com produtos químicos, a diminuição do desperdício de insumos e a possibilidade de aplicação em áreas de difícil acesso. Além disso, os drones permitem realizar pulverizações localizadas, reduzindo impactos ambientais e aumentando a eficácia do tratamento.

Entretanto, existem limitações associadas, como a menor capacidade de carga em comparação com máquinas terrestres ou aviões agrícolas, o que exige mais tempo e logística para cobrir grandes áreas. Também há restrições em relação à autonomia de voo e condições climáticas, que podem interferir na operação.

Quanto à regulamentação, no Brasil, o uso de drones agrícolas é controlado principalmente pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e ANVISA, sendo obrigatória a certificação, o registro das aeronaves e a capacitação dos operadores.



Fonte: Xrobots

Pulverização por drone

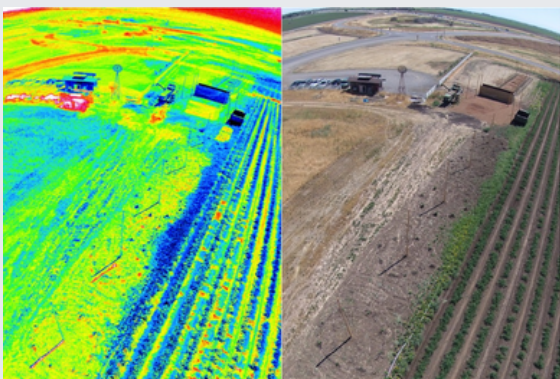


14. Câmeras Multiespectrais e Hiperespectrais

Essas câmeras são ferramentas avançadas na agricultura de precisão, especialmente úteis para a identificação precoce de estresses nas plantas. As câmeras multiespectrais capturam imagens em faixas específicas do espectro, como o visível e o infravermelho próximo, permitindo calcular índices como o NDVI, que avaliam o vigor e a saúde das culturas.

Já as câmeras hiperespectrais oferecem imagens com centenas de bandas espectrais contínuas, proporcionando diagnósticos mais detalhados e permitindo distinguir diferentes tipos de estresses, como deficiência nutricional, ataque de pragas ou doenças. O uso dessas tecnologias possibilita a detecção de problemas antes da manifestação visual dos sintomas, permitindo intervenções mais rápidas e eficientes.

Além disso, contribuem para a redução do uso de insumos e minimizam impactos ambientais. No entanto, seu custo elevado e a necessidade de processamento e análise complexos ainda representam desafios para a adoção em larga escala. Essas câmeras podem ser embarcadas em drones, aviões ou plataformas terrestres.



Fonte: ModelismoBH

Camêras RGB e multiespectral

15. Robótica Agrícola

A robótica agrícola é uma tecnologia inovadora que vem transformando as práticas no campo, promovendo maior eficiência, precisão e sustentabilidade. Essa área utiliza robôs e sistemas automatizados para executar tarefas como plantio, colheita, pulveri-

zação , controle de pragas, monitoramento de culturas e manejo do solo. Os robôs agrícolas podem operar de forma autônoma ou semiautônoma, sendo frequentemente integrados a sensores, GPS e inteligência artificial, permitindo análises em tempo real e decisões mais assertivas.

Entre as principais vantagens da robótica agrícola estão a redução dos custos operacionais, o aumento da produtividade, a minimização do impacto ambiental e a diminuição da dependência de mão de obra. Além disso, a utilização desses sistemas contribui para otimizar o uso de insumos, melhorar a qualidade das operações e enfrentar desafios climáticos e logísticos. Com o avanço tecnológico, a robótica agrícola se torna cada vez mais acessível e estratégica para o futuro da agricultura moderna.



Fonte: Blog da Aegro

Robótica na agricultura

16. Estações Meteorológicas Automatizadas

Na agricultura moderna as Estações Meteorológicas Automatizadas (EMAs) desempenham um papel essencial, especialmente no contexto da agricultura de precisão. Esses equipamentos realizam medições automáticas e contínuas de variáveis climáticas, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação.

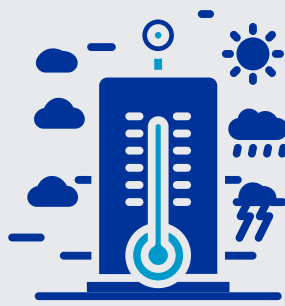
As informações coletadas pelas EMAs permitem o monitoramento em tempo real das condições ambientais, possibilitando tomadas de decisão mais assertivas no manejo agrícola. Isso contribui para a otimização da irrigação, o controle fitossanitário, o planejamento de plantio e colheita, e a previsão de riscos climáticos, como geadas e secas.

Além disso, quando integradas a plataformas digitais, essas estações permitem análises históricas e previsões mais precisas, aumentando a eficiência produtiva e reduzindo perdas. O uso de EMAs na agricultura torna-se, portanto, uma ferramenta estratégica para a sustentabilidade e a maximização da produtividade no campo.



Estação meteorológica

Fonte: Agroadvance



17. Integração e Interoperabilidade de Dados

A integração consiste em reunir informações provenientes de diferentes fontes, como sensores de solo, estações meteorológicas, imagens de satélite, drones e máquinas agrícolas, permitindo uma análise conjunta e estratégica. Já a interoperabilidade garante que diferentes sistemas, plataformas e equipamentos, mesmo de fabricantes distintos, possam trocar dados de forma automática e padronizada, evitando retrabalho e perdas de informação.

Essas práticas são fundamentais na agricultura digital, pois permitem que o agricultor tenha uma visão completa da lavoura, facilitando o planejamento, o monitoramento e a tomada de decisões mais precisas.

Com isso, é possível reduzir custos, otimizar o uso de insumos e minimizar impactos ambientais. A integração e interoperabilidade de dados contribuem diretamente para uma produção mais eficiente, sustentável e conectada, sendo uma tendência cada vez mais presente no agronegócio moderno.

18. Sustentabilidade e Eficiência com Tecnologia

A agricultura sustentável busca preservar recursos naturais, proteger o solo e a biodiversidade, e garantir o bem-estar das comunidades rurais. A tecnologia contribui diretamente para esse objetivo, oferecendo ferramentas como drones, sensores, estações meteorológicas e softwares de gestão que permitem monitorar e controlar as lavouras com precisão.

Isso possibilita o uso eficiente de água, fertilizantes e defensivos agrícolas, evitando desperdícios e diminuindo a poluição. Além disso, práticas como agricultura de precisão, plantio direto e rotação de culturas são otimizadas com o apoio tecnológico, promovendo solos mais saudáveis e produtivos.

A integração dessas soluções torna a produção agrícola mais inteligente, sustentável e economicamente viável. Com isso, a agricultura consegue atender à crescente demanda por alimentos, ao mesmo tempo em que preserva o meio ambiente para as gerações futuras.

19. Tendências Futuras em Máquinas Agrícolas

O futuro da mecanização agrícola aponta para um avanço significativo na automação, conectividade e sustentabilidade. O uso de máquinas autônomas será cada vez mais comum, permitindo realizar atividades como plantio, pulverização e colheita com mínima intervenção humana, aumentando a eficiência operacional. A inteligência artificial (IA) será integrada aos equipamentos, possibilitando ajustes em tempo real conforme o solo, clima e necessidades das plantas.

Além disso, haverá um crescimento no uso de motores elétricos e híbridos, visando a redução das emissões de poluentes e o menor consumo de combustíveis fósseis. Outra tendência é o fortalecimento da internet das coisas (IoT), conectando máquinas e sistemas de gestão agrícola para proporcionar monitoramento remoto e tomada de decisão mais precisa. O desenvolvimento de equipamentos mais leves e sustentáveis também será prioridade, reduzindo a compactação do solo e promovendo práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis. Essas inovações visam aumentar a produtividade de forma sustentável.

20. Conclusão

A evolução tecnológica tem revolucionado o setor agrícola, oferecendo soluções que elevam a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade das operações no campo. A integração de sistemas, a interoperabilidade das informações e o uso de plataformas digitais proporcionam ao agricultor uma visão completa e em tempo real da lavoura, permitindo otimizar recursos e minimizar impactos ambientais. As tendências indicam ainda a expansão da automação, da robótica e da inteligência artificial, conduzindo a agricultura a um cenário cada vez mais conectado, inteligente e sustentável — preparado para atender às crescentes demandas alimentares de uma população global em constante crescimento.

21. Referências

- AEGRO.** Robótica na agricultura: o que é e como vai impactar o agro? Blog Aegro, s.d. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/robotica-na-agricultura/>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- AGROCISION. GPS VS GNSS. Qual Tecnologia Direcionará o Futuro da Agricultura?** Disponível em: <https://www.agrocision.com.br/gps-vs-gnss-qual-tecnologia-direcionara-o-futuro-da-agricultura>. Acesso em: 08 jun. 2025.
- AGROSENSORES.** Monitor de produtividade e umidade para qualquer colheitadeira – Mapas de rendimento! FarmTRX v2.0. Disponível em: <https://www.agrosensores.com.br/sensores/agricultura/monitor-de-rendimento-e-sensor-de-umidade-para-qualquer-colheitadeira>. Acesso em: 9 jun. 2025
- CHBAGRO.** Agricultura de precisão para solo e o uso dos sensores. CHBAGRO – Agro, [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://chb.com.br/agro/blog/agricultura-de-precisao-para-solo-e-o-uso-dos-sensores>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- CLIMATE FIELDVIEW.** Integração de dados no agro: como fazer e quais os benefícios. Climate FieldView (blog), 2023. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/integracao-dados-agro>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- CLIMATE FIELDVIEW. Tecnologias Sustentáveis na Agricultura: O que são e exemplos.** Blog Climate FieldView, 2025. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/tecnologias-sustentaveis-agricultura>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- EMBRAPA.** Drones são capazes de melhorar pulverização para controle de pragas da soja. Portal Embrapa, 29 mar. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69239452/drones-sao-capazes-de-melhorar-pulverizacao-para-controle-de-pragas-da-soja>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- EMBRAPA.** Sistema Plantio Direto. Portal Embrapa, 21 jan. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fundamentos/beneficios>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- EOS Data Analytics.** Crop Monitoring. Disponível em: <https://eos.com/pt/products/crop-monitoring/>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- EOS Data Analytics.** Taxa variável: importância da tecnologia na agricultura. 11 nov. 2024. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/tecnologia-de-taxa-variavel/>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- EQUIPE AGROSMART.** Conheça os sensores de solo e como funcionam. AgroSmart Blog, 25 jun. 2019. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/sensores-de-solo/>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- FIELDVIEW™.** Software de gestão agrícola: saiba como um software de gestão agrícola ajuda a diminuir os riscos e aumentar a produtividade da sua lavoura. Blog FieldView™, 05 dez. 2022. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/software-gestao-agricola>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- FIELDVIEW™.** Telemetria de máquinas agrícolas: o que é e por que usar. Climate FieldView – Blog. São Paulo, 19 jan. 2022. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/telemetria-maquinas-agricolas>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- GOMES, Jhonatah Albuquerque.** Estação meteorológica: o que é e como se aproveitar de uma? Blog Agroadvance, 9 abr. 2024 (atualizado em 16 set. 2024). Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-estacao-meteorologica/>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- IMPLÉFORTE – Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Ltda.** Semeadora de precisão. Carazinho: Impleforte, [s.d.]. Disponível em: <https://www.impleforte.com.br/semeadora-precisao>. Acesso em: 08 jun. 2025.
- KUHN-USA.** Strip Till – Tillage Tools. Kuhn USA, 2025. Disponível em: <https://www.kuhn-usa.com/crop/tillage-tools/strip-till>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- LAMPARELLI, Rubens Augusto Camargo.** Agricultura de precisão. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/avanco-tecnologico/agricultura-de-precisao>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- NUVEM UAV.** Qual a diferença entre RTK, PPK e GNSS? Blog da Nuvem UAV, 29 out. 2021. Disponível em: blog.nuvemuav.com. Acesso em: 8 jun. 2025.
- SABRI.** Pulverizadores inteligentes. Sabri. Disponível em: <https://sabri.com.br/content/material/pulverizadores-inteligentes/>. Acesso em: 8 jun. 2025.
- SPECIM.** Hyperspectral vs Multispectral Cameras. Disponível em: <https://www.specim.com/technology/hyperspectral-vs-multispectral-cameras/>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- TENDÊNCIAS EM EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS: O QUE ESPERAR DOS PRÓXIMOS ANOS.** Futuro Máquinas Agrícolas, 11 jun. 2024. Disponível em: <https://www.futuroagronegocios.com.br/tendencias-em-equipamentos-agricolas-o-que-esperar-dos-proximos-anos>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- TERRAMAGNA.** Tratores autônomos: o que são, como funcionam e quais os desafios? 2023. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/tratores-autonomos/>. Acesso em: 8 jun. 2025.
- VDI Brasil.** Interoperabilidade de dados em agricultura. VDI Brasil, s.d. Disponível em: <https://www.vdibrasil.com/interoperabilidade-de-dados-em-agricultura/>. Acesso em: 2 jul. 2025.