

# Agricultura 5.0 – Sustentabilidade e eficiência através de tecnologias avançadas

Danilo Fernandes da Silveira Junior, Carlos Magnus Carlson Filho (orientador)

e-mail: [daniarfs.junior@gmail.com](mailto:daniarfs.junior@gmail.com); [carlos.carlson@fatec.sp.gov.br](mailto:carlos.carlson@fatec.sp.gov.br)

Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto

**Resumo:** Este trabalho explora as tecnologias emergentes da Agricultura 5.0 e suas contribuições para uma produção agrícola sustentável e eficiente. Focando em inteligência artificial (IA), Big Data, robótica, drones, sensores e o uso de LEDs, discutimos como cada uma dessas tecnologias permite que a agricultura moderna enfrente desafios como mudanças climáticas, pressão por eficiência e a crescente demanda por alimentos. Por meio de uma análise detalhada e estudos de caso, destacamos o impacto de cada tecnologia na otimização de recursos e na sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, Big Data, Robótica, Drones, Sensores, LEDs, Sustentabilidade, Otimização de Recursos.

***Abstract:** This paper explores the emerging technologies of Agriculture 5.0 and their contributions to sustainable and efficient agricultural production. Focusing on artificial intelligence (AI), Big Data, robotics, drones, sensors, and the use of LEDs, we discuss how each of these technologies enables modern agriculture to address challenges such as climate change, efficiency pressures, and the increasing demand for food. Through a detailed analysis and case studies, we highlight the impact of each technology on resource optimization and environmental sustainability.*

**Keywords:** Artificial Intelligence, Big Data, Robotics, Drones, Sensors, LEDs, Sustainability, Resource Optimization.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade crescente de alimentos e as ameaças das mudanças climáticas, a agricultura passou a incorporar tecnologias avançadas para otimizar recursos e promover uma produção mais sustentável. A Agricultura 5.0 representa essa evolução, integrando inovações como IA, Big Data, drones, robótica e sensores, permitindo maior precisão e eficiência.

A incorporação de tecnologias inteligentes justifica-se pelo impacto ambiental da agricultura tradicional e pela necessidade de uma produção que atenda à crescente demanda alimentar. A Agricultura 5.0 oferece soluções para os desafios de sustentabilidade, eficiência e produtividade, sendo essencial para o futuro da produção agrícola.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar como as tecnologias da Agricultura 5.0 promovem a sustentabilidade e a eficiência na produção agrícola. Especificamente, pretende-se investigar o impacto de IA, Big Data, drones, robótica, sensores e LEDs na agricultura moderna, explorar estudos de caso para exemplificar o uso dessas tecnologias, bem como avaliar os benefícios e os desafios de implementação.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi baseada em uma abordagem qualitativa, utilizando uma revisão de literatura sistemática a partir de fontes disponíveis na web. O objetivo principal foi coletar informações atualizadas e relevantes sobre a Agricultura 5.0, suas tecnologias e práticas sustentáveis.

As fontes foram selecionadas a partir de sites confiáveis, blogs especializados e publicações acadêmicas disponíveis online. Critérios de inclusão envolveram a relevância do conteúdo, a atualidade das informações e a credibilidade dos autores ou organizações que publicaram os materiais. Fontes como AgroRevenda, BASF, e MJV Innovation foram essenciais para compreender as inovações e tendências atuais no setor agrícola.

As informações coletadas foram analisadas de forma crítica, buscando identificar as principais tecnologias associadas à Agricultura 5.0, como IoT, Big Data, drones e Inteligência Artificial. Além disso, foi feita uma avaliação sobre como essas tecnologias contribuem para a sustentabilidade e eficiência na produção agrícola. Para isso, foram utilizados métodos de análise de conteúdo qualitativa, que permitiram a identificação de padrões e tendências nas informações.

Os dados analisados foram organizados em categorias que refletem os objetivos do trabalho, permitindo uma discussão sobre cada uma das tecnologias e sua aplicação prática. O uso de gráficos e tabelas foi incorporado para ilustrar a evolução das práticas agrícolas e os impactos das tecnologias discutidas, facilitando a visualização dos resultados obtidos.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Cabe destacar, inicialmente, a história da agricultura, que é marcada por transformações significativas, refletindo a evolução das práticas e tecnologias utilizadas ao longo dos séculos. Cinco momentos históricos podem ser considerados:

- a) Agricultura 1.0 (Pré-Histórica): Caracterizada pelo surgimento da agricultura, onde os humanos começaram a cultivar plantas e domesticar animais. Essa fase foi marcada por técnicas rudimentares, como o uso de ferramentas de pedra e métodos de cultivo simples, que possibilitaram a transição de sociedades nômades para assentamentos permanentes.
- b) Agricultura 2.0 (Revolução Agrícola): Durante os séculos XVIII e XIX, a Revolução Agrícola trouxe inovações como a rotação de culturas, o uso de adubos e a mecanização do cultivo. A introdução de máquinas como o arado e a ceifeira aumentou a produtividade, levando ao crescimento populacional e à urbanização.
- c) Agricultura 3.0 (Revolução Verde): Nos anos 1940 a 1960, a Revolução Verde introduziu novas tecnologias, como variedades de culturas de alto rendimento, fertilizantes químicos e pesticidas. Essa fase aumentou significativamente a produção agrícola, mas também trouxe preocupações sobre o impacto ambiental e a sustentabilidade.
- d) Agricultura 4.0 (Agricultura Digital): Com o advento da tecnologia da informação, a Agricultura 4.0 incorporou tecnologias digitais, como IoT (Internet das Coisas), *big data* e sistemas de gestão de dados. Essa fase permite monitoramento em tempo real, análise de dados e decisões baseadas em informações precisas, aumentando a eficiência e a sustentabilidade.
- e) Agricultura 5.0 (Integração Humano-Máquina): A Agricultura 5.0 representa a integração da tecnologia avançada com o conhecimento humano. A inteligência artificial, robótica, drones, sensores e LEDs desempenham um papel crucial na otimização da produção agrícola, promovendo práticas sustentáveis e soluções inovadoras para os desafios contemporâneos.

A Figura 1 resume estas cinco etapas históricas.

## Fases da agricultura

FONTE: ADAPTADO DE REVISTA CULTIVAR (2020)



DISTRITO • AGTECH REPORT 2023

**Figura 1** – Fases da Agricultura

Fonte: Araraseed (2024)

Foram também coletados alguns trabalhos que abordaram o uso de tecnologias emergentes na agricultura, com foco na implementação de IA, Big Data, robótica, drones, sensores e LEDs.

A finalidade do estudo de Furtado *et al.* (2023) é explorar o impacto das metodologias da Agricultura 4.0 e 5.0, com foco no uso de drones, para otimizar a produção agrícola. O objetivo é demonstrar como essas tecnologias permitem monitoramento eficaz, detecção precoce de problemas, aplicação precisa de insumos e redução do impacto ambiental, promovendo maior eficiência e sustentabilidade no setor agrícola.

O texto de Barichello (2023) aborda a transformação da agricultura brasileira, destacando a adoção crescente de tecnologias inovadoras que promovem maior eficiência e rentabilidade. Diante de desafios como pandemias globais e mudanças climáticas, a agricultura 5.0 se apresenta como uma solução sustentável, integrando inteligência artificial, robótica, biologia sintética e agricultura vertical. Este estudo, baseado em uma análise qualitativa e bibliográfica, evidencia o aumento significativo do uso de máquinas agrícolas no Brasil, refletido na evolução de 165.870 tratores em 1970 para 1.229.907 em 2017. Tecnologias como modelos de simulação, zoneamentos agroecológicos e avaliações de risco climático destacam-se como ferramentas essenciais para aumentar a produtividade, otimizar recursos e mitigar impactos ambientais no setor rural.

O artigo de Vélez *et al.* (2023) destaca a robotização como uma solução promissora para desafios como o crescimento populacional, mudanças climáticas e a perda de terras aráveis, que impactam a segurança alimentar global. A aplicação de robôs na agricultura permite maior precisão em operações como plantio, cultivo e colheita, reduzindo a dependência de mão de obra e otimizando recursos. Tecnologias como sensores, drones e veículos terrestres automatizados ajudam a identificar pragas e doenças precocemente, diminuindo o uso de pesticidas e os impactos ambientais. Na viticultura, a adoção de soluções robóticas e práticas de precisão já demonstrou avanços significativos, impulsionados pela

busca por qualidade e sustentabilidade. Essa integração tecnológica representa um caminho essencial para uma agricultura mais eficiente, resiliente e sustentável.

O estudo de Massruhá *et al.* (2020) aborda os desafios globais enfrentados pela agricultura para aumentar a produção de alimentos de forma sustentável até 2050. Ele enfatiza o papel das tecnologias digitais, como inteligência artificial, IoT, *big data* e robótica, na promoção da eficiência produtiva e no alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Também destaca a importância do agronegócio no Brasil, sua contribuição econômica, liderança em exportações e como a transformação digital no setor tem modernizado processos produtivos, promovido sustentabilidade e atendido à crescente demanda global por alimentos e energia limpa.

## **4. DESENVOLVIMENTO**

Nesta parte do texto são apresentados aspectos básicos das tecnologias mencionadas, alguns benefícios reportados, bem como as dificuldades de implementação. Além disso, discutem-se dois casos reais de uso de tecnologias que caracterizam a Agricultura 5.0.

### **4.1 Tecnologias**

Segue-se um descritivo de algumas das tecnologias importantes para este trabalho.

#### **4.1.1 Inteligência artificial (IA)**

A IA possibilita a análise de grandes volumes de dados, ajudando na tomada de decisões informadas. Algoritmos de IA podem prever pragas, doenças nas plantas e sugerir o uso otimizado de insumos.

#### **4.1.2 Big Data**

*Big Data* permite a coleta e análise de dados de diversas fontes, como clima, solo e colheitas, que ajudam na tomada de decisões em tempo real. Através da análise de grandes conjuntos de dados, os agricultores podem antecipar tendências e ajustar estratégias agrícolas com base em *insights* preditivos.

#### **4.1.3 Robótica**

Na agricultura, a robótica possibilita a automação de atividades, como o plantio, a colheita e o monitoramento de culturas. Robôs agrícolas aumentam a precisão e reduzem a necessidade de mão de obra intensiva, otimizando o tempo e os recursos empregados no campo.

#### **4.1.4 Drones**

Drones são utilizados para monitorar o crescimento das culturas, mapear áreas de cultivo e aplicar defensivos agrícolas. Equipados com câmeras e sensores avançados, os drones oferecem uma visão detalhada da saúde das plantações, permitindo intervenções mais rápidas e precisas (Figura 2).



**Figura 2** – Drones na Agricultura  
Fonte: Tecnologia & Benefícios (2018)

#### 4.1.5 Sensores

Os sensores desempenham um papel fundamental na Agricultura 5.0, fornecendo dados precisos e em tempo real sobre condições do solo, saúde das plantas e uso de recursos. Abaixo estão alguns dos tipos de sensores mais utilizados e suas aplicações:

- a) sensores de localização: usam GPS para monitorar equipamentos e otimizar a movimentação e uso de máquinas agrícolas.
- b) sensores de umidade do solo: controlam a umidade do solo para gestão eficiente da irrigação, prevenindo doenças e alagamentos.
- c) sensores ópticos: avaliam a saúde das plantas, detectando deficiências de nutrientes e estresse ambiental.
- d) biossensores: identificam patógenos e nutrientes no solo, permitindo manejo e proteção mais eficazes das culturas.
- e) sensores eletroquímicos: avaliam o pH e nutrientes do solo, facilitando a aplicação otimizada de fertilizantes e monitoramento de contaminantes.
- f) sensores de temperatura e umidade: monitoram condições ambientais e microclimas, otimizando os ambientes de cultivo.
- g) sensores mecânicos: avaliam a compactação do solo e o estado dos equipamentos, prevenindo falhas e otimizando operações.



**Figura 3** – Sensor de chuva (pluviômetro)  
Fonte: Syngenta Digital (s.d.)

#### 4.1.6 LEDs

Os LEDs (diodos emissores de luz) têm ganhado destaque na agricultura moderna, especialmente em sistemas de cultivo interno e em estufas. Eles oferecem várias vantagens, como:

- a) eficiência energética: LEDs consomem menos energia em comparação com as lâmpadas tradicionais, reduzindo os custos operacionais.
- b) espectro personalizado: é possível ajustar o espectro de luz emitido para atender às necessidades específicas de crescimento de diferentes culturas, promovendo uma fotossíntese mais eficaz.
- c) controle de crescimento: a utilização de LEDs pode acelerar o crescimento das plantas e melhorar a qualidade dos produtos, permitindo um ciclo de cultivo mais rápido e a produção de plantas mais saudáveis.
- d) sustentabilidade: o uso de LEDs contribui para a redução do impacto ambiental, minimizando o desperdício de energia e aumentando a eficiência do uso da água em sistemas de cultivo *indoor*.

## 4.2 Benefícios

A análise dos dados coletados demonstra que a implementação de tecnologias da Agricultura 5.0 resulta em ganhos significativos de produtividade e sustentabilidade. Os estudos de caso apresentados ilustram a eficiência dos métodos e o impacto positivo na gestão de recursos naturais.

A implementação de IA na agricultura de precisão tem conseguido aumentar a produtividade em até 30%, com uma redução de 20% no uso de insumos agrícolas. Isso se traduz em uma eficiência significativa na gestão de recursos e uma diminuição no desperdício. (REVISTA ANALYTICA, 2022).

A utilização de drones para monitoramento de culturas pode aumentar a eficiência da irrigação em até 30%, reduzindo assim o consumo de água. Além disso, a automação de tarefas de aplicação de pesticidas através de drones pode resultar em uma redução de custos de até 70%. (XARVIO, 2021).

A automação por robôs, especialmente na colheita, pode aumentar a velocidade da colheita em até 50% e reduzir a dependência de mão de obra humana. (PLUG AND PLAY TECH CENTER, 2023)

O uso de sensores para monitorar condições do solo e do clima pode economizar até 20% dos recursos hídricos, enquanto a iluminação LED em estufas tem demonstrado aumentar o crescimento das plantas em até 25%. (COMPRE RURAL, 2024)

A análise de Big Data permite que os agricultores tomem decisões baseadas em dados, resultando em um aumento médio de 10-15% na produtividade das culturas. As tecnologias de dados em tempo real ajudam a prever tendências de mercado e a otimizar as operações agrícolas. (INOVE SOLUTIONS, 2023)

### 4.3 Algumas dificuldades

Apesar dos avanços promissores que a Agricultura 5.0 traz, diversas dificuldades devem ser enfrentadas para sua implementação:

- a) custo das tecnologias: a aquisição e manutenção de tecnologias avançadas, como drones, sensores e sistemas de IA, podem ser elevadas, representando um obstáculo para pequenos e médios agricultores.
- b) falta de capacitação: a implementação bem-sucedida dessas tecnologias requer que os agricultores possuam conhecimentos específicos, o que demanda investimentos em treinamento e capacitação.
- c) integração de sistemas: a necessidade de integrar diferentes tecnologias e sistemas pode apresentar desafios técnicos, exigindo expertise e infraestrutura adequada.
- d) resistência à mudança: a mudança de práticas tradicionais para uma abordagem tecnológica pode encontrar resistência por parte de agricultores mais conservadores, que podem ter receio de novas abordagens.
- e) desafios regulatórios: a legislação e regulamentações relacionadas ao uso de tecnologias, como drones e sensores, podem variar significativamente entre regiões, tornando a implementação mais complexa.
- f) privacidade e segurança de dados: a coleta de grandes volumes de dados levanta preocupações sobre privacidade e segurança, necessitando de políticas claras e robustas para proteger as informações.
- g) sustentabilidade: embora as tecnologias da Agricultura 5.0 ofereçam soluções sustentáveis, sua implementação ainda pode levar a impactos ambientais indesejados se não forem cuidadosamente gerenciadas.

### 4.4 Caso real: Grupo Fienile

O Grupo Fienile implementou técnicas inovadoras de irrigação por luz artificial e nanotecnologia, resultando em melhorias significativas na produção agrícola (COMPRE RURAL, 2024). Aqui estão os principais destaques com valores e estatísticas:

- a) aumento da produtividade: as práticas de irrigação por luz artificial aumentaram a taxa de crescimento das plantas em até 30% em comparação com métodos tradicionais.
- b) eficiência energética: o uso de LEDs na irrigação resultou em uma redução de 75% no consumo de energia em relação a fontes de iluminação convencionais (Figura 4).
- c) melhora na qualidade dos produtos: a nanotecnologia contribuiu para uma absorção de nutrientes mais eficiente, resultando em produtos de maior qualidade que são mais bem aceitos no mercado.

- d) redução de desperdícios: a aplicação de tecnologias nanotecnologias melhorou o uso de água e fertilizantes, reduzindo os custos operacionais e o impacto ambiental.



**Figura 4** – Uso de LED na Agricultura  
Fonte: COMPRE RURAL (2024)

Esses dados ilustram como a combinação de tecnologias avançadas pode não apenas aumentar a produção, mas também tornar a agricultura mais sustentável e economicamente viável.

#### 4.5 Caso real: Carbon Robotics

O uso de Inteligência Artificial (IA) e robótica na agricultura, conforme destacado no artigo da Fox Business (2024), tem mostrado resultados impressionantes na melhoria da eficiência e produtividade das culturas. Aqui estão os principais pontos e estatísticas apresentados em CARBON ROBOTICS (2024):

- a) redução de ervas daninhas: tecnologias baseadas em IA e robótica conseguiram reduzir a presença de ervas daninhas em 95% em algumas áreas, utilizando *lasers* para eliminar essas plantas indesejadas de forma precisa e rápida (Figura 5).
- b) aumento da eficiência de aplicação de insumos: o uso de robôs equipados com IA possibilitou uma aplicação mais eficiente de herbicidas e pesticidas, reduzindo a quantidade necessária em até 90% e diminuindo a exposição ao meio ambiente.
- c) economia em custos operacionais: a automação com robôs gerou uma economia de 25% nos custos operacionais, permitindo que os agricultores concentrem recursos em outras áreas.
- d) aumento de rendimento: os agricultores que adotaram essas tecnologias relataram um aumento de rendimento das colheitas de até 20%, melhorando sua viabilidade econômica.



**Figura 5 – LaserWeeder em ação**  
Fonte: MUNDOGEO (2023)

Essas melhorias demonstram como a integração de tecnologias avançadas, como IA e robótica, pode transformar as práticas agrícolas, aumentando tanto a eficiência quanto a sustentabilidade.

## **5. DISCUSSÃO**

A adoção de tecnologias na Agricultura 5.0 representa um avanço significativo na maneira como a agricultura é praticada, abordando diversos desafios enfrentados pelo setor e promovendo um uso mais eficiente dos recursos disponíveis.

A metodologia aqui utilizada permitiu uma compreensão abrangente sobre a Agricultura 5.0, destacando tanto os avanços tecnológicos quanto os desafios enfrentados pelo setor. A pesquisa também reforçou a importância de integrar conhecimento técnico com práticas sustentáveis, promovendo uma agricultura que não apenas atenda às demandas alimentares, mas que também respeite e conserve os recursos naturais.

### **5.1. Uso das tecnologias na Agricultura 5.0**

As tecnologias como Inteligência Artificial (IA), *Big Data*, robótica, drones e sensores estão transformando a agricultura, proporcionando dados em tempo real que permitem a tomada de decisões informadas. Por exemplo, a IA é utilizada para prever padrões climáticos e otimizar o uso de insumos, o que pode aumentar a produtividade em até 20% e os drones têm demonstrado eficiência na aplicação de pesticidas e na identificação de ervas daninhas, com a automação de tarefas aumentando a precisão e reduzindo custos operacionais.

### **5.2 Adversidades**

As adversidades climáticas, como secas e chuvas intensas, podem ser mitigadas com o uso de tecnologias avançadas. Sistemas de irrigação inteligente, que utilizam sensores para monitorar a umidade do solo, permitem uma irrigação mais precisa e eficiente, economizando até 30% de água. Essas tecnologias não apenas podem enfrentar as adversidades climáticas, mas também promovem a resiliência das culturas diante das mudanças climáticas.

### 5.3 Uso sustentável dos recursos

A Agricultura 5.0 foca no uso sustentável dos recursos por meio de tecnologias avançadas, como sensores IoT e inteligência artificial, que permitem monitorar e otimizar o uso de água e solo. Com o auxílio de drones e imagens de satélite, é possível ajustar as práticas agrícolas de forma eficiente, preservando o meio ambiente. Além disso, o uso de biopesticidas e técnicas regenerativas contribui para a saúde do solo e a biodiversidade, garantindo uma produção mais sustentável e reduzindo a dependência de produtos químicos.

### 5.4 Aumento da produtividade

O uso de drones para monitoramento das culturas e o mapeamento preciso das áreas cultivadas permitem intervenções rápidas e eficazes, aumentando os rendimentos em até 30%. A implementação de técnicas baseadas em dados, como a análise de Big Data, melhora a gestão das operações agrícolas, resultando em uma produção mais eficiente e lucrativa.

## 6. CONCLUSÃO

A Agricultura 5.0 representa um novo paradigma na produção agrícola, integrando tecnologias avançadas que não apenas aumentam a produtividade, mas também promovem práticas sustentáveis e eficientes. Inteligência Artificial, Big Data, robótica, drones e sensores tem demonstrado resultados significativos, com aumentos de produtividade de até 30% e redução no uso de insumos e recursos naturais.

Os estudos de caso apresentados, como o Grupo Fienile e as inovações com IA, ilustram como essas tecnologias podem ser aplicadas na prática, enfrentando desafios como a escassez de água e a necessidade de maior eficiência no manejo das culturas. As soluções inovadoras, como a irrigação por luz artificial e o uso de robôs para controle de ervas daninhas, destacam a importância da adaptação e da adoção de tecnologias para garantir a sustentabilidade e a segurança alimentar.

Contudo, a implementação dessas tecnologias não está isenta de desafios. A resistência à mudança, a necessidade de investimento inicial e a capacitação de mão de obra são questões que precisam ser abordadas para maximizar os benefícios da Agricultura 5.0. À medida que o setor agrícola evolui, a colaboração entre agricultores, empresas de tecnologia e instituições de pesquisa será essencial para impulsionar a inovação e enfrentar os desafios globais.

Em resumo, a Agricultura 5.0 não é apenas uma evolução tecnológica, mas uma abordagem holística que busca transformar o setor agrícola em um sistema mais sustentável, eficiente e resiliente. A adoção contínua dessas inovações será crucial para atender à crescente demanda por alimentos e garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

## REFERÊNCIAS

A2W PLATAFORMA. **Agro 5.0**. Disponível em: <https://a2wplataforma.com.br/blog/agro-5-0-2/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AEGRO. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/agricultura-5-0/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGRIQ. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://agriq.com.br/agricultura-5-0/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGRISHOW DIGITAL. **Agricultura 5.0: o que podemos esperar dela**. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/tecnologia/agricultura-50-o-que-podemos-esperar-dela>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGRITECH FUTURE. **Revolução da IA na agricultura: pesquisa revela aumento na demanda por soluções agrícolas baseadas em dados**. Disponível em: <https://www.agritechfuture.com/robotics-automation/ai-revolution-in-agriculture-survey-reveals-surge-in-demand-for-data-driven-farming-solutions/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGROADVANCE. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-agricultura-50/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGROFY. **Agricultura moderna: integração, eficiência econômica, responsabilidade social e sustentabilidade ambiental**. Disponível em: <https://news.agrofy.com.br/opinion/203976/agricultura-moderna-integracao-eficiencia-economica-responsabilidade-social-e>. Acesso em: 18 nov. 2024.

AGROREVENDA. **Brasil lidera sustentabilidade no agronegócio e inspira práticas globais**. Disponível em: <https://agrorevenda.com.br/noticias/brasil-lidera-sustentabilidade-no-agronegocio-e-inspira-praticas-globais/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

ARARASEED. **Inteligência artificial no agronegócio**. 2024. Disponível em: <https://blog.araraseed.com.br/inteligencia-artificial-no-agronegocio/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BARICHELLO, D. L. **Agricultura 5.0: inovações, trajetória da agricultura brasileira e os desafios climáticos**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30906>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BASF. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/veja-mais-cultivos/agricultura-5-0>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BRASMAX GENÉTICA. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/agricultura-5-0/>. Acesso em: 24 nov. 2024.

CANAL RURAL. **Tecnologia com sensores economiza até 20% de água na lavoura**. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projetos/tecnologia-com-sensores-economiza-ate-agua-lavoura-55139/>. Acesso em 18 nov. 2024.

CARBON ROBOTICS. **LaserWeeder**. Disponível em: <https://carbonrobotics.com/laserweeder>. Acesso em: 18 nov. 2024.

CEPEA. **Agricultura moderna: integração entre eficiência econômica, responsabilidade social e sustentabilidade ambiental**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/agricultura-moderna-integracao-entre-eficiencia-economica-responsabilidade-social-e-sustentabilidade-ambiental.aspx>. Acesso em: 18 nov. 2024.

COMPRERURAL. **Como o Grupo Fienile transforma a produção com irrigação por luz**

**artificial e nanotecnologia.** Disponível em: <https://www.comprerural.com/como-o-grupo-fienile-transforma-a-producao-com-irrigacao-por-luz-artificial-e-nanotecnologia/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

FOX BUSINESS. **A IA chega à fazenda: Nova tecnologia ataca hectares de ervas daninhas rapidamente usando robótica e lasers.** Disponível em: <https://www.foxbusiness.com/lifestyle/ai-comes-farm-new-technology-tackles-acres-weeds-quickly-robotics-lasers>. Acesso em: 18 nov. 2024.

FURTADO, K. D. C.; CARVALHO, V. E. B. de; BARBOSA, G. M. R.; FERREIRA, H. C. P.; BEZERRA, M. G. F. **O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável.** Seven Editora, 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/1776>. Acesso em: 19 nov. 2024.

INOVE SOLUTIONS. **Big Data e previsões: o impacto que a gestão e a análise de dados podem promover no agronegócio.** Disponível em: <https://inovesolutions.com/blog/big-data-no-agronegocio/>. Acesso em 18 nov. 2024.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. **A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente.** 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217698/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap1.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MDPI. **Sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/6/1180>. Acesso em: 18 nov. 2024.

MJV INNOVATION. **Agricultura 5.0.** Disponível em: <https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/agricultura-5-0/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

MUNDOGEO (ed.). **Robô da Carbon Robotics recebe recurso de desbaste em plantações.** 2023. Disponível em: <https://mundogeo.com/2023/03/02/robo-da-carbon-robotics-recebe-recurso-de-desbaste-em-plantacoes/>. Acesso em: 17 nov. 2024.

PLUG AND PLAY TECH CENTER. **O Impacto da Agricultura Automatizada na Indústria Agrícola.** Disponível em: <https://www.plugandplaytechcenter.com/insights/how-automation-transforming-farming-industry>. Acesso em: 18 nov. 2024

PRISMA INFORMATICA. **O que é a agricultura 5.0.** Disponível em: <https://prismainformatica.com.br/post/o-que-e-a-agricultura-50>. Acesso em: 24 nov. 2024.

REVISTA ANALYTICA. **Agricultura de precisão: o que é e por que tem sido tão importante para a produção de alimentos.** Disponível em: <https://revistaanalytica.com.br/agricultura-de-precisao-o-que-e-e-por-que-tem-sido-tao-importante-para-a-producao-de-alimentos/>. Acesso em 18 nov. 2024.

REVISTA CAMPO & NEGÓCIOS. **Agro 5.0 atrai investimentos em IA e sustentabilidade.** Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/agro-5-0-atrai-investimentos-em-ia-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SEMEAR CONSULT. **Agricultura 4.0: inovação e tecnologia no campo.** Disponível em:

<https://www.semearconsult.com/post/agricultura-4-0- inova%C3%A7%C3%A3o-e-tecnologia-no-campo>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SEMENTES NK. **Como a agricultura 5.0 pode beneficiar o agronegócio**. Disponível em: <https://sementesnk.com.br/noticias/como-a-agricultura-5-0-pode-beneficiar-o-agronegocio/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SENIOR. **7 vantagens da agricultura 5.0 para o seu agronegócio**. Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/7-vantagens-da-agricultura-5-0-para-o-seu-agronegocio>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SENIOR. **Agricultura 5.0: entenda como ela vai revolucionar o agro**. Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/agricultura-5-0-entenda-como-ela-vai-revolucionar-o-agro>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SENSIX. **Agricultura 5.0: o que esperar dessa nova modalidade da agricultura moderna**. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/agricultura-5-0-o-que-esperar-dessa-nova-modalidade-da-agricultura-moderna/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SYNGENTA DIGITAL (ed). **Agricultura de precisão: sensores são uma tendência para otimizar os processos**. s.d. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/sensores-agricultura-precisao-tendencia-otimizar-processos-campo/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

TERRAMAGNA. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/agricultura-5-0/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

TOTVS. **Agricultura 5.0**. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola-agricultura-5-0/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

VÉLEZ, S. et al. **Agricultura 5.0: Nova era na detecção de doenças combinando robôs e sensores aéreos e terrestres**. 2023. Disponível em: <https://www.agriterra.pt/Artigos/509736-Agricultura-50-Nova-era-na-detecao-doencas-combinando-robots-sensores-aereos-terrestres.html>. Acesso em: 18 nov. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Inteligência Artificial para Inovação Agrícola**. Disponível em: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Artificial\\_Intelligence\\_for\\_Agriculture\\_Innovation\\_2021.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Artificial_Intelligence_for_Agriculture_Innovation_2021.pdf). Acesso em: 18 nov. 2024.

XARVIO. **Agricultura sustentável com uso de drones**. Disponível em: <https://www.xarvio.com/br/pt/noticias/agricultura-sustentavel-com-uso-de-drones.html>. Acesso em: 18 nov. 2024.