

# Agricultura 4.0

**Nomes:** Ana Cecília Silveira Fernandes

**Matrículas:** 972

Setembro de 2025

## 1 Introdução

A agricultura sempre desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades, garantindo a subsistência alimentar e movimentando a economia global. Desde a mecanização no início do século XX até o uso de biotecnologia e sistemas de irrigação avançados, o setor passou por diversas transformações que aumentaram sua eficiência e produtividade. Atualmente, vive-se a chamada **quarta revolução agrícola**, marcada pela incorporação intensiva de tecnologias digitais, conhecida como **Agricultura 4.0**.

A Agricultura 4.0 integra recursos como *Internet das Coisas (IoT)*, *Inteligência Artificial (IA)*, *Big Data*, robótica, drones e conectividade 5G/6G, possibilitando uma gestão de precisão das atividades no campo. Diferentemente dos modelos tradicionais, baseados em práticas generalistas, essa nova abordagem permite que cada área de cultivo, animal ou equipamento seja monitorado em tempo real, promovendo o uso racional de insumos, a redução de custos e a sustentabilidade ambiental.

A relevância desse tema cresce diante de desafios globais urgentes. A Organização das Nações Unidas (ONU) projeta que, até 2050, a população mundial ultrapassará 9,7 bilhões de pessoas, aumentando significativamente a demanda por alimentos. Ao mesmo tempo, as mudanças climáticas, a escassez de recursos naturais e a necessidade de reduzir impactos ambientais pressionam o setor agrícola a adotar práticas mais eficientes. Nesse cenário,

a Agricultura 4.0 surge como uma estratégia capaz de equilibrar **produtividade, sustentabilidade e inovação tecnológica**.

Assim, compreender como essas tecnologias estão sendo aplicadas no campo e quais os impactos sociais, econômicos e ambientais que geram é essencial para avaliar o futuro do agronegócio e a segurança alimentar mundial. Este trabalho tem como objetivo analisar os fundamentos da Agricultura 4.0, apresentar exemplos reais de aplicação, discutir os desafios e oportunidades associados e refletir sobre seu potencial transformador para o setor agrícola.



Figura 1: Aplicações Agricultura 4.0.

## 2 Fundamentação Teórica

A Agricultura 4.0, também chamada de agricultura digital, corresponde a um novo paradigma produtivo no setor agrícola. Diferente das revoluções anteriores que envolveram a mecanização do campo, a modernização dos insumos e a introdução da biotecnologia, essa nova etapa é marcada pela convergência entre tecnologias digitais avançadas e práticas agrícolas tradicionais, permitindo uma gestão muito mais precisa, sustentável e eficiente.

Na prática, a Agricultura 4.0 utiliza dispositivos conectados, algoritmos inteligentes e análise de grandes volumes de dados para transformar o processo produtivo desde o plantio até a comercialização. Entre os principais pilares dessa transformação, destacam-se:

### 2.1 Tomada de decisão baseada em dados

O uso de sensores em solo, clima, gado e maquinário permite coletar informações em tempo real, como teor de umidade, temperatura, níveis de nutrientes,

padrão de chuvas e até indicadores de saúde animal. Esses dados são processados e convertidos em informações úteis para o agricultor, que pode, por exemplo, *decidir o momento exato da irrigação* ou identificar quais áreas precisam de adubação adicional. Assim, elimina-se o desperdício de recursos e aumenta-se a eficiência do manejo agrícola.

## 2.2 Agricultura de precisão

Tecnologias como **GPS, imagens de satélite e drones** permitem que cada parte da lavoura seja tratada de acordo com suas características específicas. Isso significa aplicar fertilizantes ou defensivos apenas onde há necessidade, e não de maneira uniforme em todo o campo. Por exemplo, em uma plantação de milho, sensores podem detectar falhas no plantio e gerar um mapa para reposição de sementes apenas nos pontos críticos. Esse processo reduz custos, melhora a qualidade do solo e minimiza impactos ambientais.

## 2.3 Automação e robótica

Máquinas autônomas, como tratores, colheitadeiras e drones, são programadas para executar atividades repetitivas com precisão. Drones pulverizadores, por exemplo, conseguem mapear a topografia do terreno e aplicar defensivos em locais de difícil acesso, economizando tempo e reduzindo a exposição humana a produtos químicos. Já os robôs de colheita podem reconhecer frutas maduras e colher apenas aquelas prontas, garantindo menor desperdício.

## 2.4 Inteligência Artificial (IA)

A IA se destaca como uma das tecnologias mais disruptivas na Agricultura 4.0. Ela permite analisar imagens, prever safras e identificar pragas ou doenças ainda em estágio inicial. Um exemplo prático é o uso de visão computacional em folhas de plantas para detectar fungos precocemente, possibilitando intervenções rápidas e eficazes. Além disso, modelos de aprendizado de máquina conseguem prever o rendimento de uma colheita ao combinar dados climáticos, de solo e históricos de produção, o que auxilia no planejamento estratégico.

## 2.5 Big Data e Blockchain

O conceito de *Big Data* refere-se ao processamento de grandes volumes de informações geradas diariamente por sensores, drones e máquinas agrícolas. Esse recurso possibilita criar relatórios e previsões personalizadas para cada propriedade, aumentando a competitividade. Já o *blockchain*, por sua vez, garante rastreabilidade e transparência nas cadeias produtivas: cada lote de alimentos pode ser monitorado desde o campo até a gôndola do supermercado. Isso aumenta a confiança do consumidor e atende às exigências de mercados que valorizam certificações de origem e sustentabilidade.

## 2.6 Integração e impactos

De forma integrada, essas tecnologias contribuem não apenas para a eficiência operacional, mas também para a sustentabilidade ambiental e social. Ao reduzir o consumo de água, energia e insumos químicos, a Agricultura 4.0 ajuda a enfrentar desafios globais como as mudanças climáticas, a escassez de recursos naturais e a pressão por maior produtividade para alimentar uma população em constante crescimento.



Figura 2: Pilares da agricultura 4.0

## 2.7 Rastreabilidade

A rastreabilidade, no contexto da Agricultura 4.0, refere-se à capacidade de acompanhar a origem, a movimentação e a transformação de produtos ao longo de toda a cadeia produtiva, desde o campo até o consumidor final. Trata-se de um componente essencial para garantir segurança alimentar, qualidade e transparência, além de atender a requisitos regulatórios e de mercado.

Sistemas de rastreabilidade eficazes possibilitam identificar rapidamente a fonte de problemas em casos de contaminação ou surtos de doenças, reduzindo o tempo de resposta e os riscos ao consumidor. Além disso, reforçam a confiança do público, pois fornecem informações claras sobre a jornada dos alimentos.

A norma **ISO 22005:2007** estabelece princípios e requisitos para a implementação de sistemas de rastreabilidade em alimentos e rações, garantindo padronização e confiabilidade das informações. Na prática, tais sistemas utilizam tecnologias como sensores IoT, códigos de barras, etiquetas RFID, QR Codes e plataformas digitais baseadas em blockchain, que asseguram a imutabilidade e a transparência dos registros.

Casos reais de aplicação incluem plataformas como o **IBM Food Trust**, utilizada pelo Walmart para rastrear a origem de mangas nos Estados Unidos e carne suína na China, reduzindo o tempo de verificação da procedência de sete dias para apenas 2,2 segundos. No Brasil, iniciativas como a ConectarAGRO, contribuem para viabilizar a rastreabilidade ao expandir a conectividade no meio rural, permitindo que produtores adotem sistemas digitais integrados.

## 3 Exemplo Real

Um caso emblemático da Agricultura 4.0 é o projeto **IoF2020 (Internet of Food and Farm 2020)**, financiado pela União Europeia, que reuniu mais de 70 parceiros entre universidades, empresas de tecnologia e produtores agrícolas. O objetivo foi testar e implementar soluções baseadas em *Internet das Coisas (IoT)* aplicadas em diferentes contextos do agronegócio europeu, desde a produção vegetal até a pecuária.

Entre as iniciativas, destaca-se a aplicação de redes de sensores em estufas de tomate na província de Almería, Espanha, considerada a maior concentra-

ção de estufas do mundo, com mais de 30 mil hectares dedicados à produção de vegetais. Nessa região, o sistema de monitoramento em tempo real foi desenvolvido para acompanhar variáveis críticas como umidade do solo, temperatura, radiação solar e níveis de nutrientes, além de integrar atuadores automáticos para irrigação e aplicação de fertilizantes.

Os resultados obtidos foram expressivos:

- **Redução significativa no consumo de água** (até 20%) por meio da irrigação inteligente e uso racional dos recursos hídricos;
- **Diminuição no uso de fertilizantes e pesticidas**, graças ao controle localizado e preciso;
- **Melhoria da produtividade**, uma vez que as plantas recebiam insumos na medida certa, evitando desperdícios e perdas;
- **Maior transparência na cadeia de suprimentos**, com rastreabilidade desde a produção até a comercialização, atendendo às normas de qualidade da União Europeia.

Esses impactos não se limitaram ao aumento da eficiência produtiva, mas também fortaleceram a sustentabilidade ambiental e a competitividade internacional dos produtores da região.

No Brasil, iniciativas semelhantes vêm sendo implementadas. Um exemplo é o (Plano Nacional de Internet das Coisas para o Agronegócio), criado pelo Ministério da Agricultura em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. O plano busca ampliar a digitalização do campo, incentivando o uso de sensores, conectividade rural, plataformas digitais e ferramentas de análise de dados. Além disso, o programa promove capacitação de agricultores e técnicos, possibilitando que produtores de diferentes portes tenham acesso às tecnologias.

Combinando incentivos fiscais, linhas de crédito específicas e parcerias público-privadas, o Plano Nacional de Internet das Coisas para o Agronegócio tem como meta transformar o Brasil em uma referência global em soluções digitais para a agricultura tropical, aumentando a produtividade e garantindo maior sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

Esses dois exemplos, o IoF2020 na Europa e o Plano Nacional de Internet das Coisas para o Agronegócio no Brasil, mostram que a Agricultura 4.0 já não é uma perspectiva futura, mas sim uma realidade em expansão, com

impactos diretos na eficiência, competitividade e sustentabilidade do setor agrícola.

## 4 Desafios e Oportunidades

Apesar de seu enorme potencial transformador, a Agricultura 4.0 ainda enfrenta barreiras significativas para sua plena adoção em diferentes contextos produtivos. Um dos principais entraves é o alto custo inicial das tecnologias, que envolve não apenas a aquisição de sensores, drones, softwares de análise e maquinário automatizado, mas também os gastos com manutenção e atualização. Essa realidade limita a adoção principalmente por pequenos e médios produtores, que muitas vezes não dispõem de acesso a linhas de crédito ou políticas públicas de incentivo. Outro desafio diz respeito à infraestrutura limitada em áreas rurais. A conectividade de qualidade que essencial para o funcionamento da Internet das Coisas e para a transmissão de grandes volumes de dados em tempo real, ainda é precária em muitas regiões agrícolas, especialmente no Brasil. A falta de energia elétrica estável em determinadas localidades também compromete a viabilidade das soluções digitais.

Além disso, há a questão da capacitação técnica. A adoção de sistemas de inteligência artificial, automação e análise de dados demanda mão de obra especializada, o que gera a necessidade de programas de treinamento e de formação continuada. Sem essa preparação, os agricultores podem encontrar dificuldades para interpretar relatórios, ajustar equipamentos e extrair valor das ferramentas digitais. Outro ponto sensível é a preocupação com segurança e privacidade de dados. A coleta massiva de informações sobre propriedades rurais, produtividade, clima e genética animal levanta questões relacionadas à governança e ao uso dessas informações, podendo gerar desconfiança por parte dos produtores quanto ao compartilhamento com empresas ou governos. Por outro lado, as oportunidades trazidas pela Agricultura 4.0 são vastas e promissoras. Do ponto de vista produtivo, a aplicação de tecnologias digitais permite um aumento expressivo da eficiência, possibilitando maior produção em áreas menores e com menor uso de insumos. Isso significa reduzir desperdícios, cortar custos e ampliar a competitividade dos produtores no mercado global.

A dimensão ambiental também se beneficia. A aplicação de práticas sustentáveis apoiadas por sensores e algoritmos garante o uso racional da água, da energia e de defensivos agrícolas, contribuindo para a preservação

dos recursos naturais e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Outro aspecto relevante é a geração de novos negócios e empregos. A demanda por soluções digitais para o campo abre espaço para startups, empresas de tecnologia e centros de pesquisa que desenvolvem softwares, equipamentos inteligentes e serviços de análise de dados. Isso fortalece o ecossistema de inovação e amplia as oportunidades de trabalho qualificado.

Por fim, a Agricultura 4.0 também impacta diretamente a sociedade ao melhorar a qualidade de vida e a segurança alimentar. Ao tornar os sistemas agrícolas mais resilientes frente às variações climáticas e mais eficientes no uso dos recursos, é possível garantir maior estabilidade no abastecimento e ampliar a oferta de alimentos para uma população mundial em crescimento constante.

Em síntese, os desafios da Agricultura 4.0 estão relacionados a fatores econômicos, técnicos e regulatórios, mas suas oportunidades oferecem um horizonte de transformação profunda do setor, aliando produtividade, inovação e sustentabilidade.

## 5 Conclusão

A Agricultura 4.0 constitui uma das transformações mais significativas do setor agropecuário nas últimas décadas, ao integrar inovação tecnológica, eficiência produtiva e compromisso com a sustentabilidade. A análise realizada demonstra que tecnologias como IoT, Inteligência Artificial, Big Data, automação e blockchain não apenas aumentam a produtividade e a precisão das operações agrícolas, mas também reconfiguram a forma como os recursos naturais são utilizados, promovendo práticas mais responsáveis diante dos desafios ambientais contemporâneos.

Os exemplos do projeto europeu IoF2020 e do PNIoT Agro no Brasil evidenciam que a digitalização do campo já é uma realidade em diferentes contextos, com impactos diretos sobre a eficiência, a rastreabilidade e a competitividade internacional. No entanto, a plena consolidação dessa revolução tecnológica ainda depende da superação de obstáculos importantes, como os altos custos de implementação, a limitação da infraestrutura de conectividade em áreas rurais e a necessidade de formação técnica especializada.

Superados esses desafios, a Agricultura 4.0 poderá ampliar seu alcance, democratizando o acesso às tecnologias digitais e possibilitando que pequenos, médios e grandes produtores se beneficiem igualmente de suas vantagens.



O futuro da agricultura digital, portanto, aponta para um cenário no qual os agricultores terão maior autonomia e inteligência na gestão de suas propriedades, garantindo não apenas ganhos econômicos, mas também avanços sociais e ambientais.

Mais do que uma tendência, a Agricultura 4.0 representa um caminho estratégico para enfrentar o aumento da demanda alimentar global, assegurando que a produção de alimentos seja cada vez mais eficiente, sustentável e alinhada às necessidades de uma sociedade em transformação.

## Referências

1. S. M. F. S. Massruhá, M. A. A. Leite, S. R. Oliveira, C. A. A. Meira, A. Luchiari Junior e E. L. Bolfe. “*Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*”. Em: Embrapa (2020). URL: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166203/1/PL-Agro4.0-JC-na-Escola.pdf>.
2. BNDES; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. “*Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil – Relatório final do estudo*”. BNDES, 2018.
3. Câmara Agro 4.0. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “*Câmara do Agro 4.0*”. 2019. URL: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/camara-agro>.
4. IoF2020 – Internet of Food and Farm. “*Smart AgriHubs: IoF2020 Project*”. União Europeia, 2020. URL: <https://www.smartagrihubs.eu/iof2020>.
5. C. Cheng, J. Fu, H. Su e L. Ren. “*Recent advancements in agriculture robots: benefits and challenges*”. Em: Machines 11.1 (2023), p. 48. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines11010048>.
6. R. Sparrow e M. Howard. “*Robots in agriculture: prospects, impacts, ethics, and policy*”. Em: Precision Agriculture 22 (2021), pp. 818–833. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09757-9>.

7. N. Gupta e P. K. Gupta. “*Robotics and Artificial Intelligence (AI) in Agriculture with Major Emphasis on Food Crops*”. Em: P. M. Priyadarshan et al. (eds.). Digital Agriculture. Springer, Cham, 2024. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-43548-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43548-5_19).
8. R. Chin, C. Catal e A. Kassahun. “*Plant disease detection using drones in precision agriculture*”. Em: Precision Agriculture 24 (2023), pp. 1663–1682. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-023-10014-y>.
9. M. Arza-García e A. J. Burgess. “*Drones in the sky: towards a more sustainable agriculture*”. Em: Agriculture 13.1 (2023), p. 84. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010084>.