

Tecnologias essenciais para a agricultura de precisão



2.2.1





Caros alunos,

Nesta lição, vocês irão explorar ferramentas digitais essenciais utilizadas na agricultura de precisão – Desde sensores IoT e drones até sistemas GPS e IA.

Aprenda como essas tecnologias recolhem dados, melhoram a tomada de decisões e automatizam tarefas na exploração agrícola. Exemplos reais mostram como as pequenas explorações agrícolas também podem beneficiar de soluções inteligentes.

Ao estudar, concentre-se no que cada ferramenta faz e como ela promove a sustentabilidade e a eficiência. Pense em qual tecnologia poderia ser útil na sua própria agricultura ou no contexto local.



Texto de estudo

1. Dispositivos IoT e sensores

IoT (Internet das Coisas) significa conexão de dispositivos físicos – como sensores, estações meteorológicas ou distribuidores de fertilizantes – à Internet. Esses dispositivos recolhem dados automaticamente e os transmitem para um sistema, onde são avaliados e utilizados para a tomada de decisões. Na agricultura, isso significa que o agricultor não é necessário medir tudo manualmente – por exemplo, humidade do solo, temperatura, precipitação ou estado das culturas.

Em vez disso, essas informações são recolhidas por dispositivos inteligentes no campo ou no celeiro e enviadas para uma aplicação móvel, onde o agricultor pode visualizá-las a qualquer momento.



Como é que isso funciona na prática?

Um sensor na vinha monitoriza a humidade do solo. Quando o solo seca, a aplicação envia um aviso: «Comece a regar».

A estação meteorológica regista a chegada de ventos fortes. O sistema sugere um adiamento da pulverização para que o vento não espalhe os produtos químicos para outros locais.

A coleira da vaca mede a temperatura e o movimento. Quando o animal está doente ou no cio, o agricultor recebe um alerta no seu telemóvel.

O que é necessário?

- **Sensores ou dispositivos – por exemplo, medidores de humidade, medidores de temperatura, câmaras, bolus para gado.**
- **Rede ou ligação – geralmente através de Wi-Fi, dados móveis ou redes agrícolas especiais (por exemplo, LoRaWAN – protocolo de comunicação sem fios de longo alcance destinado à Internet das Coisas).**
- **Aplicação ou plataforma – por exemplo, Agdata, Farmonaut, CleverFarm, onde os dados são apresentados de forma clara.**

Sensores instalados nos campos ou em estufas medem parâmetros em tempo real, como humidade, temperatura, valor de pH ou teor de nutrientes. Os dados são transmitidos para sistemas centrais, de onde o agricultor recebe recomendações para irrigação ou fertilização.

De acordo com o [Business Insider](#), A utilização da Internet das Coisas nas explorações agrícolas está a crescer significativamente graças a uma melhor gestão da água e dos insumos, mas a conectividade e a análise continuam a ser um problema.



Visão geral dos tipos básicos de sensores

Tipo de sensor	O que monitoriza e exemplos de utilização
----------------	---

Sensores do solo	Humidade, temperatura, pH, salinidade - irrigação, seleção de culturas Os sensores monitorizam condições microclimáticas, como temperatura, humidade, precipitação e vento (normalmente integrados em estações meteorológicas). Ajudam a prever o stress das plantas, doenças ou a necessidade de arejamento. Os sensores de pH do solo e nutrientes, ou seja, sondas eletroquímicas, medem a acidez do solo (pH) e a concentração de nutrientes (por exemplo, nitratos ou fosfatos). Permitem a dosagem precisa de fertilizantes e reduzem a carga química no ambiente. Permitem a dosagem precisa de fertilizantes e reduzem a carga química no ambiente.
Sensores meteorológicos	Temperatura, precipitação, vento, humidade do ar - previsão de doenças, planeamento do plantio
Sensores em animais	Movimento, temperatura corporal, posição - Detecção de doenças, período de cio, monitorização
Sensores ambientais	CO₂, amoníaco, ruído, luz - Conforto no estábulo ou na estufa Sensores óticos e multiespectrais instalados em drones e satélites fornecem imagens em diferentes comprimentos de onda. Ajudam a identificar o stress das plantas, a ocorrência de ervas daninhas ou a variabilidade da vegetação, adequados para intervenções específicas (por exemplo, pulverizações, fertilização). Os sensores Lidar permitem a digitalização a laser para criar modelos 3D do terreno e da vegetação. Ajudam na divisão em zonas, mapeamento da erosão e deteção de pragas através da análise do espaço aéreo.

Os sensores de CO₂ e qualidade do ar medem a concentração de dióxido de carbono (e, por vezes, de outros gases). Ajudam a otimizar a fotossíntese e monitorizam o impacto do ambiente no crescimento das plantas.

Sensores especiais (por exemplo, sensores foliares) monitorizam a espessura das folhas e o turgor, o que permite uma irrigação muito precisa. É possível obter uma poupança de água de 30 a 50 %.

Exemplo de utilização de sensores na criação de vacas: [smaXtec system](#). A empresa austríaca smaXtec desenvolveu um pequeno sensor que é inserido no pré-estômago da vaca e mede continuamente a temperatura corporal, o pH e a atividade do animal por um período de até quatro anos. Esses dados são transmitidos ao sistema do agricultor, que pode assim identificar problemas de saúde em tempo útil ou monitorizar o período de cio e a preparação para o parto. Embora a aquisição desta tecnologia não seja barata, a sua utilização traz economias em cuidados veterinários e aumenta o rendimento do rebanho graças a melhores cuidados.



2. Drones

Os drones são equipados com vários sensores e câmaras e são utilizados na agricultura, por exemplo,

1. Mapeamento dos campos antes da sementeira e da colheita
2. Acompanhamento do crescimento durante a época
3. Comparação do desenvolvimento das plantas com anos anteriores
4. Avaliação da humidade do solo e planeamento da irrigação
5. Detecção de pragas, doenças e ervas daninhas
6. Avaliação da necessidade de fertilização com base no estado das plantas
7. Análise da saúde dos animais (por exemplo, em pastagens)
8. Semeadura ou aplicação de fertilizantes com drones (de forma precisa e direcionada)
9. Imagens multiespectrais - Os drones com câmaras especiais captam mais faixas de cores do que o olho humano consegue ver - mapa de vegetação que distingue as diferentes zonas por cores, de acordo com a vitalidade da vegetação.
10. Drones com câmaras e GPS que permitem determinar a localização do rebanho, monitorizar a atividade e os movimentos de cada animal e reagir rapidamente à perda ou ferimento de um animal.

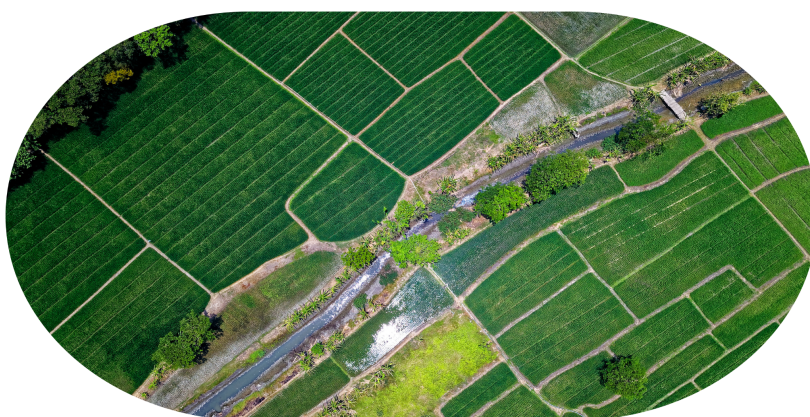
Acompanhe o [video](#) sobre como os drones são integrados no sistema de agricultura de precisão na quinta Mikálka, na República Checa. Por exemplo, um drone de digitalização ajuda-os a encontrar buracos feitos por ratazanas.

Como funciona?

- O drone sobrevoa o campo e tira fotos de cima.
- Estas imagens são depois combinadas numa única mapa.
- O mapa mostra os limites dos campos, a vegetação, as ervas daninhas, a humidade do solo, as áreas problemáticas ou até mesmo os animais.

Com o mapa 3D, o agricultor pode descobrir:

- quanta terra realmente cultiva,
- onde há problemas com pragas, ervas daninhas ou doenças,
- onde a água fica retida e onde o solo é seco,
- qual é a inclinação e a drenagem do campo,
- onde faz sentido semear mais e onde menos.



✨ Principais vantagens do mapeamento com drones

🕒 **Poupe tempo e dinheiro** - um drone consegue explorar uma grande área em poucos minutos. O agricultor não precisa percorrer todo o campo para encontrar o problema.

📌 **Informações precisas** - ao contrário de uma mera estimativa, os mapas obtidos pelos drones oferecem dados - qual é o estado de saúde das plantas, onde há problemas de nutrição, onde há retenção de água.

🌾 **Melhor planeamento** - com o mapa, o agricultor pode preparar um plano de sementeira, planejar a irrigação, a dosagem de fertilizantes ou reconhecer a necessidade de tratamento das culturas.

📊 **Minimização de perdas** - uma intervenção atempada pode evitar danos causados por doenças, seca ou fertilização excessiva.



3.

3. Robótica e automação

Os robôs agrícolas ajudam a capinar, colher ou monitorar as culturas sem intervenção humana. Um exemplo é o americano [FarmWise Titan](#), que utiliza inteligência artificial com câmaras para remover ervas daninhas com precisão, ou o brasileiro [Solix](#) da empresa Solinftec, que, graças a uma intervenção direcionada, reduz o uso de herbicidas em até 95%. No entanto, devido ao seu preço e tamanho, esses robôs são destinados principalmente a fazendas de grande porte. Uma solução pode ser compartilhar ou alugar esses equipamentos.

Gradualmente, estão sendo desenvolvidos robôs e máquinas automáticas que também podem ser usados em hortas domésticas ou comunitárias e pequenas fazendas, por exemplo [FarmBot Genesis](#). Este robô é capaz de remover mecanicamente ervas daninhas e monitorizar plantas, além de ser modular. Foi desenvolvida uma aplicação para a sua utilização, sendo o robô 100% open source.

4. Sistemas de localização (GPS)

Os sistemas de localização permitem determinar a posição exata de um trator, drone, sensor ou animal específico.

As tecnologias de satélite mais utilizadas são o GPS (Global Positioning System) ou o Galileo, um sistema de localização europeu de alta precisão. Graças a estas tecnologias, um pequeno agricultor pode manter registos sobre onde pulverizou ou semeou exatamente, acompanhar a rota exata do trator – o



que economiza combustível e tempo. É fácil encontrar um animal com coleira que se afastou do pasto.

Quando os dados de localização são interligados com outras tecnologias (por exemplo, estações meteorológicas, sensores de solo), falamos de agricultura conectada. No entanto, isso requer conectividade, ou seja, a possibilidade de transferência de dados entre os diferentes dispositivos.

5. Conectividade



O que é conectividade e por que é importante?

Conectividade significa a capacidade dos dispositivos de comunicarem entre si – seja localmente (por exemplo, via Bluetooth ou Wi-Fi) ou remotamente (por exemplo, através de redes móveis 4G/5G ou redes de baixa tensão como LoRaWAN). Por exemplo:



Uma estação meteorológica no campo envia dados atualizados sobre a humidade através da LoRaWAN → esses dados são exibidos no telemóvel do agricultor → a aplicação sugere o momento ideal para a irrigação.

6. Análise de dados, software, IA

O software recolhe, armazena e analisa dados. Os chamados sistemas de gestão agrícola (por exemplo, AgLeader, Trimble) abrangem o acompanhamento dos rendimentos, das condições climáticas, da nutrição e dos resultados financeiros. As plataformas de IA, como o ChatGPT ou os assistentes agrónomos, também estão acessíveis aos pequenos agricultores.

Existem aplicações analisando dados meteorológicos históricos e previsões meteorológicas atuais, que podem enviar recomendações por SMS para telemóveis comuns. Se os agricultores seguirem as recomendações, poderão



aumentar os seus rendimentos. Por exemplo a [aplicação Weenat](#) oferece uma aplicação móvel para agricultores com previsões horárias e de 15 dias, além de dados históricos. Permite configurar alertas por SMS/e-mail/notificação (por exemplo, para chuva ou geada). Ou a [aplicação Sencrop](#) conecta sensores agrícolas com um modelo meteorológico ultralocal. Permite configurar alertas por SMS, e-mail ou chamada telefónica – por exemplo, sobre o risco de pragas, momentos ideais para pulverização, irrigação.



✓ O que as pequenas explorações agrícolas ganham com isso?

- **Intervenções agrícolas mais precisas → menos fertilizantes, água e combustível.**
- **Poupe tempo – gravação e planeamento automáticos.**

- **Possibilidade de integrar várias ferramentas num único sistema (por exemplo, CleverFarm, Agdata).**
- **Rastreabilidade melhorada → maior confiança dos clientes e certificação.**

Um pequeno agricultor pode operar um sistema baseado numa combinação de sensores de solo, drones e software para processamento de dados. Este sistema monitoriza a humidade e a temperatura do solo e avalia o estado da vegetação através de imagens aéreas. Todos os dados são armazenados numa base de dados na nuvem e analisados por inteligência artificial. Isso permite ao agricultor ter uma visão geral das condições em cada parte do campo e ajustar a irrigação, a fertilização e a colheita. Por exemplo, estudantes da Olin College desenvolveram um drone que voa autonomamente para locais predefinidos, recolhe dados sobre humidade, temperatura e pH e os grava numa interface web (nuvem), onde são analisados para fins de irrigação e fertilização. Mais informações podem ser obtidas no [site da escola webových](#).

Desafios e recomendações

- **O investimento em conectividade é fundamental para o funcionamento da Internet das Coisas.**
- **Os sensores básicos são acessíveis.**
- **Os robôs podem ser utilizados sem necessidade de aquisição, através de leasing, o que reduz os custos e os riscos.**
- **Escolha um software acessível – também existem sistemas de gestão agrícola disponíveis gratuitamente.**
- **A cooperação entre agricultores aumenta a eficiência e reduz os custos (partilha de tecnologias).**

Resumo

A agricultura de precisão depende de tecnologias digitais, como sensores da Internet das Coisas, drones, robótica, monitorização por GPS e inteligência artificial para otimizar a gestão da exploração agrícola. Em conjunto, estas ferramentas aumentam a eficiência, reduzem o consumo de insumos e promovem a agricultura sustentável, mesmo em pequenas explorações agrícolas.

