



'IN_AGRICULTURE' INNOVATION IN AGRICULTURE

'2025-1-TR-01-K210-VET-000359231'

ERASMUS+ PROGRAMME KEY ACTION 2: SMALL-SCALE PARTNERSHIPS
IN
VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING



INNOVATION IN AGRICULTURE



Mustafa Kemal Atatürk (1937)

«A base da economia nacional é a agricultura»



Introdução

Há muitos anos, Mustafa Kemal Atatürk enfatizou que a base da economia nacional de qualquer país deve ser a agricultura e que uma nação que não produz não pode sobreviver e se desenvolver.

A afirmação de Atatürk é confirmada hoje de várias maneiras, embora as sociedades tenham-se diversificado muito, as condições e os termos de desenvolvimento tenham mudado e a globalização tenha alterado as condições para o desenvolvimento local.

Especificamente:

- A agricultura continua a ser a base do desenvolvimento económico.
- Sem uma política agrícola forte, não pode haver indústria sustentável.
- O desenvolvimento rural é um pré-requisito para a estabilidade social e a independência nacional.

Em conclusão, o progresso de um país não pode basear-se apenas em cidades desenvolvidas, indústria, turismo e setor de serviços, mas deve ser dada especial ênfase à produção agrícola e ao setor primário, que alimenta todos os outros.

Capítulo 1

1.1 Tecnologia moderna nas atividades humanas

A evolução da humanidade desde os tempos antigos até aos dias de hoje tem sido caracterizada pelos nossos esforços para nos tornarmos mais criativos e produtivos, com o objetivo de alcançar melhores condições de vida.

Quanto mais recuamos na história da humanidade, mais descobrimos «etapas da evolução», como o uso de ferramentas de pedra, mais tarde o uso de ferramentas de metal ou o uso do fogo, a descoberta da roda e sua utilização em várias aplicações da vida cotidiana, etc. Mas mesmo na história mais recente, o uso das conquistas científicas e sua aplicação na vida cotidiana trouxeram grandes mudanças no funcionamento das comunidades humanas, melhorando as condições de vida e aumentando consideravelmente a expectativa de vida.

No século passado, a descoberta e o uso de computadores trouxeram mudanças tremendas, desde as ações humanas mais simples até as ações e aplicações mais complexas, em um período de pouco mais de 75 anos. O desenvolvimento mais recente é a Inteligência Artificial (IA).

A inteligência artificial é agora aplicada a quase todas as atividades humanas. Desde as ações humanas mais simples do dia a dia até às atividades científicas mais complexas. É claro que a agricultura não poderia ser uma exceção. Nos capítulos seguintes, verá frequentemente referências a aplicações que utilizam (IA). Por esta razão, achámos apropriado começar o livro que tem nas suas mãos apresentando aos leitores que não estão familiarizados com a tecnologia as ferramentas mais conhecidas utilizadas para aproveitar a tecnologia moderna.



1.2 O que é Inteligência Artificial (IA)?

De acordo com a OCDE (2019), a IA é um sistema baseado em máquinas que pode, para objetivos definidos por humanos, fazer previsões, recomendações ou tomar decisões que afetam ambientes reais ou virtuais. Ela usa entradas mecânicas e centradas no ser humano para perceber o ambiente, abstrair, unificar e perceber especificamente em modelos de forma automatizada ou manual, e usar as conclusões dos modelos para formar opções de informação ou ações. Os sistemas de IA são projetados para operar com diferentes níveis de autonomia.

A Inteligência Artificial é uma tecnologia avançada, que geralmente é executada por uma série de algoritmos, computadores ou robôs. Ela também usa dados em tempo real para simular a inteligência humana.

Pode reproduzir o pensamento humano e tomar decisões. Por outras palavras, está programada para pensar, agir e responder tal como um ser humano vivo.

No entanto, não deve ser confundida com automação. A automação, assim como a IA, usa dados em tempo real para executar uma função. No entanto, os mecanismos e o resultado são muito diferentes.

Por exemplo, a automação requer a introdução manual de dados para realizar uma tarefa. A tarefa será repetida independentemente do que os dados dizem ou se há um erro. Em contrapartida, a inteligência artificial é aprendizagem automática. Isto significa que requer a introdução de dados, mas à medida que processa os dados, pode reconhecer erros. Pode então ajustar as suas funções e algoritmos conforme necessário, evitando assim potenciais erros.

A Inteligência Artificial (IA) pode ajudar os seres humanos em muitas áreas porque:

1. Reduz o erro humano

Sejamos realistas, às vezes as pessoas cometem erros. O lado positivo de cometer erros é que geralmente aprendemos com eles.

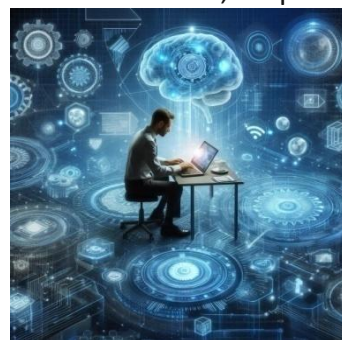
A IA funciona da mesma forma. Ao agir e se comportar como um ser humano, ela pode reduzir significativamente os erros. Isso nos ajuda a compreender todos os resultados possíveis e escolher o mais adequado.

Ao usar dados e previsões, podemos entender melhor as nossas opções, os resultados e as implicações desses resultados. Isso é particularmente útil para as empresas. Os tomadores de decisão podem considerar todas as possibilidades antes de agir.

2. Ajuda na pesquisa e análise de dados

Outra vantagem é o uso da tecnologia para pesquisa e análise de dados. As tecnologias de IA são inteligentes e podem coletar as informações necessárias e fazer previsões em questão de minutos.

O que normalmente levaria meses de pesquisa pode agora ser feito em muito menos tempo. Os dados recolhidos pela IA e a análise realizada são inestimáveis. Pode usar essas informações em colaboração com analistas de dados.



3. Pode tomar decisões imparciais e inteligentes

Com os dados certos, a inteligência artificial elimina o preconceito da tomada de decisões. Pode obter os melhores resultados ao utilizá-la. No entanto, deve garantir que as informações específicas e o conjunto de dados mais preciso sejam inseridos. Quando tem e processa os melhores dados, pode prever resultados com precisão, resolver problemas e executar funções corretamente. No entanto, se os dados que introduz nos programas forem problemáticos, provavelmente obterá um resultado questionável.

4. Executa tarefas repetitivas

A automação e a IA são tecnologias diferentes. No entanto, a inteligência artificial pode funcionar como uma versão avançada da automação. Ela pode ser usada para realizar tarefas repetitivas e sugerir resultados alternativos. Mais importante ainda, os utilizadores ganham mais tempo livre para lidar com outras questões mais complexas.

1.3 Questões éticas decorrentes do uso da IA

A ética da inteligência artificial é um conjunto de regras que garantem que a IA seja desenvolvida e utilizada de forma benéfica para a sociedade e inclui, entre outras áreas, justiça, segurança, particularmente de dados pessoais, transparência em ações que afetam a sociedade como um todo, prevenção de ações que possam ter um impacto social, etc.

A ética da IA, com as condições acima, é uma força positiva que ajuda a limitar a injustiça e a aumentar a criatividade. Quanto mais as pessoas físicas ou jurídicas dependem da IA, mais provável é que experimentem os efeitos positivos ou negativos de sua utilização.

Embora a tecnologia na qual a IA se baseia possa ser projetada para priorizar questões éticas, é o fator humano que garante o seu funcionamento de acordo com as regras éticas.

Até o momento, não existe um **"Sistema Universalmente Aceito de Princípios Éticos para (IA)"**. Muitas organizações estão trabalhando para criar diretrizes sobre **"Princípios Éticos"** para a legislação sobre IA.



Esses princípios dizem respeito principalmente ao

- **Bem-estar e dignidade humanos.**

Os sistemas de IA devem priorizar e garantir o bem-estar, a segurança e a dignidade dos indivíduos, e não ter como objetivo substituí-los.

- **Supervisão humana.**

Para garantir que a responsabilidade final recai sobre os seres humanos, a IA requer supervisão e monitorização humanas em todas as fases de monitorização e utilização.

- **Imparcialidade e igualdade.**

Os processos de concepção da IA devem priorizar a justiça, a imparcialidade e a ausência de qualquer forma de discriminação com base no gênero, raça, religião, etc.

- **Transparência.**

Os modelos de IA devem propor soluções e recomendações utilizando processos totalmente transparentes e de forma totalmente clara.

- **Apoio à privacidade e proteção de dados pessoais.** Os modelos de IA devem seguir padrões que garantam a «prevenção de violações de dados pessoais» e protejam a «privacidade» em todas as suas formas.

- **Progresso individual e social.**

A IA deve contribuir para o «progresso individual e social» em todas as áreas da vida social, evitando práticas de desigualdade e concorrência desleal.

- **Reforço das competências digitais.**

A IA deve ser compreensível para todos, e os serviços devem ser prestados de forma acessível a todos e contribuir para a atualização das suas competências digitais.

A aplicação dos «Princípios Éticos na IA» cabe a todos nós, aqueles que estão mais ou menos envolvidos, direta ou indiretamente, na concepção de modelos de IA, bem como na utilização desses modelos. Os grupos envolvidos incluem pessoas singulares e coletivas com diferentes funções, tais como:

- **Desenvolvedores e pesquisadores.**

Desempenham um papel fundamental na criação de sistemas de IA, dando prioridade aos seres humanos, lidando de forma positiva com todas as formas de preconceito (religioso, racial, etc.) e visando a transparência e a prevenção de todas as formas de discriminação.

- **Decisores políticos.**

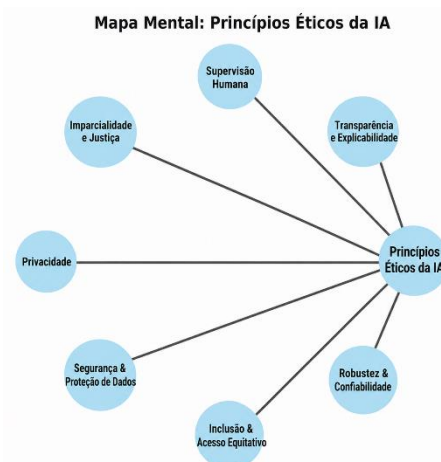
Devem promulgar leis e regulamentos que promovam a utilização da IA no respeito pelos seus princípios éticos.

- **Docentes universitários.**

Com a sua autoridade como indivíduos e cientistas, bem como a autoridade das instituições que representam, contribuem para o desenvolvimento de diretrizes éticas para o uso da IA.

- **Utilizadores finais da IA**

Os consumidores finais e os cidadãos têm interesse e o dever de garantir, através do seu comportamento em relação aos produtos de IA, que os sistemas de IA que utilizam sejam fiáveis, transparentes e benéficos para a sociedade, contribuindo para o desenvolvimento social a par do desenvolvimento da IA.



1.4 Proteção de dados pessoais e (IA)

As tecnologias de IA criam uma ampla gama de oportunidades em muitas atividades sociais. Os sistemas de IA incluem, entre outras coisas, o processamento de dados pessoais. Isso levanta a necessidade de estabelecer regras que regulem questões entre a IA e os «dados pessoais dos cidadãos», tais como direitos relacionados com

- liberdade de pensamento dos indivíduos,
- liberdade de expressão,
- liberdade de acesso à informação,
- o direito de conduzir negócios por meios legais,
- o direito à educação.

Para a formação especializada de indivíduos envolvidos na proteção de dados pessoais, a Autoridade de Proteção de Dados Pessoais desenvolveu Programas de Estudo Especiais para

- responsáveis pela proteção de dados (DPOs) e profissionais de privacidade,
- gestores de programas de cibersegurança e gestores de programas de desenvolvimento de sistemas (IA).

Um pré-requisito básico para a proteção de dados pessoais é a metodologia que deve ser seguida, que diz respeito à «Segurança do Tratamento de Dados Pessoais» e inclui:

✓ **Confidencialidade.**

As informações/dados não devem ser divulgados a pessoas não autorizadas.

✓ **Integridade.**

As informações/dados devem ser precisos e autênticos, não incorretos, alterados ou desatualizados.

✓ **Disponibilidade.**

As informações/dados devem estar disponíveis aos Utilizadores sempre que solicitados.

O «Controlador de Dados» é obrigado a cumprir as condições acima. Ao mesmo tempo, é obrigado a gerir incidentes de incumprimento, o que requer a existência de mecanismos e procedimentos para identificação, registo, notificação à autoridade competente e comunicação às pessoas afetadas.

1.5 Ferramentas populares de Inteligência Artificial para uso geral.

A tecnologia moderna surpreende-nos constantemente, fornecendo-nos novas ferramentas de Inteligência Artificial a um ritmo e com capacidades tão novas que as informações abaixo podem em breve ser consideradas desatualizadas. Outra característica das novas tecnologias avançadas é que são mais fáceis de aceder e mais intuitivas, permitindo aos utilizadores tirar partido das suas capacidades.

Abaixo encontrará uma lista dos sites de Inteligência Artificial mais populares. Cada site fornece



informações sobre as suas funcionalidades específicas e como pode utilizar cada uma delas.

Lista indicativa de sites (IA).

- Chat GPT - <https://chatgpt.com/>
- Perplexity - <https://perplexity.AI/>
- Claude - <https://claude.AI/login;returnTo=%2f3F>
- Napkin - <https://napkin.AI/>
- Microsoft Designer - <https://designer.microsoftcom/>
- Google Gemini <https://gemini.google.com/>

1.6 Ferramentas populares de inteligência artificial para a agricultura

As aplicações e o software agrícolas estão a transformar a forma como as explorações agrícolas e as empresas agrícolas modernas operam. Quer gere uma exploração pecuária, uma pequena exploração hortícola ou um modelo **CSA (Agricultura Apoiada pela Comunidade)**, as ferramentas digitais certas podem reduzir a burocracia, melhorar a tomada de decisões e aumentar a rentabilidade. Desde o planeamento das culturas e a monitorização dos campos até às encomendas dos clientes e aos relatórios financeiros, o software desempenha agora um papel central na atividade agrícola quotidiana.

Essas plataformas não se destinam apenas a empresas agrícolas de alta tecnologia. Muitas ferramentas são projetadas especificamente para pequenas e médias explorações agrícolas, com recursos que simplificam as assinaturas, automatizam a embalagem de pedidos e gerenciam preços de varejo e atacado. Outras se concentram na agricultura baseada em dados, usando mapas de campo, dados do solo e acompanhamento de rendimento para melhorar a produção. Seja qual for o seu foco, existe um software que pode ajudá-lo a economizar tempo, reduzir custos e expandir seus negócios com maior confiabilidade.



1.7 O que são aplicações agrícolas (IA)?

As aplicações agrícolas são ferramentas digitais concebidas para ajudar os agricultores a gerir partes específicas das suas operações através de dispositivos móveis, tablets ou computadores. Estas ferramentas vão desde simples aplicações de registo de dados até plataformas completas que integram produção, vendas, inventário e finanças.

Algumas aplicações concentram-se em funções específicas, como monitorização do solo, planeamento de culturas ou rastreamento de equipamentos. Outras fornecem sistemas de gestão mais amplos que abrangem tudo, desde a comunicação com o cliente até ao atendimento de encomendas. Muitas são baseadas em cloud- , permitindo atualizações em tempo real e partilha de dados entre trabalhadores agrícolas, gestores e consultores externos.

O objetivo dos aplicativos agrícolas é simplificar os fluxos de trabalho, reduzir a burocracia e apoiar melhores decisões por meio de informações precisas e confiáveis. Quer você gerencie o trabalho agrícola ou venda produtos online, essas ferramentas são projetadas para atender às demandas diárias da agricultura moderna.

Por exemplo, existem aplicações que informam os agricultores sobre quando regar as suas culturas com base nas condições meteorológicas prevalecentes, na humidade registada e no volume de água utilizado durante as regas recentes. É claro que não basta simplesmente descarregar a aplicação no telemóvel; também é necessário colocar sensores no solo e conectá-los a uma rede meteorológica para que o sistema seja constantemente atualizado. No entanto, a precisão fornecida é muito útil.

Outras aplicações ajudam a organizar melhor a produção da empresa. Todas as despesas são registadas, uma vez que a aplicação está ligada a todas as empresas às quais o agricultor compra, sejam serviços ou equipamentos, e fornece atualizações em tempo real sobre a situação financeira da empresa. Não nos esqueçamos de que um agricultor também é um empresário.

Outras aplicações informam os agricultores sobre quais produtos fitossanitários e em que quantidades podem usar, dependendo da cultura e do tipo de infestação, como [o https://plantpro.gr/](https://plantpro.gr/)

Recentemente, foram feitos avanços tecnológicos no setor agrícola com a ajuda de drones — pequenos dispositivos voadores amplamente utilizados para tirar fotos e gravar vídeos do céu. Ao fornecer imagens aéreas, os drones permitem identificar quaisquer problemas na cultura relacionados com infestações fúngicas, bacterianas e de insetos, como a mosca da azeitona.

A utilidade de qualquer uma das aplicações acima depende das necessidades de cada indivíduo e das suas culturas. De qualquer forma, a tecnologia existe e pode ser utilizada em benefício de quem a utiliza.

1.8 Sites úteis para a gestão de questões agrícolas.

Aplicações e apps agrícolas

Aplicações móveis internacionais

1. **Plantix** – para diagnosticar problemas nas culturas (doenças, pragas, nutrientes) a partir de fotos

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.peat.GartenBank&hl=en>

2. **FarmLogs** – monitorização e registo de tarefas, previsões meteorológicas, dados do solo
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.farm.logapp&hl=en>
3. **Granular** – operações agrícolas integradas e gestão de custos
<https://play.google.com/store/apps/details?id=ag.granular.insights&hl=en>
4. **Trimble Ag Software** – agricultura de precisão, mapeamento e análise.
<https://ww2.agriculture.trimble.com/software/prior-farm-works-desktop-versions/>
5. **Agri360** – plataforma baseada na nuvem com painel de controlo e alertas. Alarme visual no painel de controlo. https://marketplace.microsoft.com/en-us/product/web-apps/agrivi.agrivi_fms_insight?tab=overview
6. **SmartFarm** – monitorização em tempo real com sensores e alertas.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appsforagri.smartfarm&hl=en>
7. **FJD Farm Management System (FMS)** – planeamento de tarefas, GPS e dados.
<https://fj-dynamics.co.uk/autosteer/software/fjd-farm-management-system/>
8. **ifarma da Agrostis** – software de gestão de explorações agrícolas e grupos de produtores.
https://ifarma.agrostis.gr/index_en.php
9. **Solvi** – ferramentas de análise de dados de drones para uso inteligente de insumos.
<https://solvi.ag/>
10. **John Deere Operations Center** – plataforma que conecta dados de máquinas e aplicações.
<https://operationscenter.deere.com/>

1.9 Aplicações para telemóveis para gestão agrícola

Os sites a seguir oferecem aos interessados aplicações que podem ser utilizadas em telemóveis (Android, iOS) e se concentram em áreas como pegada ambiental, reciclagem, mercados sustentáveis, redução do desperdício de água, monitorização de culturas, controlo da produção, etc.

Como qualquer aplicação móvel de sucesso, as melhores aplicações «verdes» também são fáceis de usar. Já existem várias aplicações no mercado que se concentram com sucesso em princípios ambientais.

À medida que as aplicações móveis continuam a dominar a era digital e apresentam taxas de crescimento sem precedentes, é provável que a sua influência continue a crescer. As aplicações móveis têm uma vantagem significativa em termos de influência, pois pesquisas mostram que a maioria dos proprietários de smartphones passa 60% do seu tempo em aplicações móveis. Para aplicações que buscam promover mudanças, focar em valores «verdes» é uma excelente maneira de atingir esse objetivo.

Algumas das aplicações mais utilizadas são:

- **Earth Hero**

O **Earth Hero** promove hábitos ambientais positivos através da sua plataforma, conectando-o a uma comunidade ecológica e permitindo que partilhe as suas ações e pensamentos com outras pessoas! Este aplicativo tem tudo o que precisa para causar um impacto positivo na crise climática. É fácil de usar e tem um excelente design, o que lhe confere uma base sólida para influenciar positivamente a sociedade. Acompanhe o seu progresso, encontre novos objetivos «verdes» e divulgue a mensagem com o Earth Hero.



<https://www.earthhero.org/>

- **Joro**

O **Joro** analisa os seus hábitos de consumo e fornece medidas práticas para ajudá-lo a adotar um estilo de vida mais sustentável. O Joro ajuda os utilizadores a fazer pequenas mudanças nos seus gastos que têm um grande impacto no ambiente. O aplicativo analisa as emissões associadas às suas compras e fornece relatórios fáceis de entender para que você possa ver onde está deixando a maior pegada de carbono. É um aplicativo móvel facilmente integrado, ideal para quem deseja fazer mudanças pequenas, mas significativas.



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.monbuilding.app.joro&hl=en>

Muitas aplicações incentivam os seus utilizadores a fazerem melhores escolhas ambientais, mesmo que a aplicação em si não seja exclusivamente focada no clima. Existem muitas maneiras pelas quais as aplicações podem promover mudanças sociais, como plantar árvores como recompensa, destacar produtos sustentáveis e enviar alertas relacionados ao clima. Atualmente, existem várias aplicações móveis disponíveis que incorporam com sucesso recursos ecológicos.

- **Flora**

A **Flora** é uma aplicação focada no ambiente que ajuda a gerir as suas tarefas diárias. Embora seja possível acompanhar qualquer atividade que desejar, a aplicação promove escolhas ecológicas e, na verdade, planta árvores como recompensa por atingir os seus objetivos dentro da aplicação. É um excelente exemplo de integração de funcionalidades ecológicas numa aplicação mais geral. A aplicação é gratuita, mas também existe uma opção paga que permite financiar a plantação de mais árvores, caso queira ajudar ainda mais o planeta.



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appfinca.flora.android&hl=en>

- **Thrive Market**

O **Thrive Market** é um mercado online de alimentos de sucesso que visa ajudar as pessoas a terem um estilo de vida saudável a um preço acessível. Embora a sua visão vá além do impacto ambiental restrito, faz um excelente trabalho ao destacar produtos sustentáveis para que os utilizadores saibam quando estão a fazer escolhas «verdes». Esta marca promove regularmente informações, dicas e medidas práticas relacionadas com o clima. Os utilizadores que interagem frequentemente com o Thrive Market podem facilmente reduzir a sua pegada de carbono e o desperdício. Se reduzir a sua pegada de carbono é um objetivo fundamental, pode até classificar os produtos com base na sustentabilidade. Esta é uma excelente aplicação que combina funcionalidades ecológicas com uma plataforma multifuncional.



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thrivemarket.app&hl=en>

- **Plantix** – Crop Doctor (aplicação de diagnóstico) no Android
Site oficial com instruções para download: **Plantix** Aplicação agrícola para diagnóstico e cuidados com as culturas. Ela reconhece doenças e pragas nas culturas a partir de fotos e fornece recomendações de tratamento.



<https://plantix.net/en/>

- **Bushel Farm**

Para monitorizar e registar culturas e dados financeiros relacionados com culturas (funciona em iOS)



<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.trigger.forge633ed212c46d11e185cd12313d1adcbe&hl=en>

- **AgriWebb** – Gestão agrícola e pecuária
Página oficial com informações e instruções de instalação móvel.
Gestão de dados agrícolas com modo offline.



Capítulo 2

O Pacto Ecológico Europeu e a agricultura sustentável.

2.1 Pacto Ecológico Europeu

É um acordo entre os países da União Europeia com o objetivo de tornar a Europa o primeiro continente climaticamente neutro e estabelece um plano para a transformação da economia, energia, transportes, agricultura e indústria da Europa com o objetivo de um futuro mais sustentável. O Pacto Ecológico investe em inovação, tecnologia limpa e infraestruturas ecológicas, garantindo uma atualização justa para as sociedades mais afetadas.

Desta forma, os europeus dependerão mais de fontes de energia renováveis para as suas necessidades diárias, desfrutarão de um ar mais limpo e de produtos de melhor qualidade.

O Pacto Ecológico apoia a transformação da União Europeia numa sociedade justa e próspera, com uma economia moderna e competitiva, com atividades humanas que limitarão o aumento das temperaturas globais e os fenómenos sociais extremos que têm consequências devastadoras para as nossas vidas.

A visão do Pacto Ecológico Europeu é restaurar um equilíbrio saudável na natureza e nos ecossistemas até 2050 e alcançar

- a neutralidade climática, através da redução das emissões de gases com efeito de estufa.
- Uma economia circular, através da reutilização de materiais de reparação e de dispositivos, resultando na redução de resíduos.
- Uma indústria limpa, promovendo indústrias sustentáveis e energeticamente eficientes.
- Um ambiente mais saudável, com respeito pela natureza e esforços para minimizar a poluição ambiental.
- Uma agricultura sustentável, com práticas agrícolas ecológicas que protejam o ambiente e, ao mesmo tempo, forneçam alimentos saudáveis e acessíveis.



2.2. Agricultura sustentável

A agricultura sustentável é uma combinação de filosofia e práticas inovadoras que cumpre as seguintes condições:

- Proteção do ambiente e dos recursos naturais
- Garantia de rendimentos adequados para os agricultores

- Garantia da sustentabilidade profissional das futuras gerações nas profissões agrícolas.

Em outras palavras, a agricultura sustentável garante

- Retornos satisfatórios para os agricultores.
- Proteção do ambiente (água, solo, ar) contra a poluição.
- Reciclagem de todos os tipos de resíduos.
- Garantia do equilíbrio do ecossistema e da biodiversidade.
- Utilização racional dos recursos hídricos.

Exemplo a evitar - Solução alternativa

Pulverizar uma área com herbicidas de amplo espectro danifica irreparavelmente plantas e insetos, muitos dos quais não representam nenhuma ameaça para a cultura em questão, podendo até ajudá-la, e geralmente prejudica o ecossistema.

Uma solução alternativa poderia ser a rotação de culturas em cada exploração agrícola, o que tem demonstrado melhorar a qualidade do solo e reduzir a população e as espécies de ervas daninhas.

O maior obstáculo ao estabelecimento da agricultura sustentável é a falta geral de educação na sociedade e a falta de formação e aprendizagem ao longo da vida para os envolvidos na agricultura, para que as regras da agricultura sustentável possam ser adotadas. Para implementar adequadamente as regras da Agricultura Sustentável, são necessários pelo menos três anos de preparação para que os agricultores colham os benefícios.

Por outro lado, os agricultores dependem quase exclusivamente e esperam ansiosamente pelo seu rendimento a cada estação. Para que o projeto seja bem-sucedido, um pré-requisito básico é que os governos elaborem um plano realista que inclua

- Formação dos agricultores em agricultura sustentável.
- Subsídios aos agricultores por um período específico.
- Informação da sociedade sobre os benefícios da agricultura sustentável para todos.

Na União Europeia, a agricultura ocupa uma posição única e está no centro da sociedade, do ambiente e da economia da União Europeia. Por esta razão, estabeleceu a Política Agrícola Comum (PAC), que se aplica a todos os países da União Europeia e se baseia em três pilares/objetivos.

- Sustentabilidade económica.
- Sustentabilidade ambiental.
- Sustentabilidade social das explorações agrícolas.

Para atingir estes objetivos, cada país elabora o seu próprio plano de ações específicas destinadas a satisfazer as necessidades específicas de cada país e a alcançar os objetivos comuns da União Europeia, que são:

Ver:

<https://agriculture.eu.europa.eu/cap-my-country/sustainability/environmental-sustainability/biodiversity>

2.2.1. Reforçar a biodiversidade agrícola

Reforçar a biodiversidade agrícola na União Europeia.

A Política Agrícola Comum visa reforçar a diversidade de espécies, habitats naturais onde os organismos (animais e plantas) vivem e crescem, polinizadores e características paisagísticas que são necessárias nos ecossistemas agrícolas da União Europeia.

A biodiversidade agrícola abrange todas as formas de vida selvagens e domesticadas encontradas nas explorações agrícolas, desde variedades vegetais e raças animais a organismos do solo, insetos nocivos e polinizadores.

A Política Agrícola Comum visa salvaguardar a biodiversidade no âmbito de sistemas agrícolas sustentáveis, garantindo que os agricultores possam produzir alimentos e obter rendimentos, protegendo simultaneamente os ecossistemas agrícolas.

2.2.2 Proteção dos recursos naturais

A proteção dos recursos naturais (solo, água, ar) na União Europeia é de importância fundamental para o funcionamento da agricultura e garante a gestão responsável desses recursos.

- **Proteção da saúde do solo.**

A Política Agrícola Comum garante o cumprimento das regras de proteção do solo e incentiva os agricultores a tomarem medidas adicionais para melhorar a gestão do solo.

O solo é um recurso essencial e não renovável para a agricultura, uma vez que constitui a base para a produção de alimentos, fibras e outros recursos para uma bioeconomia moderna.

O solo também sustenta a biodiversidade, desempenha um papel central no sequestro e armazenamento de carbono e fornece uma série de serviços ecossistémicos, como a regulação da água e o ciclo de nutrientes.

Para proteger estas funções vitais e serviços ecossistémicos, a Política Agrícola Comum apoia a gestão sustentável do solo e da terra.

- **Proteção da água. (Água potável)**

A Política Agrícola Comum (PAC) protege a água, garantindo o cumprimento das regras da União Europeia e incentivando práticas de gestão sustentáveis, ajudando assim a proteger o papel essencial que a água desempenha na alimentação, na agricultura e no ambiente.

A água limpa e em quantidade suficiente é um recurso natural fundamental para a sociedade e a base da saúde e da qualidade de vida humanas. Para

proteger este recurso, a Política Agrícola Comum incentiva os agricultores a utilizar os seus recursos hídricos de forma segura e sustentável. A agricultura é altamente dependente da água, uma vez que requer um abastecimento estável e seguro para garantir a saúde e a prosperidade das culturas, do gado e de todas as formas de vida dentro de um ecossistema agrícola. No entanto, a água é vulnerável a uma série de desafios frequentemente associados a práticas de gestão insustentáveis.



As alterações climáticas colocam desafios adicionais à utilização da água na agricultura, com um risco acrescido de seca e maior escassez de água em algumas zonas, enquanto outras estão a sofrer inundações cada vez mais frequentes. Em algumas zonas, podem ocorrer tanto secas como inundações. Através da Política Agrícola Comum, a Comissão Europeia pretende garantir que a agricultura contribua eficazmente para as políticas da União Europeia. A proteção da água é também um pilar fundamental do Pacto Ecológico Europeu, particularmente no que diz respeito à ambição de poluição zero até 2030 e à concretização de um sistema de produção alimentar sustentável.

● **Proteção do ar. (Ar seguro)**

A Política Agrícola Comum apoia os agricultores na redução das emissões que podem causar poluição atmosférica e no controlo das emissões de substâncias nocivas para a atmosfera.

O ar fresco e limpo é essencial para a saúde humana, vegetal e animal e é um elemento importante da qualidade de vida na União Europeia.

A PAC apoia os agricultores que protegem a qualidade do ar como parte de um sistema agrícola sustentável. Juntamente com o solo e a água, o ar limpo é um recurso natural essencial para a agricultura. No entanto, a agricultura é uma fonte significativa de poluição atmosférica porque:

- ✓ A agricultura é responsável por aproximadamente 93 % das emissões finais de amoníaco na UE, que estão relacionadas com a má gestão do estrume nas atividades agrícolas e com a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos à base de amónio (especialmente ureia). As

emissões resultantes deste processo podem conduzir a um enriquecimento excessivo dos nutrientes da água e à acidificação do solo.

- ✓ O metano, um subproduto da fermentação intestinal animal, é um poluente do ambiente terrestre que pode causar danos às culturas.
- ✓ Substâncias específicas, como as PM10, provêm de poluentes emitidos por indústrias, fábricas e automóveis, bem como da queima de biomassa e de incêndios florestais.

A PAC garante que a agricultura possa ter um forte impacto na intenção da UE de alcançar um ambiente limpo.

2.2.3 Uma visão a longo prazo para as zonas rurais

Esta visão define três ações para tornar as zonas rurais da UE mais fortes, conectadas, resilientes e prósperas.

Para garantir que as zonas rurais possam contribuir para os papéis fundamentais do plano, uma comunicação da Comissão Europeia define uma visão a longo prazo para as zonas rurais da UE até 2040.

Identifica áreas de ação com o objetivo de criar zonas e comunidades rurais mais fortes, conectadas, resilientes e prósperas. Um Pacto Rural e um Plano de Ação da UE, com ações emblemáticas concretas e novos instrumentos, ajudarão a alcançar os objetivos desta visão.

Para mais informações, ideias que podem ser aplicadas em qualquer zona rural, exemplos de boas práticas de diferentes países, contactos e comentários, e qualquer outra coisa que possa ser do seu interesse, visite os seguintes sites.

1. https://rural-vision.europa.eu/action-plan_en
2. https://ruralpact.rural-vision.europa.eu/index_en

2.2.4 Programas ecológicos

Cerca de metade da área terrestre da Europa é cultivada. Os agricultores cultivam-na como guardiões e produzem bens de que todos precisamos através do seu trabalho. As atividades agrícolas são afetadas por muitos fatores, tais como as alterações climáticas e os fenómenos meteorológicos, bem como a quantidade e a qualidade da água disponível para a agricultura.

Os regimes ecológicos visam contribuir para as prioridades da transição ecológica.

Os programas ecológicos são uma novidade da PAC 2023-2027 e apoiam os agricultores na adoção de práticas que minimizam o impacto negativo da agricultura no ambiente e no clima e os ajudam a evoluir e a implementar modelos agrícolas mais sustentáveis.

Os programas ecológicos apoiam os agricultores que implementam práticas agrícolas que contribuem para alcançar os objetivos de proteção ambiental da UE e criam condições para combater as alterações climáticas.

Através dos programas ecológicos, a UE recompensa os agricultores que se esforçam por conservar os recursos naturais e fornecer produtos agrícolas para benefício de todos.

Os ecossistemas apoiam práticas que:

- Abrangem atividades relacionadas com o clima e o ambiente

- São definidas pelo Plano Estratégico Europeu e Nacional para a Política Agrícola Comum
- Estão em conformidade com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu.

2.2.5 Agricultura biológica - Culturas biológicas.

A agricultura biológica promove práticas respeitadoras do ambiente que minimizam a utilização de fertilizantes e pesticidas, melhoram a saúde do solo e aumentam a biodiversidade.

O objetivo da UE é que a agricultura biológica represente 25 % da agricultura europeia até 2030.

O Regulamento Europeu relativo à Agricultura e Cultivo Biológicos estabelece normas claras e rigorosas para a produção e certificação biológicas, a fim de garantir a confiança dos consumidores nos produtos biológicos.

A agricultura biológica na União Europeia abrange uma grande variedade de produtos, incluindo todos os processos de produção, desde as sementes até aos produtos comestíveis finais.

Especificamente, abrange:



- Sementes e material de propagação, tais como estacas, porta-enxertos, etc., a partir dos quais são produzidas plantas ou culturas.
- Produtos agrícolas transformados ou não transformados utilizados como alimentos.
- Alimentos para animais.
- Novos produtos, tais como produtos, rolhas de cortiça, óleos essenciais, algodão em bruto, cera de abelha, plantas silvestres quando provêm de habitats naturais, etc.

A produção de produtos biológicos deve cumprir as regras da agricultura biológica, que são concebidas com base nos princípios da proteção ambiental, da conservação da biodiversidade e da criação de confiança dos consumidores nos produtos biológicos.

Os princípios básicos da produção biológica são:

1. Semeadura.
2. Proibição da utilização de organismos geneticamente modificados.
3. Proibição do uso de radiação.
4. Restrição ao uso de fertilizantes químicos, herbicidas e pesticidas.
5. Proibição do uso de hormonas, restrição ao uso de antibióticos e proibição de fertilizantes químicos nitrogenados.
6. Implementação de métodos e culturas que fixam azoto ou outros que contribuem para a restauração da fertilidade do solo.
7. Redução do impacto das ervas daninhas através da seleção de variedades resistentes e do desenvolvimento de técnicas que promovam mecanismos naturais de controlo de pragas.



As regras abrangem todas as etapas da produção e distribuição, desde a produção primária, armazenamento, processamento e transporte até ao consumidor final. Em outras palavras, regras rígidas devem ser seguidas desde a fazenda até o prato do consumidor.

A União Europeia promove práticas sustentáveis e ecológicas na produção alimentar, com o objetivo de proteger o ambiente, a saúde humana e melhorar a qualidade dos alimentos.

As medidas relacionadas com a agricultura biológica prevêem o seu desenvolvimento para 25% do total até 2050, e todos os produtos comercializados como biológicos

devem ser derivados de material reprodutivo vegetal que cumpra as normas de produção biológica.

Os países da União Europeia mantêm uma base de dados de material reprodutivo vegetal biológico para ajudar os produtores que têm dificuldade em encontrar fontes adequadas.

2.3 Conclusão geral - Objetivos de inovação na agricultura

Os métodos agrícolas inovadores centram-se na maximização do rendimento num espaço limitado, na melhoria da eficiência através da tecnologia e no reforço da sustentabilidade ambiental, reduzindo assim a pegada ambiental de cada cultura.

Os métodos agrícolas inovadores permitem:

- Uma redução significativa na quantidade de água necessária para culturas inovadoras em comparação com a quantidade de água utilizada em culturas convencionais.
- Minimização ou mesmo eliminação do uso de inseticidas, herbicidas e todos os tipos de aditivos químicos, cuja utilização nas culturas degrada a qualidade do produto final.
- Utilização de formas alternativas de produção de energia (turbinas eólicas, sistemas fotovoltaicos) para utilizar essa energia no processo de cultivo, em vez de utilizar outras fontes de energia poluentes.



- Utilização de aplicações tecnológicas e inteligência artificial para determinar com grande precisão e em tempo útil as necessidades reais de cada cultura específica e, assim, alcançar a maior eficiência possível das culturas.
- Aproveitar ao máximo os recursos humanos empregados na agricultura e mudar as atividades humanas do trabalho manual para o uso e exploração de aplicações tecnológicas.
- A utilização mesmo de pequenas áreas aráveis, que na verdade se multiplicam se exploradas sob a forma de culturas verticais.

- A criação de empregos para jovens, principalmente agricultores, que diversificam o emprego com culturas inovadoras, em comparação com a imagem tradicional dos agricultores e das profissões agrícolas.
- A produção de produtos agrícolas específicos considerados sazonais, ao longo do ano, satisfazendo as aspirações profissionais dos produtores e, ao mesmo tempo, os desejos dos consumidores.
- As culturas inovadoras, mesmo em pequenas áreas de terra, podem produzir produtos próximos de onde são consumidos, o que significa que chegam aos consumidores frescos e com custos de transporte mais baixos.

A conclusão que cada um de nós pode tirar do exposto acima é que alcançar os objetivos das culturas inovadoras terá os seguintes resultados.

- Aumento da produtividade por unidade de área cultivada.
- Melhoria da qualidade dos produtos.
- Economia de recursos energéticos e hídricos.
- Redução para zero da poluição ambiental causada por resíduos agrícolas.
- Utilização de formas alternativas de energia.
- Melhoria das condições de emprego dos trabalhadores agrícolas.
- Criação de novos padrões profissionais e novos empregos.
- Melhoria das zonas rurais e do campo em geral.

Para alcançar estes objetivos e resultados, é necessária **uma «educação inicial e ao longo da vida»** adequada para aqueles que pretendem dedicar-se à agricultura inovadora. Este papel cabe às instituições de ensino públicas ou privadas e é apoiado por programas educativos europeus

Adaptada às necessidades locais e às características locais, regionais e climáticas de cada país.

2.4 Capacitação Humana e Competências para a Inovação Agrícola

A agricultura moderna não se baseia apenas em máquinas, sensores e tecnologias digitais. O conhecimento humano, a formação e a capacidade de adaptação a novos desafios são fatores igualmente importantes para o futuro da agricultura. A transição bem-sucedida para sistemas agrícolas inovadores e sustentáveis depende, em grande medida, das competências e da participação ativa dos agricultores, trabalhadores agrícolas, jovens, investigadores e comunidades locais.

O rápido desenvolvimento da tecnologia na agricultura exige educação contínua e aprendizagem ao longo da vida. Atualmente, os agricultores precisam de ser capazes de utilizar ferramentas digitais, compreender os requisitos ambientais, gerir os recursos naturais de forma eficiente e responder aos desafios das alterações climáticas e da concorrência de mercado.

Deve ser dada especial atenção a:

- Desenvolvimento de competências digitais para agricultores e trabalhadores agrícolas;
- Aprendizagem ao longo da vida e formação profissional nas zonas rurais;
- Apoio aos jovens agricultores e novos empreendedores;
- Reforço do papel das mulheres no desenvolvimento rural e na inovação agrícola;
- Cooperação entre agricultores, instituições de investigação, autoridades locais e organizações de formação;
- Troca de conhecimentos e boas práticas entre países e regiões.

Os serviços de aconselhamento agrícola e os programas de formação desempenham um papel decisivo no apoio aos produtores para a adoção de métodos inovadores e tecnologias modernas. Os programas europeus de educação e cooperação, como o Erasmus+, contribuem significativamente para o reforço do conhecimento, a promoção da inovação e o apoio ao desenvolvimento sustentável das zonas rurais.

O futuro da agricultura depende não apenas da inovação tecnológica, mas também da capacidade das pessoas para cooperar, aprender e adaptar-se a contextos ambientais e económicos em constante mudança.

2.5 Economia Circular e Gestão Sustentável de Recursos na Agricultura

A economia circular é um modelo importante para o desenvolvimento sustentável da agricultura moderna. O seu principal objetivo é reduzir resíduos, reutilizar recursos e melhorar a utilização eficiente da energia, da água e das matérias-primas ao longo de todo o processo de produção agrícola.

Os modelos tradicionais de produção linear baseiam-se na sequência “produzir – consumir – descartar”. Em contraste, a economia circular promove a reutilização e reciclagem de materiais e procura minimizar o impacto ambiental, ao mesmo tempo que aumenta a eficiência económica.

Na agricultura, as práticas de economia circular podem incluir:

- Compostagem de resíduos agrícolas e alimentares;
- Reutilização de água tratada para fins de irrigação;
- Produção e utilização de biomassa e bioenergia a partir de resíduos agrícolas;
- Reciclagem de materiais plásticos utilizados em estufas e sistemas de irrigação;
- Redução das perdas alimentares durante a produção e distribuição;
- Utilização de fontes de energia renovável, como energia solar e eólica, nas explorações agrícolas;
- Gestão sustentável de resíduos animais e fertilizantes orgânicos.

As práticas de economia circular contribuem para:

- Redução da poluição ambiental;
- Proteção dos recursos naturais;

- Redução dos custos de produção;
- Melhoria da qualidade do solo e da biodiversidade;
- Redução das emissões de gases com efeito de estufa;
- Reforço da sustentabilidade e resiliência das economias rurais.

Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal) e a Política Agrícola Comum apoiam a transição para sistemas agrícolas circulares através de oportunidades de financiamento, programas de inovação e estratégias de desenvolvimento sustentável.

A adoção dos princípios da economia circular pode ajudar os agricultores a melhorar a competitividade, ao mesmo tempo que protegem o ambiente e asseguram a sustentabilidade agrícola a longo prazo.

Capítulo 3.

Métodos inovadores de utilização das terras agrícolas.

3.1 Introdução.

Os métodos inovadores de utilização das terras agrícolas centram-se na maximização do rendimento e da eficiência de cada cultura através da utilização de aplicações tecnológicas modernas, protegendo simultaneamente o ambiente.

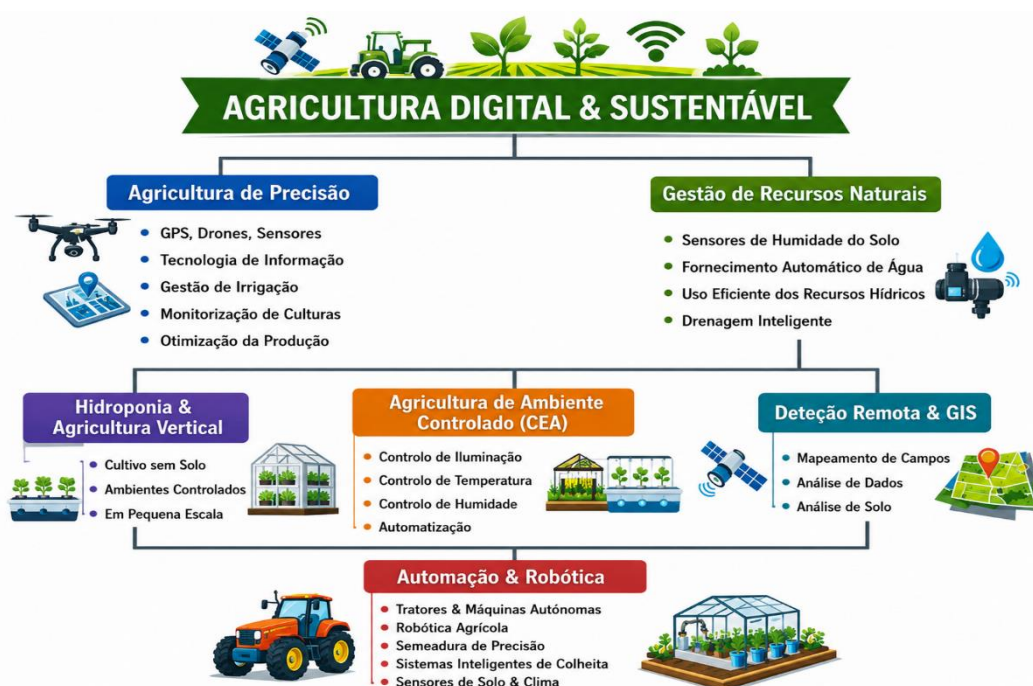
Alguns métodos inovadores de uso da terra agrícola que combinam sustentabilidade com produtividade e progresso tecnológico são os seguintes:

- **Agricultura de precisão**

Baseia-se na utilização de GPS, drones, sensores e inteligência artificial, e visa otimizar a gestão da água, minimizar a utilização de fertilizantes químicos, aumentar a proteção das plantas e aumentar a eficiência por unidade de área cultivada.

- **Sistemas de irrigação inteligentes – Irrigação de precisão – Irrigação por gotejamento**

Tem como objetivo eliminar o desperdício de água nas culturas com a ajuda de sensores especiais que monitorizam a humidade do solo, determinam as quantidades necessárias de água para irrigação e fornecem irrigação automatizada.



- **Agricultura em ambiente controlado.**

- **Agricultura hidropónica – Agricultura vertical.**

Envolve culturas em pequena escala, particularmente culturas em estufas e utiliza aplicações tecnológicas para controlar a iluminação, a temperatura, a humidade e outros fatores ambientais.

- **Imagens e mapeamento por satélite, GIS.**

Isto diz respeito principalmente a culturas em grande escala e visa planear e alocar o uso de terras aráveis, prever rendimentos, detectar condições específicas do solo, etc.

- **Automação por inteligência artificial - Robótica.**

Estas aplicações dizem respeito principalmente a culturas em grande escala e utilizam aplicações tecnológicas para o funcionamento autónomo de tratores e outras máquinas agrícolas, o funcionamento robótico de máquinas de controlo de ervas daninhas e ferramentas de colheita, a utilização de algoritmos para prever os períodos ideais para a sementeira, a utilização de sensores de humidade, etc.

A lista de métodos e ideias inovadores não se limita aos exemplos acima, podendo incluir várias outras aplicações, dependendo da categoria a que as culturas pertencem.

Neste ensaio, iremos referir-nos a métodos de cultivo inovadores que se enquadram nas três categorias seguintes.

- a. Agricultura em pequena escala.
- b. Agricultura em grande escala.
- c. «Aldeias de cultivo» inteligentes.

3.2 Pequenos produtores e culturas

Os pequenos produtores e a agricultura em pequena escala desempenham um papel importante nas comunidades locais, pois são baseados na família e constituem uma parte significativa do emprego local.

Os pequenos produtores são frequentemente a força motriz por trás dos sistemas agroalimentares,

particularmente em ambientes marginalizados e ameaçados, principalmente em países de baixa e média renda, onde as alterações climáticas — juntamente com outras forças disruptivas — têm um impacto desproporcional.

Os pequenos produtores dão uma contribuição significativa para muitas economias nacionais e incluem muitos grupos, como mulheres, jovens e povos indígenas, cuja existência e contribuição são sistematicamente

subvalorizadas. Apesar de sua

importância, muitas vezes eles não conseguem competir com sucesso com os grandes produtores bem equipados. Isso acaba levando a desigualdades sociais, ambientais e econômicas.

Focar na produção em pequena escala pode ajudar na transição para sistemas agroalimentares mais em sintonia com os ecossistemas e as necessidades humanas e que possam responder melhor às perturbações e mudanças. Os pequenos produtores serão fundamentais para a transformação sustentável dos sistemas agroalimentares e para alcançar os objetivos da Agenda 2030.



Os pequenos produtores participam em sistemas agroalimentares que podem ser menos produtivos do que os sistemas de grande escala, mas que muitas vezes são mais resilientes às alterações climáticas e às pressões ambientais. A natureza da produção em pequena escala permite frequentemente a adoção de práticas ecologicamente restauradoras, e esses sistemas podem ser fontes importantes de agrobiodiversidade e de sistemas de conhecimento diversificados.

Estão a ser envidados esforços a nível nacional e europeu para maximizar a sua contribuição para melhorar a prosperidade e a qualidade de vida em todo o mundo. Estão a ser formuladas recomendações e propostas para explorar o potencial largamente inexplorado dos pequenos produtores e a sua contribuição para a transformação de sistemas agroalimentares sustentáveis.

Os benefícios de transferir a produção de pequena escala da margem para o centro são claramente apresentados, mostrando como os pequenos produtores podem desempenhar um papel decisivo na transição do modelo agrícola industrial dominante para um sistema que garanta segurança alimentar e nutrição para todos.

A produção em pequena escala muitas vezes não é adequadamente apoiada por serviços de consultoria, investigação agrícola ou programas de educação formal. É necessário democratizar os desequilíbrios de poder no fornecimento de conhecimento e reconhecer as diversas formas de conhecimento local dos pequenos produtores.

3.2.1 Soluções de baixo custo para aumentar a produtividade.

Existem muitas soluções de baixo custo e fáceis de implementar que os pequenos produtores agrícolas podem adotar para aumentar a eficiência, melhorar os rendimentos e gerir os recursos de forma sustentável. Estas soluções baseiam-se frequentemente em práticas de gestão inteligentes, métodos orgânicos e equipamentos simples.

a. Gestão de culturas e solos

A implementação de práticas agrícolas simples, mas eficazes, pode melhorar drasticamente a saúde e a produtividade das explorações agrícolas a um custo mínimo:

- **Rotação de culturas:**
A rotação de culturas numa área específica a cada estação de cultivo interrompe os ciclos de insetos e doenças e evita o esgotamento de nutrientes específicos do solo. Esta é uma técnica básica e sem custos.
- **Plantação complementar:**
O plantio estratégico de diferentes culturas juntas pode repelir pragas e atrair insetos benéficos. Por exemplo, plantar manjerição com tomates pode repelir os vermes verdes do tomate.
- **Compostagem e adubo verde:**
Usar resíduos agrícolas (resíduos de culturas, estrume) para produzir composto e cultivar culturas de cobertura (adubo verde, como trevo ou centeio) que são incorporados ao solo são formas de baixo custo para aumentar a matéria orgânica, a fertilidade e a retenção de água.
- **Cobertura morta:**
Cobrir o solo com materiais orgânicos, como palha, aparas de madeira ou

lonas plásticas, ajuda a conservar a humidade, suprimir ervas daninhas e regular a temperatura do solo. Materiais orgânicos simples são frequentemente gratuitos ou de custo muito baixo.

b. Gestão da irrigação

A gestão da água é fundamental, e existem vários sistemas económicos que são mais eficientes do que a irrigação tradicional:

- **Sistemas de irrigação por gotejamento:**
Estes fornecem água lentamente e diretamente às raízes, reduzindo significativamente as perdas por evaporação e escoamento. Kits de baixo custo ou construções improvisadas, muitas vezes usando a gravidade de um tanque elevado, são particularmente eficientes e acessíveis para áreas pequenas.
- **Captação de água da chuva:**
A recolha e armazenamento de água da chuva em tanques simples, barris ou pequenos lagos podem fornecer uma fonte crítica e gratuita de água durante os períodos de seca. Os componentes básicos são geralmente calhas e algerozes.



- **Aspersores manuais/portáteis:**
Para parcelas muito pequenas, alguns aspersores portáteis ligados a uma pequena fonte de água (por exemplo, um poço doméstico) podem fornecer irrigação, movendo-se de zona para zona.

c. Gestão de ervas daninhas e doenças

Os métodos orgânicos e não químicos são frequentemente os mais baratos e seguros para pequenas explorações agrícolas:

- **Atrair insetos benéficos:**
Plantar plantas que atraem insetos (como mil-folhas, trevo ou endro) em faixas de e as florais fornece néctar e pólen para inimigos naturais de pragas, como joaninhas e vespas parasitas.
- **Preparações naturais caseiras:**
Soluções caseiras com ingredientes como alho, pimenta picante ou óleo de nim podem repelir ou matar muitos insetos comuns sem o custo ou a toxicidade dos pesticidas químicos.
- **Barreiras físicas:**
O uso de coberturas para culturas ou redes contra insetos pode impedir fisicamente o acesso de insetos como pulgas ou percevejos. As armadilhas adesivas amarelas também são uma ferramenta de baixo custo para monitorar e reduzir as pragas voadoras.
- **Remoção manual e armadilhagem:**
Para insetos maiores, a coleta manual ou armadilhas improvisadas podem ser particularmente eficazes e gratuitas, embora exijam muito trabalho.

3.2.2 Tecnologias digitais

As tecnologias digitais têm demonstrado que podem ajudar a enfrentar alguns desses desafios. No entanto, as disparidades digitais permanecem, juntamente com as preocupações sobre a distribuição de custos e benefícios para os pequenos produtores nos sistemas agroalimentares promovidos por meio de inovações digitais. As páginas seguintes apresentam ideias para iniciativas inovadoras que envolvem a agricultura de pequena escala, utilizando sistemas agrícolas inteligentes em pequenas parcelas de terra e aproveitando as aplicações tecnológicas.

Expandir o potencial dos pequenos produtores para transformar sistemas agroalimentares sustentáveis requer políticas, instituições, legislação e investimentos que maximizem as sinergias da produção em pequena escala e minimizem os conflitos entre as dimensões sociais, económicas e ambientais dos sistemas agroalimentares. É necessário apoio para a criação e o intercâmbio de conhecimento e inovação para a produção sustentável em pequena escala, a fim de ter um impacto real, como aponta Mona Chaya, assessora especial do Escritório da FAO.

A crescente especialização e simplificação dos sistemas agroalimentares, bem como a concentração da tomada de decisões, provavelmente não contribuirão para resolver os desafios atuais. Enfrentá-los requer persistência, pequenos produtores em todo o mundo.

Mesmo a tecnologia básica pode aumentar a eficiência e o acesso ao mercado:

- **Serviços de aconselhamento por telemóvel:**
Telemóveis simples permitem que os agricultores recebam aconselhamento local sobre épocas de plantio, previsões meteorológicas e alertas sobre doenças ou insetos dos serviços agrícolas.

- Plataformas de mercado digitais:

A utilização de aplicações ou redes sociais para se conectar diretamente com consumidores ou comerciantes pode melhorar o acesso ao mercado e garantir melhores preços.

O estudo «Produção em pequena escala na transformação de sistemas agroalimentares sustentáveis» é uma tentativa de destacar a sua importância e potencial na transformação dos sistemas agroalimentares.

3.3 Agricultura em ambiente controlado-Aquicultura-Hidroponia

A aquicultura é um método inovador de cultivo sem solo, utilizando soluções aquosas ricas em nutrientes que são continuamente recicladas, poupando assim 70% a 80% da água utilizada na agricultura tradicional. Por este motivo, a hidroponia é particularmente útil em áreas que enfrentam escassez de água.

Os sistemas hidropónicos de pequena escala podem ser adaptados a qualquer espaço interior ou exterior e têm as seguintes características.

- São simples e fáceis de usar.
- São baratos de instalar.
- São facilmente expansíveis.
- Não requerem conhecimentos especializados para serem instalados e operados.
- São fáceis de instalar.
- Podem ser monitorizados eletronicamente e automatizados.
- Os sistemas hidropónicos pré-fabricados estão prontamente disponíveis no mercado e são garantidos
- Os sistemas construídos pelo produtor de acordo com as suas necessidades, combinando uma variedade de componentes adquiridos no mercado, selecionaram o sistema e as técnicas adequadas para o seu caso, tais como
 - cultivo em substrato.
 - cultivo sem substrato.
 - Preparação de mudas.

Todas as técnicas são igualmente válidas e todas começam na fase de muda ou estaca, continuam durante o período de crescimento da planta e terminam com o período de frutificação.

Tudo ocorre numa «**sala de cultivo**» adequada, que pode ser um edifício ou uma estufa, desde que os parâmetros de crescimento da planta sejam monitorizados sistematicamente.

3.3.1 O potencial futuro da hidroponia e a integração nos sistemas alimentares existentes

A aquicultura tem um enorme potencial para complementar a agricultura tradicional. Pode integrá-la nos sistemas existentes para aumentar a produtividade e a sustentabilidade. Ao adotar a aquicultura, diversifica os seus métodos agrícolas. Esta diversificação permite-lhe produzir uma maior variedade de culturas, tais como

vegetais folhosos, tomates, pepinos, morangos, ervas aromáticas e até frutas em ambientes controlados. Esta abordagem garante um fornecimento constante de produtos frescos, independentemente das condições externas.

Pode usar a hidroponia para apoiar as práticas agrícolas tradicionais. Ela oferece um método alternativo para espécies de culturas que podem não prosperar em sistemas baseados no solo. Ao combinar os dois métodos, otimiza o uso da terra e aumenta o rendimento geral. A sinergia entre a hidroponia e a agricultura tradicional aumenta a segurança alimentar e garante que os consumidores tenham acesso a opções de produtos diversificados e nutritivos.

A aquicultura está preparada para desempenhar um papel importante na produção alimentar no futuro. À medida que a população global cresce e a procura por alimentos aumenta, pode aproveitar a aquicultura para atender à procura de forma sustentável. Ao produzir alimentos localmente, reduz a necessidade de transporte de longa distância. A adaptação local minimiza as emissões de carbono e aumenta a segurança alimentar.



Pode usar a aquicultura para enfrentar o desafio de atender à demanda por alimentos localmente. Sua capacidade de produzir altos rendimentos em espaços limitados a torna uma solução ideal para a agricultura em áreas periurbanas e urbanas.

A hidroponia complementa a agricultura tradicional, em vez de substituí-la.

A hidroponia oferece um enorme potencial, pois pode satisfazer a procura alimentar de forma sustentável, produzindo altos rendimentos em espaços limitados.

A hidroponia oferece muitos benefícios ambientais, como redução do consumo de água, minimização do uso de pesticidas, apoio à agricultura sustentável e menor pegada de carbono.

3.3.2 Equipamento do sistema hidropónico.

Com os vários sistemas de equipamento que todas as unidades de hidroponia devem ter, pretendemos alcançar o seguinte:

- Absorção de nutrientes pelas raízes.
- Oxigenação do sistema radicular.
- Seleção de um substrato adequado para o cultivo hidropónico.
- Seleção de material nutritivo adequado.
- Seleção do sistema hidropónico desejado entre
 - Sistemas em que a raiz cresce num substrato e o material nutritivo é fornecido por irrigação superficial ou subterrânea.
 - Sistemas em que a raiz cresce na solução nutritiva.
 - Sistemas em que a raiz cresce no ar (aeroponia) e é pulverizada com a solução nutritiva.

Os vários sistemas de equipamento consistem em

a) Materiais para fornecer iluminação artificial, tais como lâmpadas de espectro completo ou duplo, suportes para lâmpadas, lâmpadas e espelhos. Os seus preços variam entre 10 e 40 euros.

b) - Câmaras de cultivo com dimensões de 1,2 m x 0,6 m x 1,9 m a 2,97 m x 2,97 m x 2,17 m. Os seus preços variam entre 280 € a 1100 €.

- Aquecedores para espaços de cultivo. Os preços variam entre 35 € para 55 €



c) Sistemas hidropônicos prontos a usar

- Solução líquida, ajuste do pH.
- Sistema de oxigenação.
- Substrato de turfa de coco.
- Sistemas de rega automática das plantas. Os preços variam entre €200 em diante, dependendo do tamanho da instalação.

d) Controlo climático.

- Dispositivo de controlo da pureza do ar.
 - Aquecedor da área de cultivo.
 - Caixa em linha com filtro.
 - Termómetro - Higrómetro
- Os preços variam entre 10 € e 60 €.

e) Nutrientes.

- Estimulante orgânico da floração.
- Estimulante da fertilidade das plantas.
- Fertilizante líquido.
- Fertilizante mineral compatível com todos os substratos.
- Suplemento orgânico de micronutrientes

e preços que variam entre 24 € e 90 €, dependendo do ingrediente e da quantidade em ml da embalagem.

f) Materiais para cultivo.

- Substrato de coco.
- Vaso perfurado para aumentar a massa vegetal.
- Corretivos de solo.
- Cascalho de argila.
- Ferramentas manuais. (luvas, tesouras de poda, serra, enxada, etc.)

Os preços variam entre 8 € e 40 €.

e) Ferramentas para processamento de frutos para produção de óleos a partir de ervas aromáticas, sacos de extração, sacos de retenção de humidade, máquinas de liofilização e sublimação, etc.

Os preços variam entre 1,80 € por 10 sacos herméticos e 5500 € por uma máquina profissional de desidratação, congelação e sublimação.

Para mais informações, visite <https://www.miilkiigrow.com/>

3.3.3 Aplicações tecnológicas na aquicultura

A tecnologia desempenha um papel fundamental na aquicultura. Pode utilizar a automação e a inteligência artificial para monitorizar e gerir os seus sistemas. As tecnologias de agricultura inteligente fornecem dados em tempo real sobre as condições ambientais e a saúde das plantas. Estes desenvolvimentos aumentam a eficiência e a produtividade.

A integração da tecnologia, IA e automação aumenta a eficácia da aquicultura, pois permite o monitoramento e gerenciamento contínuos e precisos das culturas.

O investimento inicial para a unidade de aquicultura pode ser elevado, dependendo dos sistemas de gestão e operação escolhidos. Os múltiplos benefícios a médio e longo prazo da exploração de produtos da aquicultura podem compensar rapidamente o investimento inicial.

3.4 Agricultura vertical

A agricultura vertical é um método moderno de cultivo de plantas em camadas empilhadas umas sobre as outras.



É uma solução ideal para o cultivo em espaços pequenos, especialmente em estufas, e utiliza hidroponia (raízes em solução aquosa) ou aeroponia (raízes suspensas no ar com uma névoa de nutrientes), combinando uma economia de espaço de até 90% com um aumento da produção durante os 12 meses do ano.

A ideia da agricultura vertical nasceu em 2011 numa sala de aula da Universidade de Columbia (Nova Iorque). Durante uma aula, o professor Dickson Despommier desafiou os seus alunos a encontrar uma forma de produzir alimentos dentro do perímetro da ilha de Manhattan. Inicialmente, os alunos sugeriram cultivar plantas no topo de arranha-céus, mas mesmo que usassem todos os telhados da ilha, só cobririam 4% das necessidades alimentares da população. Então, surgiu uma nova ideia: «Vamos cultivar dentro de edifícios, aproveitando o espaço vertical». Naquela época, toda a tecnologia necessária para tornar essa visão realidade já existia.

Já estamos a usar o cultivo sem solo (por exemplo, hidroponia) a uma taxa cada vez maior para produzir vegetais ou pequenas frutas em estufas. Também podemos modificar e controlar a temperatura e a humidade internas, e existem lâmpadas de aquecimento e iluminação adequadas para uso em estufas. Tudo o que é necessário é combinar essas tecnologias. Desde então, o número das chamadas "fazendas verticais" aumentou em todo o mundo. Nos últimos anos, a expertise nessa tecnologia cresceu rapidamente. Novas tecnologias tornaram esse tipo de produção cada vez mais eficiente, e muitas culturas diferentes têm sido cultivadas com sucesso nesses sistemas. Vamos tentar entender como essas fazendas funcionam, analisando os vários elementos da agricultura vertical.

Métodos de cultivo numa quinta vertical

Os dois principais métodos de cultivo sem solo na agricultura vertical são a hidroponia e a aeroponia.

O cultivo hidropónico é o mais comum.

A história da hidroponia remonta aos antigos jardins da Babilónia e tem sido aplicada em várias partes do mundo. Ainda hoje, por exemplo, em Mianmar, a população local cultiva em jangadas flutuantes no Lago Inle.

A nível industrial, os agricultores holandeses desenvolveram métodos hidropónicos para a produção em estufas, e até a NASA desenvolveu alguns protótipos para a produção de alimentos no espaço.

A ideia é simples: as plantas são suspensas acima do nível do solo graças a vários suportes, permitindo que a água e os nutrientes fluam através das raízes, criando um circuito de irrigação fechado. As plantas recebem a quantidade exata de nutrientes de que necessitam e não há desperdício de água.

O sistema aeropónico é relativamente mais recente. Baseia-se nos mesmos princípios, mas a água e os nutrientes são pulverizados diretamente sobre as raízes das plantas suspensas no ar. Este método é por vezes preferido para evitar a estagnação da água e aumentar a oxigenação das raízes.



3.4.1 Como funciona uma unidade de agricultura vertical – Equipamento

As seguintes condições são necessárias para que uma unidade de agricultura vertical funcione

a. Isolamento

Para que a agricultura vertical funcione, é necessário criar um ambiente separado para manter as condições desejadas, como temperatura, humidade e ventilação. Este ambiente fechado deve impedir a entrada de pragas e doenças.

Deve também consistir em superfícies verticais de vários andares ou torres. Estas superfícies podem ser instaladas praticamente em qualquer lugar, como em edifícios, barcos, armazéns, casas, para fins educativos, em restaurantes ao ar livre, mas principalmente em estufas

b. Sistema de ventilação (ventilação de humidade e controlo de ar)

Depois do isolamento, o sistema de ventilação e controlo de humidade (HVAC) é a «ferramenta» mais crítica na agricultura vertical. Este sistema deve filtrar o ar que entra e sai, criando o melhor ambiente possível para as culturas.

Ao montar uma agricultura vertical, é essencial projetar o sistema HVAC com muito cuidado em relação ao espaço. O sucesso da colheita, a produtividade das plantas e os custos operacionais relacionados ao consumo de energia dependem disso.

Sistema de cultivo

Independentemente de se optar por um sistema hidropónico ou aeropónico para o cultivo, as plataformas móveis (painéis) da Skygreen (uma das primeiras empresas de agricultura vertical) podem ser utilizadas para a agricultura vertical. O cultivo com

técnica de filme nutritivo (NFT), torres ou tubos e prateleiras/mesas são os sistemas mais utilizados.

Luzes

Como estamos a falar de cultivo interno, será necessária a iluminação adequada para substituir a luz solar direta. Especificamente, o comprimento de onda do vermelho e do azul (que nos parece rosa ou roxo) deve ser reproduzido.

Os sistemas de iluminação usados atualmente são muito eficientes em termos energéticos e podem ser usados para cultivar uma variedade de espécies de plantas. Algumas lâmpadas LED são tão eficientes que permitem modificar o espectro e a intensidade da luz quando é necessário mudar de cultura ou mesmo simular, por exemplo, o pôr do sol e o nascer do sol, replicando as condições naturais e os fotoperíodos o mais fielmente possível.



Software de cultivo

Estes sistemas têm um tipo diferente de software para controlar e gerir as condições climáticas, os fluxos de irrigação e a iluminação. O software, a inteligência artificial e a Internet das Coisas (I.o.T.) estão em constante evolução, aumentando o nível de automatização em todas as culturas.

Sementes e substratos

O cultivo a partir de sementes é mais barato e é preferível ao transplante de mudas. Também facilita o controlo do processo de produção, desde a sementeira até à colheita.

As plantas geralmente cultivadas na agricultura vertical são vegetais folhosos, microverduras, pequenos frutos (como morangos), cânhamo, ervas e flores.

Há uma grande variedade de substratos usados para o cultivo, tanto em termos de forma como de material (por exemplo, turfa, lã de rocha). O substrato deve ser cuidadosamente selecionado de acordo com o sistema escolhido, a cultura e o método de irrigação. Normalmente, são escolhidos substratos orgânicos, que podem ser compostados e não produzem resíduos nocivos.

3.4.2 Vantagens e desvantagens da agricultura vertical

a. Vantagens

É evidente que a agricultura vertical tem muitas vantagens:

- Conservação da terra: na agricultura vertical, o espaço é utilizado de forma eficiente, o que é essencial para a produção alimentar devido ao crescimento da população global, sem a exploração de terras agrícolas adicionais. Também evita problemas

como a fertilização excessiva, que causa poluição da água (especialmente em monoculturas).

- Conservação da água: a agricultura vertical é particularmente eficiente em termos de água. Está comprovado que utiliza 90% menos água do que a agricultura convencional.

Em alguns sistemas, a água pode ser recuperada e a humidade da transpiração pode ser reutilizada para irrigar as plantas.

- Da quinta ao prato: a capacidade de cultivar em um ambiente totalmente controlado permite a produção em qualquer local ou instalação, desde armazéns a escolas, navios ou até estações espaciais. Cultivar plantas em grandes cidades ou nas suas proximidades é uma forma eficaz de evitar emissões significativas de dióxido de carbono e custos de transporte. Reduzir o tempo entre a colheita e o consumo é uma boa maneira de manter as colheitas frescas, saborosas e nutritivas.

Produção contínua durante doze meses: a capacidade de produzir durante todo o ano, independentemente das condições climáticas externas, permite que as culturas sejam cultivadas em qualquer lugar do mundo de forma contínua e segura.

Produção e preservação de culturas: A monocultura, os pesticidas e as alterações climáticas são responsáveis pelo declínio no número de espécies e variedades cultivadas em todo o mundo. A capacidade de controlar as condições climáticas permite manter variedades que estão a ser abandonadas por serem menos produtivas ou menos tolerantes a novos e mais intensos estresses ambientais.

- Nutrição limpa: O cultivo interno permite o cultivo livre de pragas e doenças, eliminando a necessidade de herbicidas ou pesticidas.

- Atratividade da prática e atração de novos profissionais: A perda de interesse nas práticas agrícolas é um fenómeno observado em todo o mundo. No entanto, a tecnologia e as características modernas da agricultura vertical estão a atrair novas pessoas, revertendo a tendência dos últimos anos.

b. Desvantagens

- Consumo de energia: A energia necessária para o sistema de climatização (que funciona 24 horas por dia) e iluminação deve ser levada em consideração. No entanto, a energia fotovoltaica e as baterias podem reduzir os custos e o consumo de energia.

- Seleção de culturas: Embora seja possível cultivar quase qualquer cultura, apenas certas espécies e variedades são adequadas e rentáveis.

3.4.3 Antes de iniciar um negócio de agricultura vertical

Se quiser iniciar um novo negócio neste campo, precisa de ser apaixonado e motivado, pois desenvolver um negócio deste tipo requer tempo e pesquisa. Requer atualização constante, uma forte capacidade de superar obstáculos e burocracia e uma compreensão dos regulamentos. No entanto, a produção sustentável de alimentos de alta qualidade é um empreendimento emocionante e criativo.

a. Burocracia

Para iniciar a agricultura vertical, deve seguir todas as etapas exigidas pelos procedimentos burocráticos.

Especificamente, precisa de aprender:

- Como posso iniciar uma agricultura vertical no meu país?
- Quais serão os custos iniciais?

- Quais são as regulamentações e legislações alimentares no meu país?
- Existem incentivos/subsídios para empresas agrícolas inovadoras (ou start-ups)?

b. O mercado para produtos cultivados verticalmente – Pesquisa de mercado

Embora muitas explorações agrícolas verticais sejam criadas em todo o mundo todos os anos e este seja um setor em rápido crescimento, muitas delas encerram nos primeiros anos de operação. Uma das razões pode ser a falta de conhecimento ou de pesquisa de mercado antes da criação de uma exploração agrícola vertical.

Embora os alimentos sejam essenciais e as necessidades alimentares estejam a aumentar ano após ano, cada mercado de produtos agrícolas é diferente.

Portanto, é necessário realizar uma extensa pesquisa de mercado para entender quais culturas podem ser atraentes para potenciais compradores/partes interessadas. Restaurantes, consumidores privados, grossistas, supermercados, mercados de agricultores e lojas de alimentos são todas opções (soluções) que devem ser consideradas. É preciso saber quais culturas podem ser de interesse e qual o preço que as partes interessadas estão dispostas a pagar.

c. Fornecimento e custo de equipamentos

Cada cultura é composta por diferentes elementos. Pode comprar cada acessório/peça/equipamento separadamente ou pode comprar uma solução pronta a usar. Existem fornecedores de diferentes tecnologias em todo o mundo, e cada um afirma que a sua solução é a melhor. Pode solicitar vários orçamentos ou contratar um consultor para o ajudar. A segunda abordagem pode ser mais inteligente e rápida, embora mais cara, especialmente se o consultor trabalhar com diferentes parceiros que lhe podem fornecer a melhor solução.

O custo do equipamento é geralmente semelhante ao custo de instalação de uma unidade hidropónica (ver secção 3.3.2) e depende principalmente do tamanho da instalação.

d. Grau de desenvolvimento da atividade

Depois de reunir todas as informações acima, deve fazer uma previsão das despesas operacionais anuais (como mão de obra, consumíveis, energia, etc.), da receita que será gerada e do lucro.

Desenvolver um plano de negócios é fundamental e necessário para ver o quão lucrativo será o seu negócio. Também é útil para apresentar pedidos de financiamento ou participar em concursos públicos ou privados.

Para reduzir o risco, seria uma boa ideia começar com uma cultura em pequena escala e, em seguida, expandir a escala assim que o negócio estiver em funcionamento. No entanto, começar com uma cultura em pequena escala pode ter certas limitações, como a falta de automação, o que aumenta os custos de mão de obra, e o facto de alguns mercados exigirem altos volumes de produção.

É muito importante considerar cuidadosamente cada variável antes de começar.

e. Comunicação e promoção

Informe as partes interessadas sobre o seu trabalho

Investir em informação e comunicação é uma boa estratégia para aumentar o seu poder de negociação e o preço final de venda. Especialmente num setor novo como

este, é muito importante informar as pessoas sobre os benefícios para a saúde e o ambiente da utilização dos seus produtos, criando assim uma sensação de transparência. Além disso, criar um grupo de apoiantes é um excelente ponto de partida para a sua sobrevivência no complexo e competitivo mercado alimentar.



3.5 Sistemas de irrigação inteligentes – Irrigação de precisão – Irrigação por gotejamento



Os sistemas de irrigação inteligentes são uma ferramenta moderna que ajuda os produtores a utilizar apenas a quantidade de água necessária para as suas culturas, no momento certo, reduzindo custos e impacto ambiental.

A água é o composto químico mais importante do planeta, essencial para todos os seres vivos. Embora 70% da Terra seja coberta por água, apenas 3% é adequada para consumo, e a maior parte dela está presa em geleiras, tornando os recursos de água doce disponíveis extremamente limitados.

A procura de água está em constante aumento e espera-se que cresça 50% até 2050, enquanto 70% da água disponível já é utilizada na agricultura (FAO, 2017), que também polui a água com fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos.

A necessidade de proteger os recursos hídricos limitados e aumentar a eficiência do uso da água torna necessário adotar soluções inovadoras e sustentáveis, como a irrigação de precisão, para garantir a produção de alimentos sem consumo excessivo de água.

3.5.1 Irrigação de precisão

A irrigação de precisão é uma tecnologia que fornece a quantidade exata de água que uma cultura necessita no momento certo para satisfazer as suas necessidades de evapotranspiração e metabolismo, com o objetivo de maximizar o rendimento com a menor quantidade possível de água.

A irrigação de precisão utiliza sensores de solo, estações meteorológicas e sistemas de IA para recolher dados sobre humidade, temperatura e precipitação, para que a irrigação só ocorra quando realmente necessário, em vez da prática tradicional de irrigar em horários fixos.

As principais diferenças entre a irrigação tradicional e a irrigação de precisão são as seguintes:

Irrigação tradicional:

É realizada em intervalos fixos, sem levar em consideração as condições meteorológicas.

É frequente observar-se irrigação excessiva ou insuficiente.

Requer a abertura/fecho manual das válvulas.

Tem custos de cultivo e consumo de energia mais elevados.

Irrigação de precisão:

A irrigação é determinada pela humidade necessária do solo.

A precipitação e a temperatura são levadas em consideração.

O consumo de água e os custos são reduzidos.

A energia e a mão de obra necessárias são reduzidas.

É possível o controlo remoto e a automatização.

Quais são os benefícios da irrigação de precisão?

Poupança de água e custos.

Redução do consumo de energia e da mão de obra necessária.

Melhoria no rendimento das culturas.

Alertas imediatos em caso de avaria.

Manutenção das condições ideais para as culturas durante toda a estação de cultivo. época de cultivo.

Melhor compreensão das necessidades das culturas através da recolha de dados de sensores e satélites.

A irrigação de precisão ajuda os agricultores modernos a gerir a água de forma eficiente, reduzir o seu impacto ambiental, poupar energia e aumentar a produção,

contribuindo para uma agricultura sustentável que responde às crescentes necessidades alimentares e aos desafios das alterações climáticas.

1. Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). Uma visão geral dos sistemas de irrigação inteligentes que utilizam a IoT. *Energy Nexus*, 7, 100124.

<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>

2. Pothula, S., & Singh, A. K. (2022). Gestão precisa da água para irrigação — situação atual, âmbito e desafios. 18, 372–380.

3. Souza, S. A., & Rodrigues, L. N. (2022). Aumento da rentabilidade e potencial de economia de energia com o uso da irrigação de precisão. *Gestão da Água na Agricultura*, 270, 107730. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107730>

4. Escassez de água | Ameaças | WWF. (s.d.). Fundo Mundial para a Natureza. Recuperado em 28 de setembro de 2022, de <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>

5. FAO, 2017. O futuro da alimentação e da agricultura: tendências e desafios. Roma, Itália. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf> *Agricultura de precisão Irrigação de precisão*

3.5.2 Irrigação por gotejamento

Neste método, a água é distribuída por todo o campo usando um sistema de tubos fechados através dos quais a água flui sob pressão. Na irrigação por gotejamento, com a ajuda de gotejadores, a água é fornecida a parte do solo, mais especificamente à zona radicular. A taxa de fluxo dos gotejadores é muito baixa, cerca de 2-3 litros/hora, enquanto a taxa de fluxo horária correspondente na chuva artificial atinge até 40 litros/hora. Esta baixa taxa de fluxo dos gotejadores significa que toda a água fornecida é absorvida pelo solo e não há escoamento superficial. Além disso, como a irrigação é frequentemente aplicada, dependendo da cultura, para repor a água que evaporou, não há perda de água e nutrientes nas camadas mais profundas. Este método de irrigação é considerado ideal para áreas particularmente sensíveis à lixiviação de nitratos, bem como para áreas com disponibilidade limitada de água. A irrigação por gotejamento foi inicialmente utilizada em estufas e para culturas particularmente eficientes. Hoje em dia, é utilizada para várias culturas, tais como videiras, citrinos, azeitonas e outras.

A base do sistema de irrigação por gotejamento são os gotejadores. A água aparece na saída dos gotejadores na forma de gotas em intervalos regulares, de modo que alguns litros por hora são infiltrados no solo em cada local. Para desempenhar a sua função corretamente, um gotejador deve garantir um abastecimento pequeno e uniforme que não seja afetado por mudanças limitadas de pressão no tubo de aplicação, ter uma secção transversal de fluxo relativamente grande para que não entupa facilmente, ser feito de um material que não seja significativamente afetado e não sofra danos permanentes devido a mudanças intensas de temperatura quando exposto ao campo, ser fácil de usar e ter um custo baixo. Com base nestes critérios,

foi projetada uma grande variedade de gotejadores que, dependendo das suas características específicas, são divididos em determinadas categorias.

Assim, dependendo do tipo de fluxo de água, são classificados como gotejadores com fluxo laminar, parcialmente turbulento e turbulento.

Dependendo do método de dissipação de pressão ou estrangulamento, são classificados como gotejadores com um longo percurso de fluxo e com um bocal ou orifício. Esta categoria também



inclui gotejadores autorreguláveis, que mantêm uma carga e um abastecimento constantes com um mecanismo de ajuste automático. Dependendo da sua capacidade de autolimpeza, são classificados como autolimpes e não autolimpes. Os gotejadores autorreguláveis são geralmente autolimpes.

O funcionamento adequado de uma rede de irrigação por gotejamento requer certas operações relacionadas com o arranque e a paragem da rede, o abastecimento sequencial de água às suas várias unidades e o ajuste do caudal e da pressão necessários no início das tubagens de transporte e abastecimento. O arranque e a paragem podem ser realizados utilizando interruptores manuais (válvulas) ou válvulas volumétricas. Estas válvulas fecham automaticamente quando uma determinada quantidade de água, para a qual foram configuradas, passa através delas. Essas válvulas podem ser instaladas no início da rede e no início das suas unidades, conforme apropriado. No caso de uma rede composta por mais de uma unidade, o abastecimento sequencial de água pode ser realizado automaticamente com válvulas de diafragma. O funcionamento de uma rede pode ser automatizado utilizando um programador, que regula, de acordo com o programa de irrigação desejado, o funcionamento sequencial das válvulas de diafragma elétricas instaladas no início de cada unidade.

Em alguns casos de redes com mais de uma unidade, é possível que, ao calcular a rede, as cargas na tubagem de transferência nos pontos de entrada de água das tubagens de abastecimento sejam maiores do que as necessárias para o seu bom

funcionamento. Neste caso, são utilizados reguladores de pressão para ajustar a pressão aos níveis desejados.

O projeto dos sistemas de irrigação por gotejamento baseia-se no teor de humidade desejado do campo e numa compreensão clara da distribuição da humidade no solo após a água sair do gotejador, especialmente o movimento lateral. Verificou-se que este movimento é uma função das características do solo e do caudal do gotejador. Num sistema de irrigação, as zonas de humedecimento adjacentes podem ser adjacentes umas às outras, caso em que todo o solo é humedecido, ou podem não ser adjacentes quando isso não é necessário, caso em que apenas parte do solo é humedecido.

As vantagens da irrigação por gotejamento em comparação com outros métodos são, portanto:

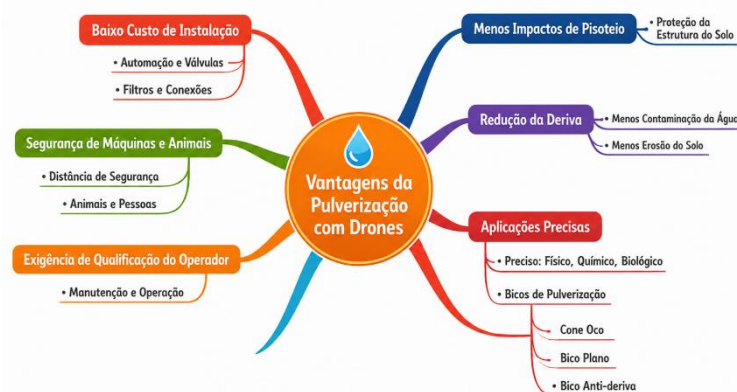
- Economia de água: isto deve-se às baixas perdas de água durante a aplicação através da rede de tubos fechada e ao volume e área de superfície limitados do solo que é humedecido.
- Poupança de mão de obra: as redes de tubos são permanentes e são normalmente combinadas com sistemas de automação.
- Redução de ervas daninhas devido à área de superfície molhada limitada do campo. Todos os trabalhos de cultivo podem ser realizados durante a irrigação.



- Pode ser utilizado em terrenos altamente permeáveis e com declives acentuados sem necessidade de nivelamento prévio.
- Melhor uniformidade na distribuição da água, mesmo nas margens do campo.
- Melhor controlo das quantidades de água, especialmente quando se utilizam sistemas automatizados.

- Utilização de pequenos abastecimentos. Relacionado com a economia de água e a possibilidade de utilizar a rede durante a noite.
- Fertilização fácil e eficaz, uma vez que os fertilizantes são distribuídos nas quantidades desejadas diretamente na zona radicular através da água de irrigação.
- A irrigação não é afetada pelo vento quando a água é aplicada através de gotejadores.
- Baixos custos operacionais. Os sistemas de irrigação por gotejamento geralmente operam com baixas pressões que requerem menos consumo de energia do que os sistemas de irrigação por aspersão.
- Controlo de certas doenças e insetos, porque a irrigação não molha a folhagem das culturas.
- Condições favoráveis para o crescimento e rendimento das plantas, porque a irrigação é frequente e, portanto, a água do solo na zona radicular está próxima da capacidade de campo.
- Possibilidade de utilizar água salina. Isto deve-se ao facto de não haver humedecimento da folhagem das culturas e de a irrigação frequente criar condições de elevado teor de água no solo.

As desvantagens deste método incluem o seguinte:



- Custo inicial de instalação elevado. Isto porque as instalações são permanentes e geralmente requerem muita automação e outros acessórios (por exemplo, filtros, válvulas, torneiras).
- Danos mecânicos causados pelo uso descuidado de máquinas; danos causados por vários animais e pássaros.
- Incapacidade de proteger contra geadas, porque a água flui sob a copa das árvores.
- Acumulação de sal no solo devido ao uso de água salina na fronteira entre o solo molhado e seco, sendo necessária a lavagem do solo quando a precipitação é insuficiente.
- É necessário um alto nível de conhecimento para a manutenção e operação da rede.

- Entupimento. O entupimento dos distribuidores é um grande problema ao usar tais sistemas e requer a instalação de dispositivos especiais (por exemplo, filtros). As causas do entupimento podem ser físicas, químicas ou biológicas. O entupimento dos gotejadores é o problema mais grave nos sistemas de irrigação por gotejamento. O entupimento leva inevitavelmente à redução da produção e, portanto, reduz a eficiência do sistema. Para combater o entupimento, são utilizados tanques de decantação, hidrociclones e filtros (peneira, cascalho). Os tanques de decantação são utilizados quando a água contém grandes quantidades de areia ou argila. Os hidrociclones removem principalmente a areia, enquanto os filtros removem os materiais mais finos.

Nos filtros de tela, a água é filtrada através de uma malha fina feita de metal (aço inoxidável) ou fios de plástico. Uma característica das malhas é o número de malha, que se refere ao número de fios por polegada (25,4 mm). Dependendo de como funcionam (limpeza), os filtros de tela são classificados como simples, semiautomáticos e automáticos. Os filtros de cascalho ou areia utilizam cascalho classificado a partir de vários agregados ou areia de quartzo como meio filtrante e são adequados para reter principalmente materiais orgânicos (algas), mas também materiais inorgânicos de grão muito fino (argila). O seu funcionamento baseia-se na grande área de superfície do meio filtrante (cascalho, areia) na qual os materiais de grão fino são retidos. São limpos por fluxo de água reverso utilizando as válvulas especiais do sistema de filtragem.

Capítulo 4

Agricultura em grande escala

4.1 O futuro da agricultura

A tecnologia agrícola do futuro está a ser testada em laboratórios, pilotada na prática, e espera-se que mude a face da agricultura, reduzindo o uso de água, energia e fertilizantes e tornando a agricultura uma profissão atraente, acessível a todos e benéfica para todos.

4.2 Aplicações tecnológicas na agricultura em grande escala

Uma nova era está a surgir na agricultura com o uso de tecnologia que não se limita a máquinas inteligentes, mas se estende a outras categorias, tais como:

a) Enxames robóticos:

Os enxames robóticos são drones conectados entre si online, bem como a robôs terrestres e máquinas agrícolas, com o objetivo de intervir nas culturas com precisão, reduzindo o uso de recursos e aumentando a eficiência das culturas. Por exemplo, um drone com uma câmara hiperespectral pode monitorizar a saúde das plantas em tempo real, fornecer informações sobre a fertilização necessária, colaborar com robôs de irrigação e coordenar o uso de máquinas agrícolas.

b) Gémeos digitais:

Estas são aplicações revolucionárias. Funcionam com a ajuda de sensores, sistemas (IoT) e redes 5G e criam cópias digitais de explorações agrícolas, permitindo aos produtores simular estratégias e intervenções antes de as implementar na exploração real.

c) Monitorização do solo com (IoT) – Agricultura inteligente

A monitorização do solo com (IoT) utiliza tecnologia para capacitar agricultores e produtores a maximizar os rendimentos, reduzir doenças e otimizar recursos. Os sensores IoT podem medir, entre outras coisas, a temperatura do solo, o conteúdo volumétrico de água, a radiação fotossinteticamente ativa, o potencial hídrico do solo e os níveis de oxigénio do solo. Os dados dos sensores (IoT) são então transmitidos para um local central (ou para a nuvem) para análise, visualização e análise de tendências.

Os dados gerados podem ser usados para otimizar as operações agrícolas, identificar tendências e fazer pequenos ajustes nas condições para maximizar o rendimento e a qualidade das culturas. O uso da IoT na agricultura é conhecido como Agricultura Inteligente ou Agricultura Inteligente, e a IoT é um componente-chave da Agricultura de Precisão. Veja os capítulos anteriores

A agricultura inteligente concentra-se nas condições do solo, do clima e das culturas. Dada a importância do clima e da irrigação, muitas soluções de agricultura inteligente são combinadas com o ambiente inteligente (qualidade do ar) e a água inteligente (poluição, turbidez, nutrientes) para uma solução abrangente. Os sensores mais comuns (IoT) estão listados abaixo:

- **Sensores de temperatura do solo**

A temperatura do solo é um fator-chave na atividade das plantas abaixo da superfície, afetando o crescimento das raízes, a respiração, a decomposição e a mineralização do azoto. Os sensores IoT podem estimar a temperatura do solo medindo a temperatura

do ar e outros fatores. No entanto, a medição mais precisa é obtida usando uma sonda enterrada no solo.

Dependendo da estrutura do sistema radicular da planta, várias sondas podem ser instaladas em diferentes profundidades. A temperatura da superfície do solo pode ser monitorada com um tipo diferente de sensor (IoT) que usa tecnologia infravermelha (IR).

- **Sensores de umidade do solo**

O teor de umidade do solo pode ser monitorizado usando sondas enterradas com eletrodos. Na hidrologia, ciência do solo e agricultura, a umidade do solo desempenha um papel vital na química do solo, no crescimento das plantas e na recarga dos lençóis freáticos. A umidade do solo é crítica por várias razões:

- A água no solo é um nutriente essencial para todas as culturas e plantas.
- A água é um componente essencial da fotossíntese.
- O rendimento das culturas é muito afetado pela disponibilidade de água no solo.
- A água do solo é um importante transportador de nutrientes solúveis para o crescimento das plantas.
- A água do solo ajuda a regular a temperatura do solo.

As tecnologias IoT e Smart Farming da Libelium podem medir o seguinte:

- Umidade do solo (em 3 profundidades).
- Condutividade.
- Teor volumétrico de água.
- Potencial hídrico do solo.

- **Sensores de radiação solar**

Os sensores (IoT) podem medir diferentes tipos de radiação solar que desempenham um papel decisivo na fotossíntese. Além dos níveis básicos de luz (Lux), o (IoT) pode medir:

Radiação solar fotossinteticamente ativa

Solar, ultravioleta (UV)

Radiação solar de onda curta

A radiação solar pode ter um impacto significativo no crescimento das plantas, e a IoT permite monitorizar os níveis de radiação solar para compreender correlações e tendências.

- **Estações meteorológicas**

As estações meteorológicas fornecem dados valiosos sobre as condições meteorológicas, o que é importante para correlacionar padrões e dados relacionados. A precipitação, o vento, a umidade e a pressão atmosférica desempenham um papel decisivo no crescimento das plantas. Os sistemas de agricultura inteligente suportam muitas estações meteorológicas avançadas. As estações meteorológicas e os sensores de solo oferecem uma visão panorâmica (360°) da sua atividade agrícola.

As estações meteorológicas (IoT) podem medir:

- Precipitação (medições visuais e com balde basculante).
- Temperatura.
- Umidade.
- Pressão atmosférica.
- Velocidade do vento.

- Direção do vento.

- **Sensores de medição de nutrientes do solo (NPK)**

Os sensores de azoto, fósforo e potássio (potassa) são relativamente novos no mercado, mas oferecem uma forma de medir estes nutrientes essenciais do solo através de sensores (IoT). Os sensores NPK utilizam várias tecnologias, sendo o TDR um método comum. Os sensores NPK suportam RS485 para integração em soluções (IoT), incluindo LoRaWAN e registadores de dados.

Os sensores NPK combinados podem medir:

- Azoto
- Fósforo
- Potássio
- pH
- EC
- Temperatura
- Humidade

- **Comunicações sem fios para (IoT) e agricultura inteligente (Libelium Smart Agriculture Pro)**

Uma vantagem fundamental das soluções IoT é a ampla gama de opções de comunicação sem fios disponíveis. A IoT não se limita a áreas urbanas com ampla cobertura móvel; o suporte para LoRaWAN, 4G, Zigbee, Sigfox, WiFi e comunicações por satélite significa que as soluções de agricultura inteligente funcionam perfeitamente em ambientes urbanos, rurais ou muito remotos. O baixo consumo de energia dos sistemas IoT permite que os nós e sensores sejam alimentados por baterias, energia solar ou outras fontes renováveis.

Pode ter uma rede de sensores local via LoRaWAN (por exemplo, até 15 km), antes que os dados sejam transmitidos para a nuvem via comunicações por satélite.

Esta transmissão pode ser em tempo real ou periodicamente em pacotes. A utilização da IoT, satélites e agricultura é particularmente importante para comunidades rurais remotas e instalações espalhadas por grandes áreas, especialmente onde a cobertura de telemóveis ou banda larga tradicional é limitada ou inexistente.

A primeira etapa de qualquer sistema de agricultura de precisão ou automação é a medição. As soluções de IoT e agricultura inteligente coletam milhares de pontos de dados todos os dias. Depois que esses dados são analisados, formatados e correlacionados, os sistemas podem usá-los para acionar respostas inteligentes ou automatizar outras infraestruturas.

Por exemplo, quando a humidade do solo cai abaixo de um determinado nível, o software pode ativar o sistema de irrigação. Se os níveis de humidade subirem para níveis abaixo do ideal, o sistema pode gerar alertas para a equipa operacional ou agrícola. Com a IoT e a agricultura, as possibilidades são infinitas.

O uso eficaz de dados e informações depende muito do seu ambiente e aplicação.

Os painéis baseados na Web podem visualizar os dados.

As aplicações móveis e os sites otimizados para dispositivos móveis podem exibir dados em dispositivos móveis.

Os dados podem ser importados ou analisados com ferramentas como Excel, PowerBI ou Tableau.

Os sistemas de monitorização podem gerar alertas quando os limites são excedidos (por exemplo, níveis de NPK, humidade do solo, etc.).

O campo da ciência do solo é extenso, e as características e propriedades importantes do solo variam significativamente dependendo da cultura ou das condições específicas do solo. Se desejar discutir como a Internet das Coisas (IoT) pode ajudar a sua empresa ou contribuir para otimizar o rendimento, reduzir doenças e melhorar a qualidade, entre em contacto com a equipa de resolução de problemas em sales@mtg.im. Para obter mais informações, visite <https://www.ypaithros.gr/agrotechnologia-tou-mellontos-metaschimatismos-tis-georgias-me-robot-techniti-noimosyni-kai-psifiaka-didyma/>

A agricultura em grande escala (agricultura intensiva) envolve principalmente culturas anuais (cereais, algodão, milho, etc.) cultivadas em grandes áreas de terra usando meios mecânicos para obter rendimentos mais elevados. Geralmente, baseia-se em métodos intensivos, como o uso de fertilizantes e corretivos de solo (por exemplo, zeólita), com o objetivo de maximizar a produção.

4.2.1 Agricultura de precisão

Introdução

É um método agrícola baseado em medições de dados das plantas e do solo, com o objetivo de registar as necessidades exatas de cada campo, avaliando e implementando os resultados com grande precisão. O resultado deste método é uma redução nas despesas com pesticidas e fertilizantes, enquanto o objetivo final é otimizar a qualidade e a quantidade da colheita, produzindo um produto ecológico. O processo começa com o mapeamento dos campos, onde obtemos uma imagem da terra arável, depois recolhemos informações sobre a qualidade e estrutura do solo, deficiências e excedentes em oligoelementos, para que possamos adicionar ou remover elementos como fertilizantes, pesticidas, etc., conforme necessário. Finalmente, durante a colheita, verificamos o rendimento da parcela por metro, o que nos permite monitorizar a eficácia das nossas ações anuais, avaliá-las e tomar as decisões adequadas para o plano de cultivo do ano seguinte.

A agricultura de precisão começou a desenvolver-se na década de 1990 com o uso de tecnologia de satélite, como os primeiros sistemas GPS e mapas de rendimento. Desde então, as possibilidades evoluíram com a integração de sensores, drones, software de análise de dados, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e dados de observação da Terra, principalmente através do programa europeu **Copernicus** e dos satélites **Sentinel**.

No início do século XX, a agricultura era a principal fonte de subsistência para a maioria da população, e as técnicas utilizadas eram principalmente manuais e fisicamente exigentes.

Em 1950, surgiu a agricultura industrial. O crescimento económico e demográfico constante exigia cada vez mais alimentos, e assim nasceu a agricultura industrial. Graças à mecanização e ao uso de fertilizantes e pesticidas, o rendimento das colheitas aumentou a baixo custo.

Em 1990, surgiu a agricultura de precisão. A tecnologia de satélite foi utilizada na agricultura com os primeiros sistemas de orientação GPS, mapas de rendimento e aplicações de taxa variável. A agricultura de precisão permite aos agricultores gerir a

variabilidade no campo e distribuir e mente o que precisam onde é necessário, sem desperdiçar recursos. Hoje, temos a agricultura inteligente. A introdução da IoT permite a digitalização e a interligação, enquanto os modelos preditivos e o DSS ajudam os agricultores a agir no momento certo, poupando recursos e protegendo o ambiente.



Com a integração de sensores, drones, software de análise de dados, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e dados de observação através do Programa Copernicus Europeu e dos satélites Sentinel, as possibilidades da Agricultura de Precisão evoluíram significativamente.

O conceito de agricultura de precisão baseia-se na observação de que as características específicas de cada campo podem ser medidas e geridas utilizando técnicas que satisfazem as necessidades da cultura. Estas necessidades variam no espaço e no tempo, como é natural. A informação pode ser recolhida e utilizada de forma adequada. Vivemos numa era de desenvolvimento tecnológico, e a agricultura é, sem dúvida, influenciada por isso, tanto que todos nós certamente já ouvimos o termo «agricultura de precisão». Para tirar proveito prático das tecnologias modernas oferecidas pelo mercado, os agricultores e os profissionais e es do setor devem estar familiarizados com elas, dominá-las e utilizá-las ao máximo. Antes de começarmos, é interessante notar que a agricultura de precisão se enquadra no âmbito da agricultura inteligente.

a. Vantagens

As principais vantagens da agricultura de precisão são as seguintes:

- Redução do número de passagens (rotas percorridas pelo agricultor com uma máquina agrícola) ao lavar o solo. Como resultado, o tempo do produtor (ou dos recursos humanos empregados) é utilizado de forma mais eficiente, ao mesmo tempo que se poupa uma quantidade significativa de combustível (gasóleo) e outros insumos. Tudo isto leva à preservação da estrutura do solo cultivado.
- Capacidade de operar em condições de baixa visibilidade ou mesmo à noite

- Melhoria significativa no padrão de vida do agricultor e redução do stress
- Aplicação direcionada e uso eficiente de insumos agrícolas insumos agrícolas, tais como sementes, fertilizantes e pesticidas, através da utilização de quantidades diferentes em cada caso, adaptadas às necessidades e exigências de cada campo ou parte onde a aplicação é feita (controlo segmentado).
- Intervenção oportuna e precisa com a ajuda de um software especial que fornece aconselhamento ao agricultor
- Rastreabilidade das operações e produtos que foram produzidos e utilizados, do campo à mesa (ou seja, ao consumidor)
- Mitigação dos impactos ambientais relacionados com as atividades agrícolas,
 - Poupança (fertilizantes, pesticidas)
 - Resultados preditivos do rendimento das culturas para a quantidade colhida.
 - Produção de produtos mais saudáveis
 - Redução do tempo de trabalho
 - Aumento dos lucros
 - Redução do uso de produtos químicos
 - Uniformidade do campo

b. Desvantagens - Desafios

A adoção da agricultura de precisão enfrenta desafios como:

- Falta de formação e familiaridade tecnológica entre os produtores
- Elevados custos iniciais com equipamentos
- Acesso limitado à Internet em algumas áreas rurais
- Dificuldade em processar e utilizar grandes volumes de dados

4.2.2 Tecnologias e equipamentos

A agricultura de precisão utiliza dados recolhidos por satélites e converte-os em informações úteis para a tomada de decisões. O programa europeu Copernicus utiliza um conjunto de satélites de observação da Terra () chamados Sentinel. Estes satélites têm instrumentos que utilizam radiação luminosa no espectro visível ao olho humano (vermelho, verde, azul), bem como luz infravermelha que não pode ser percebida pelos seres humanos.

As imagens do Sentinel podem ser verificadas utilizando dados de drones e sensores terrestres para calibração e validação. Esses dados permitem que os agrónomos monitorem com precisão as propriedades do solo e as condições das culturas, a evapotranspiração, as necessidades hídricas e o teor de nitrogénio do solo. As imagens e os dados do Sentinel podem ser representados em mapas que ajudam os agricultores a tomar decisões sobre medidas de conservação de água e nutrientes.

Os avanços na inteligência artificial (IA) e nos grandes volumes de dados também têm sido um importante passo em frente. A investigação mostra que quanto mais a

tomada de decisões na agricultura se baseia em dados, mais o valor do produto final aumenta.

As tecnologias necessárias para a agricultura de precisão incluem, entre outras

- Sistemas de Posicionamento Global (GPS).
- Sensoriamento remoto por satélite e mapas multiespectrais.
- Drones com câmaras térmicas e espectrais.
- Sensores de solo e meteorológicos.
- Sistemas de aplicação de taxa variável (VRT).
- Software de apoio à decisão (DSS).
- Análise de big data e IA.
- Plataformas de monitorização e controlo remoto de culturas

A lista acima apresenta um sistema abrangente para o monitoramento ideal da Agricultura de Precisão implementado por cada agricultor. Mesmo o uso de sistemas tecnológicos individuais, como sistemas de navegação, fertilização de precisão e irrigação e pulverização de precisão, oferece benefícios significativos.

A agricultura de precisão oferece múltiplas vantagens a nível local, regional e global, tais como:

- Otimização do uso de insumos (água, fertilizantes, pesticidas).
- Redução dos custos de produção e combustível.
- Aumento do rendimento e da qualidade dos produtos.
- Maior rastreabilidade e segurança alimentar.
- Proteção ambiental e redução das emissões.
- Apoio à tomada de decisões informadas

Os benefícios advêm do facto de oferecer:

- Irrigação de precisão através de sistemas coletivos ou pontuais.
- Fertilização e proteção das plantas com doses variáveis.
- Gestão integrada de insetos e doenças com drones, sensores e ferramentas (IA).
- Monitorização das culturas e previsão da colheita através de sensoriamento remoto.
- Hidroponia de precisão com alimentação automatizada e sistemas de controlo ambiental

Especialmente em termos de irrigação, a agricultura de precisão pode ajudar a melhorar a eficiência do uso da água, reduzindo a pegada das culturas irrigadas. As informações obtidas por teledeteção permitem identificar as parcelas e os poços que precisam de ser inspecionados usando critérios de seleção objetivos, economizando mão de obra e recursos.

4.2.3 Aplicações úteis da tecnologia na gestão questões e problemas nas culturas

A **agricultura inteligente** representa a aplicação das modernas tecnologias da informação e comunicação (TIC) na agricultura, levando ao que pode ser chamado de terceira Revolução Verde. Após as revoluções do melhoramento vegetal e genética, esta terceira Revolução Verde está a começar a ganhar força no mundo agrícola com base na aplicação combinada de soluções TIC, tais como equipamentos agrícolas de precisão, Internet das Coisas (IoT), sensores e atuadores, sistemas de geolocalização (GPS), Big Data, Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs), robótica, etc. A agricultura inteligente tem o potencial real de proporcionar uma produção agrícola mais produtiva e sustentável, com base numa utilização mais precisa e eficiente dos recursos.

Algumas das aplicações mais úteis são:

4.2.3.1 Sistemas de estações agrometeorológicas

Os dados meteorológicos, combinados com a monitorização das condições climáticas e do solo, ajudam a aumentar a produção independentemente dos insumos. Ao mesmo tempo, a integração de dados em tempo real na cadeia de abastecimento ajuda a planear o transporte de produtos sensíveis de forma mais eficaz em todo o mundo, evitando condições adversas e reduzindo significativamente o risco de catástrofes.

A alocação ideal das máquinas e veículos da empresa (tratores, camiões, debulhadoras, etc.), especialmente durante a movimentada época agrícola, determina em grande parte o desempenho da empresa. As tecnologias GPS e IoT podem fornecer informações importantes em tempo real para a tomada de decisões fundamentais para o bom funcionamento diário da frota.

- Monitorizar a localização geográfica e o estado dos veículos em toda a dia
- Aviso prévio sobre reparações necessárias no equipamento
- Notificações automáticas sobre conformidade ou não conformidade com as regras definidas pelo utilizador
- Melhoria no planeamento e programação de tarefas para cada máquina
- Redução dos custos de transporte e manutenção da frota

4.2.3.2 Sistemas de gestão e controlo de insetos e ervas daninhas nas culturas

Os métodos tradicionais de controlo de pragas requerem, por vezes, intervenções horizontais com pesticidas, o que pode levar ao uso indevido, baixa eficácia e poluição ambiental. As técnicas de aplicação de precisão apoiadas pela tecnologia proporcionam uma abordagem mais direcionada e eficaz para o controlo de pragas de insetos nas culturas.

A tecnologia de taxa variável (VRT) modifica as taxas de aplicação de pesticidas com base em dados em tempo real. O sistema VRT utiliza uma abordagem abrangente,

levando em consideração vários fatores, como densidade de insetos, estado de saúde das culturas e condições ambientais prevalentes. Ao analisar este conjunto diversificado de critérios, a tecnologia VRT pode estimar com precisão a quantidade mais adequada e eficaz de pesticida necessária para a aplicação e garante o uso direcionado e preciso de pesticidas, melhorando o controle de insetos, minimizando o impacto ambiental e otimizando a saúde das culturas.

4.2.3.3 Armadilhas baseadas em sensores para atrair e capturar insetos

A monitorização das populações de pragas é essencial para o seu manejo integrado, e as armadilhas baseadas em sensores têm se mostrado úteis nesse esforço. Esses dispositivos utilizam feromônios ou outros atrativos para atrair insetos adultos machos ou fêmeas. Um sensor infravermelho (IR) ajuda a detectar insetos, facilitando o monitoramento e a avaliação das populações de pragas.

A tecnologia transformou o Manejo Integrado de Pragas com a introdução de novas ferramentas e ideias que melhoram a eficácia, a eficiência e a sustentabilidade a longo prazo dos sistemas de manejo de pragas.

A integração de sensoriamento remoto e GIS, análise de dados, inteligência artificial e biotecnologia abriu caminho para abordagens aprimoradas de gestão de insetos em culturas. Agricultores e especialistas em gestão de pragas podem tomar decisões baseadas em dados, direcionar intervenções com precisão e reduzir a dependência de pesticidas químicos, aproveitando o poder da tecnologia. Essa técnica promove a agricultura sustentável, protege a biodiversidade e garante a sustentabilidade a longo prazo dos nossos ecossistemas. O investimento contínuo em investigação e desenvolvimento será fundamental no futuro para melhorar e refinar as soluções técnicas para o manejo integrado de pragas e doenças de plantas.

As tecnologias de GPS e Sistema de Informação Geográfica (SIG) melhoraram significativamente a precisão e a eficácia do manejo integrado. Ao combinar GPS e SIG, é possível criar mapas espaciais precisos que mostram em detalhes a distribuição e a intensidade das infestações de insetos.

Os agricultores podem usar esses dados espaciais para desenvolver métodos de controle de pragas adequadamente adaptados, minimizando a aplicação de inseticidas. O uso desnecessário de produtos químicos é reduzido pela aplicação de medidas de controle apenas quando necessário, reduzindo o custo e o impacto ambiental de seu uso.

A análise de dados e a inteligência artificial (IA) são vitais para aproveitar as vastas quantidades de dados gerados na gestão moderna das culturas. Os algoritmos de inteligência artificial podem analisar grandes quantidades de dados para encontrar padrões e correlações. Esta capacidade analítica ajuda a prever surtos de pragas, compreender o comportamento dos insetos e prever doenças das culturas. Tudo isto permite uma intervenção atempada e medidas de controle preventivas.

A integração de sensoriamento remoto e GIS, análise de dados, inteligência artificial e biotecnologia abriu caminho para melhores abordagens de gestão de insetos nas culturas. Agricultores e especialistas em gestão de pragas podem tomar decisões baseadas em dados, direcionar intervenções com precisão e reduzir a dependência de pesticidas químicos, aproveitando o poder da tecnologia. Essa técnica promove a agricultura sustentável, protege a biodiversidade e garante a sustentabilidade a longo prazo dos nossos ecossistemas. O investimento contínuo em investigação e

desenvolvimento será fundamental no futuro para melhorar e aperfeiçoar as soluções técnicas para o controlo integrado de pragas e doenças das plantas.

4.2.3.4 Sistemas de gestão de máquinas e veículos

A alocação ideal de veículos agrícolas (tratores, camiões, debulhadoras, etc.), especialmente durante os períodos de pico da estação de cultivo, determina em grande parte o desempenho da exploração agrícola. As tecnologias GPS e IoT podem fornecer informações importantes em tempo real para a tomada de decisões fundamentais para o bom funcionamento diário da frota.

- Monitorização da localização geográfica e do estado dos veículos a qualquer hora do dia
- Alerta precoce sobre reparações necessárias no equipamento.
- Notificações automáticas sobre o cumprimento ou incumprimento de determinadas regras pelo utilizador.
- Melhoria na conceção e programação de tarefas para cada máquina.
- Redução dos custos de transporte e manutenção da frota.

4.2.3.5 Como começar

Os passos que deve seguir para adquirir o equipamento técnico necessário para implementar a Agricultura de Precisão são os seguintes:

1. O primeiro passo é adquirir um sistema de navegação GPS. Com este dispositivo, poderá mapear os seus campos e saber exatamente onde está a pulverizar, evitar aplicações duplas e reduzir significativamente os seus custos com matérias-primas
2. Em seguida, precisa adquirir ou converter o seu pulverizador e espalhador de fertilizantes para que possam ajustar automaticamente a quantidade (VRC) e as secções (controlo de secções).
3. Por fim, há as etapas de mapeamento da eficiência e medição de oligoelementos, plantas, etc.

Informações sobre equipamentos de tecnologia de agricultura de precisão, como pulverizadores, drones e veículos não tripulados que gerenciam todas as tarefas agrícolas, podem ser obtidas em várias fontes e empresas que fornecem tais máquinas, como <https://tractorgps.gr/>

4.2.3.6 Bibliografia e links úteis

1. «O que é agricultura de precisão e como os agricultores podem se beneficiar dela?» *Wikifarmer*. Acessado em 14 de julho de 2025.
2. «Agricultura de precisão – Benefícios e desafios.» *Wikifarmer*. Consultado em 14 de julho de 2025.
3. «Agricultura de precisão: uma aliada do manejo integrado de pragas nas culturas.» *Wikifarmer*. Acessado em 14 de julho de 2025.
4. «Sistemas coletivos de irrigação de precisão – Gestão da água de irrigação.» *Wikifarmer*. Consultado em 14 de julho de 2025.

5. «O que é agricultura de precisão e como os agricultores podem se beneficiar dela?» Wikifarmer. Acessado em 14 de julho de 2025.
6. «Agricultura de precisão – Benefícios e desafios.» Wikifarmer. Acedido em 14 de julho de 2025.
7. «Agricultura de precisão: uma aliada do manejo integrado de pragas nas culturas.» Wikifarmer. Acessado em 14 de julho de 2025.
8. «Sistemas coletivos de irrigação de precisão – Gestão da água de irrigação.» Wikifarmer. Acessado em 14 de julho de 2025.
9. Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). Uma visão geral dos sistemas de irrigação inteligentes usando IoT. *Energy Nexus*, 7, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>
10. Pothula, S., & Singh, A. K. (2022). Gestão precisa da água para irrigação — situação atual, âmbito e desafios. 18, 372–380.
11. Souza, S. A., & Rodrigues, L. N. (2022). Aumento da rentabilidade e potencial de economia de energia com o uso da irrigação de precisão. *Gestão da Água na Agricultura*, 270, 107730. <https://doi.org/10.1016/j.aqwat.2022.107730>
12. Escassez de água | Ameaças | WWF. (s.d.). Fundo Mundial para a Natureza. Recuperado em 28 de setembro de 2022, de <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>
13. FAO, 2017. O futuro da alimentação e da agricultura: tendências e desafios. Roma, Itália. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf> *Agricultura de precisão Irrigação de precisão*
14. Campos, J., Gallart, M., Llop, J., Ortega, P., Salcedo, R., & Gil, E. (2020). Avaliação na exploração agrícola da aplicação de pesticidas em taxas variáveis com base em mapas de prescrição em vinhas. *Agronomia*, 10(1), Artigo 1 <https://doi.org/10.3390/agronomy10010102>
15. Filho, F. H. I., Heldens, W. B., Kong, Z., & Lange, E. S. de. (2019). Drones: tecnologia inovadora para uso no manejo preciso de pragas. *Journal of Economic Entomology*, 113(1), 1–25. <https://doi.org/10.1093/jee/toz268>
16. Flórián, N., Jósmai, J. K., Tóth, Z., Gergőcs, V., Sipőcz, L., Tóth, M., & Dombos, M3.6

4.3 Culturas energéticas.

Nos últimos anos, tem havido um crescimento no cultivo de plantas a partir das quais podem ser produzidos biocombustíveis (culturas energéticas). Essas plantas incluem a cana-de-açúcar e o milho, a partir dos quais é produzido o bioetanol, e o girassol, a partir do qual é produzido o biodiesel.

As vantagens destas culturas são que proporcionam aos agricultores rendimentos significativamente mais elevados, reduzindo simultaneamente os custos de cultivo, os custos de transporte e a pegada ambiental. Outro aspeto positivo é que podem ser cultivadas em solos menos férteis,

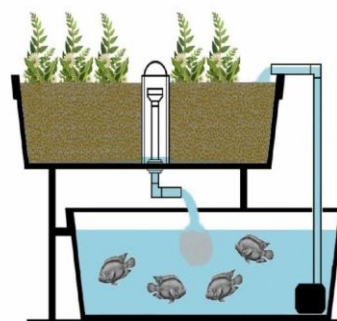


enquanto água de menor qualidade pode ser utilizada para irrigação. Por fim, as culturas energéticas perenes podem resolver o problema da erosão do solo, pois desenvolvem um extenso sistema radicular. Para mais informações, visite <https://imce.gr/pcontent/uploads/2017/04/Panagiotopoulos-Energeiakes-kalliergeies-sthn-ellada.pdf>.

4.3.1 Hidroponia.

Aquaponia, um ecossistema simbiótico.

A aquaponia combina a piscicultura (aquicultura) com o cultivo hidropónico de plantas num ciclo mutuamente benéfico. Os resíduos dos peixes fornecem nutrientes às plantas, que, por sua vez, purificam a água antes de ela retornar aos tanques dos peixes. As bactérias benéficas desempenham um papel vital, convertendo o amoníaco em nitratos que podem ser absorvidos pelas plantas. Este sistema de ciclo fechado é um excelente exemplo dos princípios da economia circular — reciclando eficazmente água e nutrientes, ao mesmo tempo que elimina o uso de fertilizantes químicos. A aquaponia utiliza até 90% menos água do que a agricultura convencional e produz proteínas e vegetais em sistemas compactos adequados para ambientes urbanos ou desérticos. (Aquaponia 2). Apesar destas vantagens, manter o equilíbrio do sistema requer conhecimentos técnicos tanto em aquicultura como em biologia vegetal.



Equipamento essencial para o funcionamento da aquaponia.

Componentes principais de um sistema de aquaponia

Um sistema típico de aquaponia consiste nos seguintes componentes:

Aquário:

Um recipiente para a criação de organismos aquáticos.

Canteiros:

O espaço onde as plantas são cultivadas, utilizando um dos vários métodos. **Biofiltro:**

Um componente crítico onde bactérias benéficas crescem para converter amónia em nitratos. Em alguns casos, esta função está incorporada nos próprios canteiros.

Bomba de água:

Faz circular a água entre o aquário e os canteiros.

Sistema de aeração:

Fornece oxigénio tanto aos peixes como às bactérias benéficas.

Vantagens da aquaponia

A aquaponia oferece várias vantagens ambientais e práticas em relação à agricultura convencional

Utilização eficiente da água:

Utiliza até 90% menos água do que a agricultura convencional, uma vez que a água é continuamente reciclada dentro do sistema fechado.

Fertilização natural:

Os resíduos são convertidos em fertilizante orgânico natural, eliminando a necessidade de fertilizantes químicos sintéticos [1].

Redução da eliminação de resíduos:

O sistema minimiza a poluição ambiental ao reutilizar os resíduos como nutrientes valiosos para as plantas.

Sem pesticidas:

O uso de pesticidas ou herbicidas químicos é geralmente incompatível com a saúde dos peixes, resultando em produtos limpos e seguros [1].

Altos rendimentos em espaços pequenos:

A aquaponia permite a produção intensiva de alimentos em ambientes urbanos ou em áreas com espaço limitado.

Desvantagens da aquaponia

Apesar das suas vantagens, também existem desvantagens, tais como

Custo inicial de instalação:

Construir um sistema fiável pode ser caro.

Conhecimento técnico:

É necessário compreender o equilíbrio entre a biologia dos peixes, a nutrição das plantas e a microbiologia.

Vulnerabilidade do sistema:

Uma falha na bomba ou uma queda de energia podem causar danos rápidos à população de peixes.

Equilíbrio do ecossistema:

Manter o equilíbrio certo entre a densidade dos peixes, a absorção das plantas e os níveis de nutrientes é fundamental para o sucesso do sistema.

4.3.2 Agricultura em ambiente controlado (CEA).

No centro de muitos sistemas agrícolas inovadores está a **agricultura em ambiente controlado (CEA)** – uma abordagem de alta tecnologia que regula a temperatura, a humidade, a iluminação e os níveis de CO₂ para otimizar o crescimento das plantas. (Agricultura em ambiente controlado (1). A CEA utiliza automação, sensores e inteligência artificial para gerir com precisão o ambiente e obter rendimentos consistentes.

Os benefícios da CEA incluem produção durante todo o ano, uso mínimo de pesticidas e eficiência significativa de recursos, usando até 95% menos água e terra. Além disso, a sua adaptabilidade permite a produção de alimentos em regiões urbanas, desérticas ou mesmo polares, aumentando a segurança alimentar global (Agricultura em Ambiente Controlado 2). Os principais desafios incluem altos custos de energia e variedade limitada de culturas, embora os desenvolvimentos contínuos em energia renovável e biotecnologia estejam constantemente a melhorar o seu potencial.

4.3.3 Conclusão.

A evolução do uso da terra agrícola é moldada pela inovação, tecnologia e consciência ecológica. As estratégias de agricultura de alta densidade e agricultura urbana fazem uso eficiente da terra limitada, a agricultura vertical e a CEA utilizam tecnologia avançada para otimizar a produtividade, e a hidroponia, a aeroponia e a aquaponia estão a transformar a produção de alimentos por meio de sistemas eficientes, sem solo e que economizam água. Coletivamente, estes métodos sinalizam uma mudança em direção a uma agricultura regenerativa e resiliente ao clima — uma agricultura que equilibra a segurança alimentar com a responsabilidade ambiental. À medida que a população global continua a crescer, estas inovações serão cruciais para transformar a agricultura num sistema sustentável tanto para as pessoas como para o planeta.

4.4 Agricultura urbana

Quando solicitadas a imaginar um agricultor, a maioria das pessoas imagina alguém a trabalhar num campo, cuidando de grandes ou pequenas parcelas de terra arável.

Mas o que é agricultura urbana? Vamos examinar mais de perto essa prática que é fundamental para os esforços modernos de sustentabilidade.

Não é segredo que as preocupações com as alterações climáticas estão a levar todas as indústrias a repensar a forma como operam, e a agricultura não é exceção. Como o transporte global e as cadeias de abastecimento contribuem significativamente para a pegada de carbono geral dos alimentos que consumimos, faz sentido buscar formas inovadoras de produzir mais alimentos mais perto dos centros urbanos. Isso pode parecer mais fácil do que é na prática, mas esse desafio está no cerne da prática crescente da agricultura urbana.



O que é agricultura urbana?

A agricultura urbana é definida como a prática de cultivar plantas, criar animais ou produzir alimentos em um ambiente urbano.

Embora a agricultura em áreas fora das terras agrícolas tradicionais possa parecer uma prática moderna, a agricultura urbana tem uma longa história. Os habitantes da antiga Mesopotâmia dedicavam terras ao cultivo, enquanto em tempos mais recentes, as «hortas da vitória» eram uma característica das cidades durante a Segunda Guerra Mundial. Nos últimos anos, a agricultura urbana tem sido o foco de atenção dos defensores da sustentabilidade agrícola e da justiça social, pois pode oferecer caminhos para mudanças positivas.

Mas como funciona a agricultura urbana? É razoável questionar como a agricultura pode prosperar em áreas repletas de betão e aço. Embora existam desafios práticos, é possível encontrar exemplos de agricultura urbana em espaços com potencial

inexplorado. Por exemplo, cada vez mais edifícios estão a ser projetados com infraestruturas para hortas comunitárias nos seus telhados. Outras práticas, como a agricultura vertical, podem transformar os espaços urbanos existentes em centros densos de produção agrícola.

4.4.1 Benefícios da agricultura urbana

Existem vários benefícios práticos da agricultura urbana. Vejamos alguns dos mais comuns.

- O transporte de alimentos em escala global requer muita energia. A agricultura urbana pode oferecer mais opções de abastecimento local.
- Práticas como a agricultura vertical permitem uma maior produção por metro quadrado.
- As atividades agrícolas urbanas podem utilizar espaços inativos, como armazéns, para benefício tanto dos residentes como dos urbanistas.

4.4.2 Hortas comunitárias – terrenos abandonados

As hortas comunitárias são geralmente o que a maioria das pessoas pensa quando pensa em agricultura urbana. São uma excelente oportunidade para as comunidades urbanas embelezarem e enriquecerem os seus bairros. Normalmente, não são maiores do que um lote urbano (muitas vezes espaços abandonados ou subutilizados) e são geridas por voluntários locais. Alguns municípios podem ter programas de financiamento, mas, em geral, a agricultura não é uma atividade remunerada.

Embora os benefícios de converter um terreno inativo numa horta comunitária vibrante sejam óbvios, também existem desafios. Dependendo do espaço, podem existir questões de zoneamento ou uso do solo. Além disso, infraestruturas como o acesso à água podem não estar prontamente disponíveis. A qualidade do solo também é uma questão, pois os poluentes urbanos podem infiltrar-se nas águas subterrâneas e afetar negativamente a sustentabilidade das culturas.

- **Quintas comunitárias**

Semelhantes em muitos aspetos às hortas comunitárias, as quintas comunitárias diferem por serem geridas por organizações sem fins lucrativos. Isto significa que são frequentemente geridas por voluntários e funcionários remunerados.

Essas organizações com orientação social geralmente têm como objetivo cultivar o amor pela natureza e oferecer programas educacionais para jovens. Assim como as hortas comunitárias, elas podem enfrentar desafios relacionados à infraestrutura, uso do solo, poluição e manutenção de uma base estável de voluntários.

- **Quintas comerciais**

Como empresas com fins lucrativos, as quintas comerciais buscam a máxima eficiência e redução de custos sempre que possível. As quintas urbanas comerciais estão mais frequentemente localizadas em ambientes fechados e utilizam técnicas de agricultura vertical para aproveitar ao máximo o espaço disponível. Com a rentabilidade como objetivo principal, elas geralmente se concentram na produção de produtos especializados e relativamente caros, que são procurados por empresas como restaurantes locais.

A viabilidade comercial é um grande desafio para estas unidades, sendo necessário um planeamento e marketing cuidadosos para garantir que os produtos produzidos atendam às necessidades específicas do mercado ou sejam vendidos a preços competitivos.

- **Aldeias inteligentes.**

As aldeias inteligentes são comunidades ou povoações em áreas rurais que utilizam soluções inovadoras para desenvolver a produção agrícola local e melhorar o nível económico, social e cultural dos seus habitantes.

As aldeias inteligentes beneficiam de parcerias e alianças com outras comunidades e organizações, outras áreas rurais ou áreas urbanas vizinhas para aproveitar as ferramentas de financiamento e es disponíveis em programas nacionais ou europeus, que visam fornecer formação contínua em:

- Aplicações digitais e tecnológicas úteis para usos agrícolas inovadores.
- Utilização da Internet das Coisas (IoT) e da Internet.
- Melhoria da qualidade de vida dos residentes.
- Planeamento de ações de curto, médio e longo prazo destinadas a desenvolver Aldeias Inteligentes através da utilização de recursos naturais, proteção ambiental e utilização do seu património cultural.

Capítulo 5

Formas de utilizar a inovação na agricultura

Quando utilizadas corretamente, as aplicações inovadoras da tecnologia podem trazer ideias inovadoras que criarão novas condições e uma espécie de «revolução» nas culturas e na agricultura.

Abaixo estão algumas ideias inovadoras que já estão a ser implementadas por agricultores em vários países.

5.1 Estufas inteligentes

As estufas inteligentes são instalações tecnologicamente avançadas que combinam práticas agrícolas tradicionais com tecnologia de ponta, criando um ambiente onde as culturas podem prosperar com o maior rendimento possível.

As estufas inteligentes estão equipadas com sensores, sistemas automatizados de



controle climático e métodos avançados de irrigação, permitindo aos agricultores monitorizar e ajustar as condições de cultivo em tempo real, garantindo que as plantas recebem o que precisam em todos os momentos.

A importância desta inovação vai além do simples rendimento das culturas e representa uma mudança em direção à agricultura sustentável que aborda os desafios das alterações climáticas, escassez de água, segurança alimentar e escassez de mão de obra.

Mas vamos dar uma olhada no que realmente é a Estufa Inteligente.

Imagine um espaço onde a temperatura, a humidade, os níveis de luz e a humidade do solo são constantemente monitorizados e ajustados em tempo real. Isto é conseguido através de uma rede interligada de sensores que recolhem dados e os introduzem em algoritmos sofisticados. Estes algoritmos analisam as condições e fazem ajustes precisos, tais como ativar sistemas de irrigação, ajustar o sombreamento ou regular a ventilação.

Além disso, as estufas inteligentes geralmente incorporam hidroponia ou aeroponia, permitindo métodos de cultivo sem solo que conservam água e maximizam o espaço. Com a integração da inteligência artificial, esses sistemas podem aprender com dados históricos, prever as melhores condições para o rendimento das culturas, tomar decisões informadas que aumentam a produtividade e minimizam o desperdício.

As estufas inteligentes podem ser geridas remotamente através de aplicações móveis, permitindo aos agricultores supervisionar as operações a partir de qualquer lugar do mundo. Esta combinação de tecnologia não só leva a uma maior eficiência e sustentabilidade, como também aborda os desafios prementes das alterações climáticas e da escassez de recursos.

As estufas inteligentes facilitam o cultivo durante todo o ano, permitindo que os agricultores cultivem independentemente das mudanças sazonais. Ao controlar o ambiente dentro da estufa, os agricultores podem produzir frutas e vegetais fora de época, explorando mercados lucrativos e atendendo à demanda dos consumidores quando os produtos frescos estão em falta. Essa capacidade está a posicionar cada vez mais os agricultores gregos como atores-chave no mercado agrícola europeu, fortalecendo a sua competitividade.

As informações baseadas em dados fornecidos por tecnologias de estufas inteligentes permitem que os agricultores tomem decisões informadas. Por meio de análises e monitoramento em tempo real, os agricultores podem identificar possíveis problemas antes que eles se agravem, como infestações de pragas ou deficiências de nutrientes. Essa abordagem proativa não só reduz as perdas de safra, mas também minimiza a necessidade de intervenções químicas, promovendo práticas agrícolas sustentáveis.

Em termos de eficiência laboral, as estufas inteligentes podem reduzir significativamente a necessidade de trabalho manual através da automação. Tarefas como rega, colheita e controlo climático podem ser realizadas com intervenção humana mínima, permitindo aos agricultores realocar a sua força de trabalho a outras áreas-chave das suas operações. Esta mudança não só aumenta a produtividade, como também resolve a escassez de mão de obra, uma preocupação comum no setor agrícola.

5.1.1 A tecnologia por trás das estufas inteligentes e o papel da educação

No momento da redação deste artigo, as principais fontes de suporte tecnológico para estufas inteligentes são as seguintes:

a. A Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel central nas estufas inteligentes, conectando vários sensores e dispositivos que monitorizam as condições ambientais em tempo real. Esses sensores monitorizam parâmetros vitais, como temperatura, humidade, humidade do solo e níveis de luz, fornecendo aos agricultores dados precisos para a tomada de decisões informadas. Usando a tecnologia IoT, os agricultores podem otimizar o uso de recursos, reduzindo o consumo de água e energia, ao mesmo tempo que garantem que as culturas recebam condições ideais de crescimento. Isso não apenas minimiza o desperdício, mas também contribui para a sustentabilidade geral das práticas agrícolas na região.

b. A Inteligência Artificial (IA) aumenta ainda mais a eficácia das estufas inteligentes, analisando os dados recolhidos dos dispositivos (IoT). Os algoritmos de inteligência artificial podem prever o rendimento das culturas, identificar doenças potenciais e recomendar intervenções com base em dados históricos e observações em tempo real. Esta capacidade preditiva permite aos agricultores tomar medidas preventivas, mitigando os riscos que podem levar à perda de colheitas. Além disso, a inteligência artificial pode ajudar a planear os calendários de plantação e maximizar o potencial

de rendimento, impulsionando, em última análise, o crescimento económico no setor agrícola.

c. A automação conecta essas tecnologias, aumentando a eficiência operacional nas estufas inteligentes. Os sistemas automatizados podem controlar a irrigação, a ventilação e as configurações climáticas com intervenção humana mínima, permitindo que os agricultores se concentrem em gestão e inovação de nível superior. Por exemplo, os sistemas de irrigação automatizados podem fornecer quantidades precisas de água com base em medições da humidade do solo, garantindo que as plantas recebam exatamente o que precisam, sem excesso de água. Esse nível de precisão não apenas melhora a saúde das culturas, mas também conserva recursos hídricos valiosos, um fator crítico no clima mediterrâneo.

As estufas inteligentes, com a integração de dispositivos (IoT), sistemas de controlo climático e análise de dados, exigem um novo nível de especialização. Os agricultores devem não só compreender como operar essas tecnologias, mas também como interpretar os dados que elas geram para tomar decisões informadas. É aqui que as iniciativas educacionais entram em jogo. As escolas agrícolas locais, universidades e programas governamentais devem fornecer formação direcionada que se concentre na aplicação prática destas ferramentas modernas. Workshops que combinam conhecimento teórico com experiência prática permitem que os agricultores experimentem tecnologias inteligentes em condições reais, promovendo uma cultura de inovação e adaptabilidade.

Além disso, a colaboração com empresas de tecnologia está a tornar-se cada vez mais comum à medida que surgem soluções de tecnologia agrícola. Os programas de formação incluem frequentemente contributos de especialistas do setor, proporcionando aos agricultores uma compreensão abrangente dos aspetos agrícolas e tecnológicos e da gestão inteligente de estufas. Ao abraçar a aprendizagem contínua, os agricultores não só melhoram a sua eficiência operacional, como também contribuem para o objetivo mais amplo da agricultura sustentável.

Ao convidar agricultores locais para participar de workshops e demonstrações, os desenvolvedores de estufas inteligentes podem mostrar os benefícios de técnicas avançadas de cultivo, como sistemas de irrigação automatizados, controlo climático e análise de dados. Essas oportunidades educacionais permitem que os agricultores compreendam como a tecnologia pode melhorar o rendimento, reduzir o consumo de recursos e, por fim, aumentar a rentabilidade. Além disso, os agricultores locais podem partilhar seus conhecimentos e práticas tradicionais, criando uma rica troca de ideias que enriquece a comunidade.

As partes interessadas, incluindo organizações agrícolas, agências governamentais e empresas locais, também desempenham um papel central neste ecossistema. As colaborações podem levar ao desenvolvimento de programas personalizados que abordam desafios regionais específicos, como gestão da água ou controlo de pragas. Com a participação ativa dessas partes interessadas, os projetos de estufas inteligentes podem ser alinhados com objetivos económicos mais amplos e iniciativas de sustentabilidade, garantindo que os benefícios da inovação sejam sentidos em toda a comunidade.

O impacto deste compromisso é profundo. Não só capacita os agricultores individuais, como também fortalece a economia local, criando empregos e promovendo o empreendedorismo. Iniciativas bem-sucedidas de estufas inteligentes podem inspirar novos empreendimentos comerciais, desde startups tecnológicas focadas em soluções agrícolas até mercados locais que oferecem produtos frescos.

5.1.2 Tendências futuras

Uma das tendências mais esperadas é a integração da inteligência artificial (IA) e da aprendizagem automática. Estas tecnologias permitirão que as estufas inteligentes analisem grandes quantidades de dados coletados por sensores incorporados em todo o ambiente de cultivo. Ao avaliar fatores como temperatura, umidade, umidade do solo e níveis de luz, os algoritmos de IA podem otimizar as condições de cultivo em tempo real, garantindo que as culturas recebam exatamente o que precisam para obter o máximo rendimento e qualidade. Esse nível de agricultura de precisão não só aumenta a produtividade, mas também minimiza o desperdício de recursos, alinhando-se perfeitamente com os objetivos de desenvolvimento sustentável de todas as sociedades.

Além disso, a integração de sistemas avançados de controlo climático será uma grande mudança. Usando dispositivos da Internet das Coisas (IoT), os produtores poderão monitorizar e ajustar as condições ambientais remotamente por meio de aplicativos para smartphones. Imagine um agricultor ajustando o clima da sua estufa a partir de um café à beira-mar, garantindo a temperatura e a humidade ideais para as suas culturas sem estar fisicamente presente. Essa flexibilidade não só aumentará a produtividade, mas também atrairá uma geração mais jovem de agricultores com conhecimentos tecnológicos para o setor.

As técnicas de agricultura vertical e os sistemas hidropónicos também devem conquistar os agricultores para as estufas inteligentes. Ao empilhar as plantas verticalmente e utilizar métodos de cultivo sem solo, estas inovações permitirão uma maior densidade de culturas, uma redução do uso da terra e ciclos de crescimento acelerados. À medida que as áreas urbanas continuam a expandir-se, estes sistemas podem ser particularmente benéficos para o fornecimento de produtos frescos a cidades densamente povoadas, reduzindo simultaneamente as emissões do transporte.

A próxima geração de estufas inteligentes provavelmente incorporará a tecnologia blockchain para rastrear os produtos desde a semente até à mesa. Este nível de transparência não só aumentará a confiança dos consumidores, mas também capacitará os agricultores, fornecendo-lhes informações valiosas sobre as tendências do mercado e as preferências dos consumidores.

Em conclusão, o futuro das estufas inteligentes tem um enorme potencial para a inovação agrícola e o crescimento económico. Ao adotar estas tecnologias emergentes, os agricultores podem esperar uma nova era de eficiência, sustentabilidade e rentabilidade.

Ao aplicar a análise de dados, os agricultores podem tomar decisões informadas que maximizam a produção e reduzem o desperdício, levando, em última análise, a uma

maior rentabilidade. Além disso, a capacidade de cultivar uma variedade de culturas ao longo do ano não só aumenta a segurança alimentar, como também abre novos mercados, tanto a nível nacional como internacional.

No entanto, a jornada para uma paisagem agrícola moderna requer um esforço coletivo. Os formuladores de políticas, as organizações agrícolas e os fornecedores de tecnologia devem trabalhar juntos para garantir que essas inovações sejam acessíveis a todos os agricultores. Programas de formação e incentivos financeiros podem desempenhar um papel fundamental na facilitação dessa transição, permitindo que até mesmo as menores empresas se beneficiem das tecnologias inteligentes para estufas.

Olhando para o futuro, a promessa da agricultura reside na sua capacidade de combinar práticas intemporais com soluções inovadoras. Ao adotar estufas inteligentes, os agricultores podem cultivar um setor agrícola resiliente que prospera em meio a desafios, impulsiona o crescimento económico e fornece produtos frescos e sustentáveis para os mercados locais e globais. Dessa forma, cada país não apenas garante o seu património agrícola, mas também planta as sementes para um futuro sustentável.

Imagine um modelo de agricultura que harmoniza tecnologia de ponta com práticas antigas. Ao incorporar sensores (IoT), sistemas de controlo climático () e análise de dados, as estufas inteligentes permitem que os agricultores monitorem e gerenciem as suas culturas com uma precisão sem precedentes. Essa abordagem proativa minimiza o desperdício, otimiza o uso de recursos e, em última análise, leva a rendimentos mais saudáveis. É uma situação vantajosa tanto para a economia quanto para o meio ambiente.

Mas essa transformação requer mais do que iniciativas individuais. Requer ação coletiva e um compromisso com a inovação em todos os níveis. Os agricultores devem ser incentivados a adotar esses métodos modernos por meio de programas de treinamento acessíveis e incentivos governamentais. Os formuladores de políticas devem priorizar o investimento em pesquisa e desenvolvimento, garantindo que o setor agrícola grego permaneça competitivo em escala global. Além disso, a colaboração entre empresas de tecnologia e especialistas em agricultura pode facilitar o desenvolvimento de soluções personalizadas que abordem os desafios únicos enfrentados pelos agricultores.

5.2 Sistemas de produção de energia agro-fotovoltaica para culturas abertas culturas e estufas

Quando falamos de agro-fotovoltaicos, referimo-nos a instalações onde as culturas permanecem ativas e os sistemas fotovoltaicos são concebidos para coexistir com a produção. Desta forma, protege-se a cultura e, ao mesmo tempo, produz-se energia que é útil para a cultura.

Os produtores não procuram tecnologia apenas por si só. Eles procuram resultados. Uma solução devidamente concebida pode proporcionar benefícios práticos, tais como

- um microclima mais estável, o que significa menos mudanças repentinas que causam stress às culturas
- melhor gestão da luz durante períodos de radiação intensa
- produção de energia na mesma terra com potencial para satisfazer as necessidades da unidade onde isso for tecnicamente e regulamentarmente viável
- risco de rendimento reduzido, porque não se depende de uma única fonte de rendimento.

Mais importante ainda, não estamos a falar de mais um custo. Estamos a falar de uma opção que pode funcionar como uma «rede de segurança» contra a volatilidade quando essa volatilidade começa a afetar os rendimentos.

a. Agro-fotovoltaicos, para culturas a céu aberto

Trata-se de painéis fotovoltaicos elevados sob os quais existem fileiras de culturas agrícolas. Normalmente são colocados a uma altura de até 5 metros, com várias culturas a crescer por baixo. A distância entre os painéis fotovoltaicos é geralmente de 4 metros, para que as máquinas agrícolas possam passar entre eles.



- Em culturas a céu aberto, o valor da agrofotovoltaica reside no facto de atuar como uma ferramenta para estabilizar o microclima.
- Eles podem reduzir a intensidade da radiação durante as horas de pico no verão, limitando assim o stress térmico.
- Podem ajudar a manter condições mais estáveis perto do solo, o que é importante quando o clima se torna mais extremo e imprevisível.
- Ao mesmo tempo, o produtor ganha produção de energia na mesma terra, o que aumenta a resiliência da renda agrícola.

O importante aqui é saber qual é a quantidade certa de sombra e permeabilidade. Não existe uma solução única para todos. A escolha certa é feita com base na cultura e no clima da região. Veja <https://wattcrop.com/>

Combinar fontes de energia renováveis com a agricultura na mesma terra arável traz benefícios significativos. Os painéis fotovoltaicos protegem as culturas de condições

climáticas extremas, calor excessivo, geada, granizo, etc., e ajudam a manter a humidade do solo.

A agro-fotovoltaica (Agri PV ou agrivoltaica) oferece uma solução prática porque combina o cultivo e a produção de energia solar na mesma terra. Ao integrar estruturas fotovoltaicas acima das culturas, o sistema influencia o microclima em torno das plantas, ajudando a «mitigar» as flutuações extremas de temperatura.

A agro-fotovoltaica ajuda a reduzir o risco de geada através de diferentes mecanismos. As superfícies elevadas atuam como um «escudo térmico», limitando a perda de calor durante a noite. Ao mesmo tempo, o sistema pode influenciar a exposição ao vento, que muitas vezes acelera a queda da temperatura perto do nível das culturas. Além disso, a mudança do microclima ajuda a reduzir choques térmicos repentinos, dando à planta mais tempo para se adaptar.

Ao contrário dos métodos temporários de controlo de geadas, a agro-fotovoltaica oferece uma contribuição contínua e passiva, sem consumo adicional de energia ou necessidade de intervenção manual para "funcionar".

Os benefícios da agrofotovoltaica não se limitam à geada. O sombreamento parcial pode reduzir o stress térmico durante os meses de verão, melhorar a eficiência do uso da água e estabilizar as condições de cultivo ao longo da estação. Isso leva a um ambiente mais «calmo» para a planta e maior consistência na produção agrícola.

Ao mesmo tempo, o produtor ganha acesso à produção de energia limpa no local. A eletricidade gerada pode apoiar as operações, reduzir os custos de energia ou fornecer um fluxo adicional de valor, dependendo do modelo aplicado. Isso aumenta a resiliência económica, mantendo a atividade agrícola no centro.

Da mesma forma, as culturas ajudam os painéis porque a humidade que produzem aumenta a sua eficiência. Ao mesmo tempo, os custos de gestão das culturas são reduzidos e o risco de incêndio é bastante reduzido, pois a área fica livre de erva seca.

b. Agro-fotovoltaicos em estufas



A agro-fotovoltaica pode ser instalada nos telhados das estufas, cobrindo parte deles, ao mesmo tempo que produz a energia necessária para o funcionamento da estufa. Nas estufas, o objetivo não é simplesmente instalar um painel, mas manter o controle do ambiente de cultivo. Uma estufa é um sistema que funciona com luz, temperatura, humidade e ventilação. Portanto, a solução deve ser compatível com todos esses fatores.

Aqui, a geração de energia assume uma importância particular, porque as necessidades energéticas das estufas aumentam significativamente, especialmente durante os meses de verão. O arrefecimento e a manutenção de temperaturas aceitáveis dependem frequentemente do funcionamento contínuo de equipamentos como sistemas de refrigeração, que consomem eletricidade durante muitas horas por dia.

Nas estufas onde metade da sua área superficial foi coberta com painéis fotovoltaicos, a produção agrícola diminuiu 64%, mas isso foi compensado pela geração de eletricidade.

A desvantagem dos painéis absorverem parte da radiação solar é eliminada pelo uso de "painéis fotovoltaicos transparentes", que são fabricados com materiais inovadores que permitem a passagem da luz visível e melhoram o crescimento das plantas ao:

- Conversão da radiação ultravioleta no espectro vermelho, que é mais favorável à fotossíntese.
- Criar um microclima favorável, aumentando a produção de biomassa em até 50%.

Os painéis fotovoltaicos translúcidos permitem que a luz necessária para o cultivo passe, ao mesmo tempo que produzem energia. E o ponto crucial é que a transparência não é a mesma em todos os casos. Ela é ajustada com base no tipo de cultura. Isso torna a solução aplicável em muito mais cenários do que se poderia imaginar, como "os painéis vão escurecer a minha estufa".

O aumento do rendimento das culturas foi demonstrado em certas culturas, tais como: Manjerição - Brócolos - Aipo - Milho
Alface - Batata - Espinafre - Tomate

A agro-fotovoltaica pode oferecer um duplo uso da terra: preservação das culturas e produção paralela de energia. Além disso, pode ajudar a estabilizar as condições no campo ou na estufa, o que é valioso quando o clima se torna mais extremo e imprevisível. Ao mesmo tempo, melhora o rendimento das culturas graças à nanotecnologia da Brite. Além disso, em campos abertos, recolhe água da chuva para o agricultor usar na irrigação, reduzindo os níveis de evaporação.

5.2.1. O que os agricultores devem saber antes de decidir usar a energia fotovoltaica?

O erro que a maioria das pessoas comete é começar com a pergunta «Quantos quilowatts devo instalar?»

Para uso agrícola, a sequência correta de perguntas é:

1. O tipo de cultura e a meta de produção.
2. Qual é o microclima da área e as necessidades do campo ou da estufa?
3. Escolher a tecnologia adequada para a cultura específica e os requisitos de luz.
4. Se for uma cultura em campo aberto, a altura adequada para instalar os painéis e a sua disposição no espaço.
5. Custos de construção e benefícios económicos. Lembre-se de que a instalação é adaptada à produção e não o contrário.

5.3. Assistência à polinização



Muitas culturas arbóreas enfrentam problemas de frutificação devido à fertilização deficiente causada por condições ambientais adversas, que são criadas e intensificadas a cada ano pelas alterações climáticas.

Condições meteorológicas adversas criam vários problemas de polinização em pomares, tais como dificuldade ou incapacidade total das abelhas de voar ou estar ativas durante a floração (por exemplo, ventos fortes, chuvas intensas, temperaturas invulgarmente baixas, etc.), uma redução drástica no tempo em que o pólen é receptivo nas pétalas das flores (por exemplo, seca, altas temperaturas, etc.), danos à viabilidade do pólen (por exemplo, lavagem pela chuva, secagem devido a temperaturas invulgarmente altas, etc.), destruição do material pegajoso no estigma onde o grão de pólen adere (por exemplo, ventos invulgarmente quentes, chuvas fortes, etc.), inibição da germinação ou crescimento do tubo polínico (por exemplo, temperaturas superiores ou inferiores aos limites seguros, etc.) e muitos outros. Deve-se acrescentar também que a extrema instabilidade das condições climáticas na primavera, do frio ao calor e vice-versa, causa problemas com a floração assíncrona das variedades principais e polinizadoras ou das variedades de polinização cruzada

dentro do mesmo pomar. Devemos também mencionar um fenómeno que ocorre com frequência, devido à rigidez de todo o sistema de comercialização de material genético, nomeadamente a existência de uma variedade polinizadora inadequada ou a sua completa ausência. Todos os fatores acima mencionados criam problemas de polinização deficiente, redução da frutificação e, naturalmente, redução da produtividade das árvores.

Um método que está a ganhar terreno em países avançados em arboricultura (por exemplo, Itália, Chile, etc.) é auxiliar a polinização pulverizando pólen a partir de UAVs (Veículos Aéreos Não Tripulados), comumente conhecidos como drones. Note-se que este método é complementar aos métodos tradicionais de polinização, como a colocação de abelhas no campo; não substitui as abelhas ou outros insetos polinizadores, e o pólen é aplicado em paralelo com a presença de colmeias e es no pomar (Foto 1) e não ameaça de forma alguma a apicultura. Simplesmente fornece assistência adicional à polinização das culturas utilizando métodos naturais.

A verdade é que o método ainda está a ser continuamente aperfeiçoado, com estudos sobre as condições de aplicação e resultados, bem como o retorno económico. Também surgem questões e preocupações, tais como:

O pólen congelado do ano anterior é suficientemente eficaz, ou é melhor usar pólen fresco do mesmo ano de variedades de floração mais precoce do que das culturas hospedeiras?

Os requisitos materiais e técnicos e o custo da recolha de pólen, que é um processo delicado e demorado, podem ser compensados pelo aumento esperado na produção? É recomendável que o método também seja aplicado a variedades autoférteis que produzem naturalmente frutos suficientes, sem afetar o tamanho final?

São necessárias aplicações repetidas e, em caso afirmativo, quantas e quando é melhor aplicá-las? E muitas outras questões.

As avaliações positivas iniciais indicam, em alguns casos, um aumento de até 20% na produção (em várias culturas) ou mesmo uma produção normal em anos com condições climáticas adversas para a polinização.

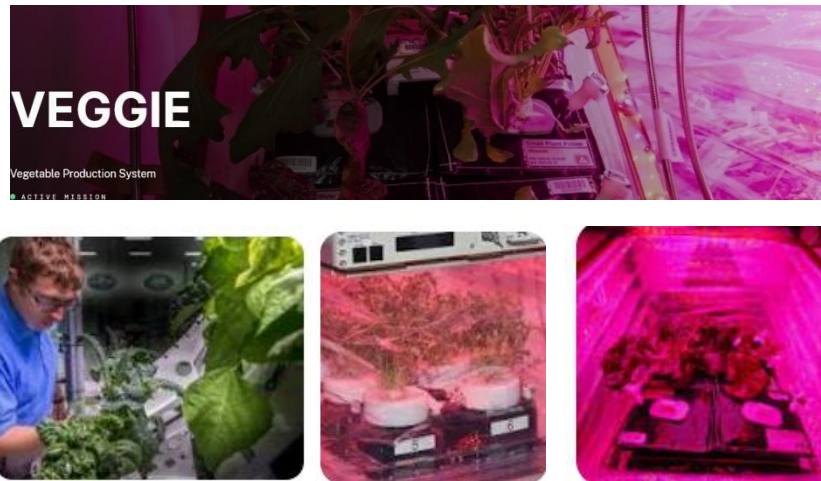
Capítulo 6

Boas práticas

1. Programa Veggie da NASA

Este é um programa de produção de vegetais da NASA que foi implementado na Estação Espacial Internacional para uso dos astronautas desde 2014, com o objetivo de fornecer vegetais frescos durante missões de longa duração.

Para mais detalhes, visite: <https://science.nasa.gov/mission/veggie/>



2. Aerofarms (Nova Jérсия e Virgínia)

Uma das maiores instalações de agricultura vertical do mundo Utiliza sistemas hidropônicos e aeropônicos para cultivar vegetais.

Produz até 390 vezes mais produtos por metro quadrado em comparação com os métodos agrícolas tradicionais.

Para mais detalhes, visite:

<https://www.aerofarms.com/store-locator/>



3. Fazenda Bustanica em Dubai (EAU)

Fundada em 2022 numa enorme estufa de 31 000 m², produz 1000 toneladas de vegetais de alta qualidade por ano com o mínimo de água e solo. A produção ocorre em torres de vários andares com até 12 metros de altura.

Para mais detalhes, visite:

<https://www.hdrinc.com/au/portfolio/bustanica-emirates-crop-one-vertical-farm>



4. Aspasia Pastrikou: - Grécia

De Londres para a ilha de Kos e o cultivo de frutas tropicais e ervas



As frutas tropicais de Kos e ervas como orégãos, tomilho e salva marcam o início da jornada de Aspasia Pastrikou na agricultura. Deixando para trás a sua vida no estrangeiro, ela regressou à sua cidade natal, Kos, em 2021, para ver como era a vida na ilha.

Em 2024, decidiu envolver-se na produção de produtos e, hoje, conseguiu produzir o seu primeiro pequeno lote de ervas aromáticas. Ela estima que, em março de 2025, os seus produtos estarão prontos para serem embalados com o logótipo «Votanima». «Estudei engenharia mecânica e morei na Inglaterra por oito anos, trabalhando para grandes empresas. Depois, voltei para a Grécia, onde também trabalhei para uma grande empresa, a , na minha área. Em 2021, porém, decidi voltar para Kos. Lá, percebi

que todo o estilo de vida dos moradores é voltado para o turismo. Isso me deu o impulso inicial para fazer algo diferente», descreve Aspasia à «YX».

Enquanto tentava encontrar o seu lugar na ilha, criou uma horta para uso próprio. «O processo de ver a semente transformar-se em alimento fascinou-me e, assim, a ideia de cultivar começou a tomar forma na minha mente. Ao mesmo tempo, descobri o programa Equal do Piraeus Bank para mulheres na agroalimentar, no qual participei. Lá, tivemos uma aula sobre plantas aromáticas, e pensei comigo mesma que estava na ilha de Hipócrates e não tínhamos as nossas próprias ervas. Então, decidi investigar mais a fundo, e foi assim que comecei», salienta.

Ela entrou em contacto com pessoas que tinham começado a cultivar ervas na ilha, mas não conseguiram continuar devido a outros compromissos, então ela assumiu os campos. Ao mesmo tempo, ela aproveitou as terras que a sua família tinha disponíveis.

Cultivo de frutas tropicais

Com raízes australianas e tendo visitado o país várias vezes, Aspasia inspirou-se para tentar cultivar frutas tropicais em Kos. Como ela explica: «Pensei que o tempo está a mudar devido às alterações climáticas e que devemos adaptar-nos e experimentar outras culturas que possam beneficiar dessa mudança. Tendo vivido na Austrália e com memórias de frutas como mangas, que prosperam lá, decidi experimentá-las. Até agora, as culturas estão a correr muito bem. Sobreviveram ao inverno sem problemas. Neste momento, estou a cultivar 13 tipos diferentes. Alguns deles são mangas, papaias, ananases, lichias, carambolas, maracujás, dois tipos diferentes de goiabas e pitayas. Existem outros produtores em Kos que cultivam estes tipos de frutas, o que é bom para mim, porque parece que estes produtos prosperam tanto em Kos como no resto do Dodecaneso.

Plantação complementar

Aspasia está atualmente na fase de planeamento do seu negócio porque, como ela explica, «este ano, tive a minha primeira pequena colheita da minha horta de ervas aromáticas. Estou constantemente a tentar ler sobre o assunto, porque requer esforço e aprendizagem constantes, uma vez que não tenho formação agrícola. Estimo que a embalagem estará pronta em março de 2025».

Ela também recebeu assistência por ter participado no programa de Desenvolvimento Agrícola da Organização Nova Agricultura Nova Geração, bem como no programa EWA para o empoderamento das mulheres no setor agroalimentar, organizado pela EIT-FOOD. Na segunda competição, Aspasia conquistou o segundo lugar e o prémio de 5000 euros.

Como ela mesma salienta, «esta distinção fez-me sentir mais confiante na minha atividade e na minha ideia de aplicar o método de plantação complementar, que se baseia na agricultura regenerativa e na agrossilvicultura (). Pela pesquisa que fiz, parece adequar-se tanto à área como às espécies que pretendo combinar, uma vez que pode ser aplicado quando há vegetação baixa e alta.»

Planos para o futuro

Os próximos planos de Aspasia são aumentar o cultivo de ervas, enquanto os seus planos imediatos são criar o seu próprio workshop. Por fim, com o prémio em dinheiro do concurso EWA, ela investirá em agricultura de precisão, especificamente em sensores de solo, pois, como ela salienta, «a temperatura e a humidade

desempenham um papel muito importante. A água também é preciosa, por isso, tanto quanto possível, quero controlar o que vai para o campo, para que seja apenas o necessário, nada mais.»

5. Dimitra Spiliopoulou - Grécia

Um olival histórico na era da agricultura inteligente



Dimitra Spiliopoulou gere uma quinta de oliveiras que remonta a 1860, localizada na zona de Amaliada, em Ilia. Recentemente, decidiu participar no projeto «Agricultura com Inteligência» – Transformação Digital do Setor Agrícola, implementado pelo Ministério do Desenvolvimento Rural e Alimentação, com os contratantes NEUROPUBLIC, o Grupo OTE e a agência de publicidade SKARMUTSOS GEORGIOS, e partilha connosco a sua experiência.

Fale-nos um pouco sobre si...

Comecei em 2012 com seminários no Instituto de Ciências Agrícolas sobre o cultivo de plantas aromáticas, olivicultura, apicultura e apiterapia, e depois sobre a preparação de cosméticos à base de ervas. Candidatei-me imediatamente para converter um terreno familiar abandonado em terra orgânica e, em 2012, plantei um olival, que agora tem cerca de 1000 oliveiras.

Os meus estudos em biologia e a minha experiência geral no ensino de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade (17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ONU 2015-2030) levaram-me à Agricultura Regenerativa, na qual serei certificado como especialista este ano. Como resultado, o olival agora abriga uma vinha com uma variedade rara de Zakynthian que eles estão a tentar reviver, bem como plantas que são inimigas naturais da mosca da azeitona, como tomilho, árvores de mastique e alfarrobeiras.

As árvores de fruto, a horta, os carvalhos centenários e as áreas não cultivadas completam a estrutura de permacultura e agora atraem visitantes. São-lhes oferecidas visitas guiadas e informações sobre todos os aspetos da gestão sustentável

da terra, bem como degustação de azeite e harmonização de alimentos com o premiado azeite extra virgem orgânico DIA ELIS que produzimos.

Acredita na agricultura inteligente?

Qual foi o seu primeiro contacto com o projeto «Agricultura com Inteligência»?

A agricultura inteligente é absolutamente essencial para realizar intervenções direcionadas que levem a uma melhoria da produção em termos de quantidade e qualidade e à conservação dos recursos naturais e económicos. O meu primeiro contacto com o projeto «Agricultura com Inteligência» foi durante a instalação da Estação de Recolha de Dados no olival. Acompanhei o processo do início ao fim e achei-o muito interessante. Trabalhei em harmonia com os técnicos porque queria que fosse colocada num local que fosse visível tanto para os visitantes em visitas guiadas como a partir da nova estrada nacional Patras-Pyrgos, mas que ao mesmo tempo fosse adequada para a recolha dos dados necessários.

O que espera ganhar com os dados que estarão imediatamente disponíveis?

Em primeiro lugar, os dados ajudar-nos-ão a compilar um registo detalhado das condições meteorológicas prevalecentes no olival durante cada época de cultivo. Isto orientará as intervenções a realizar (regadio, fertilização, plantação, etc.) e resultará numa produção otimizada e numa redução dos custos.

Acha que a experiência e o know-how do produtor podem ser combinados com sistemas agrícolas inteligentes, ou eles se anulam mutuamente?

Podem e devem ser combinados! É certo que, na maioria dos casos, o know-how confirma a experiência adquirida da maneira certa e com respeito pela natureza!

6. Christos Mylonas - Grécia

Ervas da Magnésia são colocadas em cápsulas de café



O aroma do chá era uma memória de infância que agora se tornou a sua profissão, dando continuidade a uma tradição familiar de 50 anos que evoluiu para um negócio inovador. Esta é a história de Christos Mylonas, da aldeia de Vryna, na Magnésia, construída no Monte Othrys e famosa pelo cultivo de chá. O agricultor de 31 anos cultiva agora 200 acres de chá da montanha, orégãos, salva, verbena-limão, hortelã e muito mais.

Como ele mesmo afirma na «AgroΚΟΣΜΟΣ», «Vryna foi a primeira aldeia da Grécia onde se cultivou chá da montanha e continua a ser a principal cultura dos habitantes até hoje». Christos dá continuidade ao cultivo dos seus avós, desenvolvendo-o e embalando o chá da montanha para que o seu aroma possa chegar aos mercados estrangeiros. Ele também é membro de uma equipa inovadora que coloca ervas gregas em cápsulas Nespresso, oferecendo aos consumidores uma nova forma de as apreciar.

Christos também pertence a um grupo de cinco pessoas que estão a inovar ao colocar ervas gregas em cápsulas compatíveis com máquinas Nespresso, sob o nome «OTHRYS HERBS».

Exportações

Christos cultiva a sua terra de forma biológica e, juntamente com a sua família, conseguiu criar uma unidade de embalagem. «Embalamos orégãos e chá da montanha em embalagens pequenas para uso doméstico e embalagens grandes para distribuição a restaurantes.

Através destes processos, conseguimos acrescentar valor aos nossos produtos e visar outros mercados», salienta. Os produtos da empresa () podem ser encontrados na

Grécia, tanto na região de Almyros como em Atenas. Como diz Christos, «90% da nossa produção é exportada para países como os EUA, Alemanha, França, Itália, Canadá e, em quantidades menores, para o Japão, Lituânia e Polónia. Temos clientes regulares, pois há procura, e outros são adicionados ao longo do tempo».

Cápsulas de ervas... em máquinas de café

O agricultor de 31 anos também pertence a um grupo de cinco pessoas que estão a inovar ao colocar ervas gregas em cápsulas compatíveis com máquinas Nespresso, sob o nome «OTHRYS HERBS». «Após horas de discussão, tivemos a ideia de criar cápsulas que não contivessem café, mas sim ervas da nossa região», diz Christos.

Ele explica que a equipa foi formada como parte do programa «Nova Agricultura para a Nova Geração». «Participei com um amigo meu num dos seminários realizados na área de Almyros sobre plantas aromáticas. Após o seminário, cinco pessoas que se destacaram foram selecionadas para criar um produto inovador. Sabíamos que a nossa região é famosa pelo seu chá da montanha e outras plantas aromáticas, e estávamos a pensar em como poderíamos criar um novo produto. Um membro da equipa sugeriu cápsulas e, após realizar uma pesquisa de mercado, percebemos que não havia nada semelhante com ervas gregas», conclui.

7. Bariş ARSAL – Turquia



Bariş ARSAL é o fundador e proprietário de uma empresa inovadora de estufas que produz alface crespa numa área de 1070 m². Localizada em Adana, Çukurova, a sua empresa Arsal Agricultural Products desenvolveu um modelo de produção notável, com um sistema de agricultura sem solo em circuito fechado e um modelo de energia partilhada. Como jovem engenheiro agrícola e empreendedor, Bariş partilha a sua experiência connosco.

Fale-nos um pouco sobre si...

Sou engenheiro agrícola e, na empresa que fundei em 2025, utilizo um sistema de cultivo hidropónico (sem solo) em circuito fechado (recirculação). Graças a este sistema, reciclamos água continuamente, com apenas 5% de perda por evaporação, o que se traduz numa poupança de água de 95%. Monitorizamos e otimizamos parâmetros críticos dentro da estufa e, como temperatura, humidade e pH, em tempo real, utilizando sensores IoT. Fornecemos toda a nossa produção anual de 100 000 cabeças de alface ao mercado interno. Satisfazemos as nossas necessidades energéticas utilizando o sistema de energia solar de uma fábrica vizinha, implementando um modelo de energia partilhada.

**Acredita na agricultura inteligente?****Qual foi o seu primeiro contacto com o projeto «Agricultura com Inteligência»?**

A minha introdução à agricultura inteligente vem do meu trabalho académico e da minha tese de graduação no Departamento de Horticultura da Universidade Çukurova, em Adana. Durante esse período, a minha pesquisa sobre eficiência de recursos e sistemas de ambiente controlado mostrou claramente que os métodos tradicionais seriam insuficientes diante da escassez de água e das alterações climáticas. Vendo o potencial da IoT e dos sistemas de ciclo fechado, decidi estabelecer um negócio neste campo após a graduação. Como jovem agricultor, estou entusiasmado por transformar o conhecimento teórico em prática e criar um modelo sustentável e focado nos recursos.

O que espera ganhar com os dados que estarão imediatamente disponíveis para si?

Os dados da IoT permitem-nos gerir o processo de produção inteiramente com base em dados. Por exemplo, podemos ajustar a solução nutritiva instantaneamente, observando as alterações de pH, e minimizar o stress das plantas, prevendo antecipadamente as flutuações de temperatura e humidade. Isto significa uma

qualidade mais consistente, menor consumo de recursos e rendimentos mais elevados. Além disso, graças a esses dados, podemos calcular os nossos custos de produção com mais precisão e planejar em conformidade.

Acha que a experiência e o know-how do produtor podem ser combinados com sistemas agrícolas inteligentes ou eles se anulam mutuamente?

Eles devem absolutamente ser combinados! Como engenheiro agrícola, conhecer a fisiologia das plantas e os princípios de cultivo é a chave para usar a tecnologia no lugar certo e da maneira certa. Para interpretar os dados de umidade de um sensor, é preciso entender as necessidades da planta. Quando a experiência e a tecnologia se unem, não só a produtividade aumenta, mas também surge um modelo agrícola sustentável, flexível e resistente às mudanças climáticas. Na minha opinião, as ferramentas de agricultura inteligente são auxiliares que aprimoram a observação e a intuição do agricultor.

8. Abdullah KÖYMEN - Turquia



Abdullah Köymen é o Diretor de Operações da Leoberry Agricultural Enterprise, uma estufa de morangos sem solo de alta tecnologia com 165 decares em Adana. Abdullah supervisiona a integração de um sistema de controlo de estufas baseado em IoT e uma central solar de 150 kWp nas instalações. Ele partilha a sua experiência connosco.

Fale-nos um pouco sobre si...

Na Leoberry Agricultural Enterprise, operamos uma estufa de produção de morangos sem solo que foi inaugurada em 2025, cobrindo 16,5 hectares. Usamos uma combinação de sistemas hidropónicos e aeropónicos. Graças à nossa rede de sensores

IoT, monitorizamos continuamente os parâmetros da estufa, como temperatura, humidade, radiação e níveis de solução nutritiva, e podemos fazer intervenções em tempo real através de uma aplicação móvel e de um painel de controlo central. Com uma capacidade de produção anual de 1500 toneladas, exportamos para os mercados doméstico e internacional. Além disso, a nossa central solar de 150 kWp no telhado satisfaz aproximadamente 70% das necessidades energéticas para irrigação, armazenamento a frio e sistemas de controlo climático.

Acredita na agricultura inteligente?

Qual foi o seu primeiro contacto com o projeto «Agricultura com Inteligência»?

Na gestão agrícola moderna, os sistemas inteligentes já não são um luxo, mas um investimento necessário para a eficiência e a sustentabilidade. Na Leoberry, operamos com essa mentalidade desde o início. A nossa empresa foi financiada por meio de um crédito agrícola a juros baixos concedido pelo Ministério da Agricultura e Florestas e, desde a fase de planeamento do investimento, a infraestrutura de IoT e a integração de energia renovável estavam entre as nossas principais prioridades. Juntamente com a nossa equipa técnica, projetamos um sistema que maximiza a eficiência da produção e a economia de energia.

O que espera ganhar com os dados que estarão imediatamente disponíveis?

Os dados recolhidos através da IoT não só proporcionam um controlo imediato, como também moldam as nossas estratégias de produção a longo prazo. Os dados históricos sobre o microclima da estufa facilitam muito o planeamento para as épocas futuras. Ao otimizar os calendários de irrigação e fertilização, reduzimos o consumo de água e melhoramos a saúde das plantas. Além disso, graças a este fluxo de dados digitais, podemos cumprir facilmente os requisitos de rastreabilidade e certificação exigidos especialmente nos mercados de exportação.

Acha que a experiência e o know-how do produtor podem ser combinados com sistemas agrícolas inteligentes ou que se anulam mutuamente?

Com certeza. Na verdade, sem essa integração, é muito difícil alcançar uma eficiência real. A nossa experiência de campo e capacidade de interpretar o comportamento das plantas ajudam-nos a compreender os dados brutos fornecidos pela tecnologia. Por exemplo, reconhecemos os sinais de stress numa planta de morango através da experiência, mas com os dados da IoT, podemos identificar quais os parâmetros ambientais que estão a causar esse stress e tomar medidas rápidas. Em última análise, a sinergia entre o conhecimento acumulado e a tecnologia melhora tanto a qualidade da produção como a competitividade da empresa.



9. Gülbin EREN & Yusuf Kenan EREN - Turquia



Yusuf Kenan Eren concluiu a sua licenciatura na Faculdade de Agricultura da Universidade de Çukurova e ingressou no setor como engenheiro agrícola, fundando a Erenler Tarım Ltd. Şti. em 1994. Eren, que há 26 anos realiza atividades agrícolas nas terras férteis de Çukurova e emprega agricultores locais, iniciou a sua primeira experiência de produção em 2006, num terreno considerado árido na aldeia de Küçükçınar.

Ele partilha o seguinte princípio orientador:

«Os frutos precisam do sol para crescer, os jovens precisam de conselhos para amadurecer. E ambos precisam de tempo para amadurecer.»



Com foco na produção de romãs e azeitonas, Eren iniciou um processo de produção de longo prazo, plantando 4.500 oliveiras (variedades Ayvalık e Trilye) e 1.000 mudas de romã (variedades Hicaz e Wonderful). Com o aumento do rendimento ao longo do tempo, juntamente com a sua esposa Gülbın Eren, fundou a Yusuf Kenan Eren Agricultural Enterprise e lançou uma instalação de processamento boutique para azeite e melaço de romã com uma capacidade diária de 50 toneladas de azeitonas. A característica mais distintiva da empresa é a sua produção boutique de alta qualidade e a posse de inúmeros prémios de qualidade nacionais e internacionais. Em 2022, desenvolveu um modelo pioneiro com um sistema de energia solar de 70 kWp que satisfaz tanto as necessidades de irrigação por gotejamento dos pomares como os requisitos energéticos da unidade de processamento. Ele partilha a sua experiência connosco.

Fale-nos um pouco sobre si...

Operamos pomares de oliveiras e romãzeiras e uma fábrica de processamento com capacidade diária de 50 toneladas de azeitonas para a produção de azeite e melaço de romã na nossa quinta familiar. A característica mais fundamental do nosso negócio é o nosso compromisso com a produção boutique de alta qualidade, uma abordagem que foi coroada com muitos prémios nacionais e internacionais de qualidade. A central solar de 70 kWp que criámos em 2022 constitui agora o coração da nossa operação. Este sistema satisfaz 100% das nossas necessidades energéticas para irrigação gota a

gota no inverno e 80% no verão. O mesmo sistema também cobre totalmente a procura de eletricidade das nossas instalações de processamento, eliminando a nossa dependência dos combustíveis fósseis.

Acredita na agricultura inteligente?

Qual foi o seu primeiro contacto com o projeto «Agricultura Inteligente»?

A agricultura inteligente não se resume a sensores e software; trata-se, acima de tudo, de uma infraestrutura energética limpa, sustentável e ininterrupta. Para nós, o caminho para a agricultura inteligente começou com a energia solar. Controlar os custos energéticos e reduzir a nossa pegada ambiental foi um passo fundamental que abriu caminho para qualquer investimento em tecnologia avançada. Ao estabelecer este sistema, considerámos os processos de irrigação e processamento como um todo e concebemo-lo para alcançar a autonomia energética.

O que espera ganhar com os dados que estarão imediatamente disponíveis?

O nosso sistema de energia solar fornece dados valiosos sobre o equilíbrio entre produção e consumo. Podemos acompanhar em tempo real a quantidade de energia que produzimos, a quantidade que usamos para irrigação e o consumo na fábrica de processamento. Esses dados nos orientam a usar a energia da maneira mais eficiente. No futuro, ao adicionar sistemas de IoT, como sensores de umidade do solo ou condições climáticas, a essa infraestrutura, pretendemos usar a energia não apenas para consumo, mas também para tomar decisões inteligentes de produção.

Acha que a experiência e o know-how do produtor podem ser combinados com sistemas agrícolas inteligentes ou que se anulam mutuamente?

Eles definitivamente combinam e até criam uma sinergia magnífica. Meu conhecimento como engenheiro agrícola e minha experiência nessas terras têm sido minha bússola para decidir onde, como e quando integrar a tecnologia. Por exemplo, eu sei quando as oliveiras estão mais sensíveis; a tecnologia me mostra como irrigar de forma mais eficiente e econômica durante esse período. A experiência nos diz o "porquê" e a tecnologia nos diz "a melhor maneira" de fazer isso. Quando os dois se unem, surge uma empresa agrícola sustentável, lucrativa e resiliente ao futuro.

10. Gestão Sustentável da Água e Rega de Precisão no Alentejo – Portugal

A região do Alentejo, localizada no sul de Portugal, tem enfrentado historicamente longos períodos de seca, elevadas temperaturas no verão e escassez de água. Nas últimas décadas, os agricultores e as empresas agrícolas têm adotado cada vez mais sistemas de rega inovadores e tecnologias de agricultura de precisão, com o objetivo de melhorar a eficiência hídrica e garantir uma produção agrícola sustentável.

A modernização dos sistemas de rega na região do Alqueva permitiu aos produtores introduzir tecnologias como:

- Sistemas de rega gota-a-gota;
- Sensores de humidade do solo;
- Estações de monitorização climática;
- Análise de imagens de satélite;
- Aplicações digitais para gestão da rega.

Estas tecnologias ajudam os agricultores a aplicar apenas a quantidade necessária de água, de acordo com as reais necessidades das culturas, reduzindo o desperdício de água e o consumo energético, ao mesmo tempo que melhoram a produtividade e a qualidade das culturas.



Muitos olivais, vinhas, amendoais e explorações hortícolas da região do Alentejo já utilizam sistemas de rega de precisão adaptados às condições do clima mediterrânico e aos desafios das alterações climáticas.

Esta boa prática demonstra como a inovação tecnológica e a gestão sustentável da água podem contribuir para a resiliência económica e ambiental dos territórios rurais.

Rui Batista - *Agricultor e Membro do Conselho de Administração da Companhia das Lezírias / Portugal*

Acredita que a rega de precisão é essencial para a agricultura no Alentejo?

A rega é fundamental no Alentejo. Nos climas mediterrânicos, como o que se vive no Alentejo, o maior número de horas de sol ocorre durante o verão, precisamente quando não existe disponibilidade de água. No entanto, o sol é o motor das plantas, e a água é aquilo que faz esse motor funcionar. Por isso, a água é essencial no Alentejo.

Por outro lado, devido aos elevados níveis de radiação solar na região, quando existe água disponível, tanto o potencial produtivo como a qualidade da produção agrícola podem atingir padrões muito elevados.



Na agricultura, precisão significa fazer algo corretamente no tempo e no espaço. Significa fornecer água quando e onde ela é necessária. Em última análise, significa utilizar a água com total eficiência e eficácia.

Como é que a tecnologia ajudou a melhorar a gestão da água na sua exploração agrícola?

A tecnologia aumenta a capacidade humana de interpretar a realidade. Através da tecnologia, é possível obter uma enorme quantidade de informação, o que permite realizar a gestão da rega de forma mais eficiente — nomeadamente determinando quanta água aplicar, onde e quando. Estas três variáveis são fundamentais para uma boa gestão da água.

Atualmente, ferramentas como sensores de humidade do solo, estações meteorológicas, imagens de satélite e sistemas de monitorização em tempo real permitem tomar decisões muito mais informadas e precisas. Isto resulta na redução do desperdício de água, numa maior eficiência energética e numa melhor resposta às necessidades específicas de cada cultura.

Além disso, a tecnologia permite antecipar períodos de stress hídrico e adaptar a rega de acordo com as condições climáticas, o que é particularmente importante num contexto de alterações climáticas e escassez de água. Desta forma, conseguimos não só aumentar a produtividade e a qualidade das culturas, mas também garantir uma agricultura mais sustentável e resiliente para o futuro.

Acredita que o conhecimento agrícola tradicional pode trabalhar em conjunto com ferramentas digitais e sistemas inteligentes?

Sim, existem muitas variáveis para as quais a tecnologia e o conhecimento técnico, por si só, podem não ser suficientes para fornecer as interpretações mais corretas e adequadas. O conhecimento tradicional, embora muitas vezes não seja totalmente explicado por quem o possui, tem uma certeza: se sobreviveu até hoje, é porque ao longo do tempo ajudou a interpretar a realidade e a apoiar a tomada de decisões no terreno.

É essencial valorizar e ouvir este conhecimento, porque incorpora a experiência acumulada ao longo de gerações, profundamente ligada aos ciclos naturais, ao comportamento do solo, ao clima e às culturas. Muitas vezes, aquilo que hoje a ciência confirma já fazia parte das práticas empíricas dos agricultores.

A combinação entre tradição e inovação pode, portanto, representar uma enorme mais-valia para a agricultura moderna. As ferramentas digitais e os sistemas inteligentes permitem recolher e analisar dados com grande precisão, enquanto o conhecimento tradicional acrescenta contexto, sensibilidade e capacidade prática de interpretação. Quando trabalham em conjunto, permitem uma agricultura mais eficiente, sustentável e adaptada às realidades locais.

11. Gestão Sustentável do Ecossistema Montado – Portugal

O Montado é um sistema agro-silvo-pastoril tradicional característico do sul de Portugal, especialmente da região do Alentejo. É composto principalmente por sobreiros e azinheiras e combina atividades florestais, pecuárias e agrícolas de forma equilibrada e sustentável.

Este sistema de produção é reconhecido internacionalmente como um exemplo de gestão sustentável do território e conservação da biodiversidade em áreas mediterrânicas.

O Montado contribui para:

- Proteção do solo;
- Conservação da biodiversidade;
- Sequestro de carbono;
- Sistemas de pastoreio sustentáveis;
- Prevenção da desertificação;
- Adaptação às alterações climáticas.



Muitos agricultores e organizações locais estão atualmente a introduzir práticas inovadoras para melhorar a sustentabilidade do ecossistema Montado, incluindo:

- Gestão controlada do pastoreio;
- Sistemas de monitorização do solo;
- Práticas de agricultura regenerativa;
- Utilização de energias renováveis;
- Soluções sustentáveis de gestão da água.

Ao mesmo tempo, o Montado apoia as economias locais através de produtos como cortiça, azeite, mel, produtos de carne e atividades de turismo rural.

A combinação entre conhecimento tradicional e práticas sustentáveis modernas faz do Montado um importante exemplo de agricultura resiliente e amiga do ambiente.



Nazaré Toureiro - Engenheira Agrícola especializada no ecossistema Montado / Portugal

Na sua opinião, qual é a importância do Montado para a sustentabilidade ambiental e económica do Alentejo?

Na minha opinião, o Montado é fundamental para a sustentabilidade ambiental, económica e social do Alentejo. Para além da sua relevância ecológica, é também um elemento essencial da identidade da região, conferindo-lhe uma paisagem única, de grande riqueza natural e cultural.

Do ponto de vista ambiental, o Montado desempenha um papel decisivo na conservação do solo e no combate às alterações climáticas. Este ecossistema ajuda a proteger o solo contra a erosão, retém a humidade e contribui para travar a desertificação, que é um dos principais desafios da região. Ao mesmo tempo, alberga importante fauna autóctone e serve de habitat para numerosas espécies, contribuindo para a preservação da biodiversidade.

Deve também ser destacada a sua contribuição para o sequestro de carbono, uma vez que captura dióxido de carbono da atmosfera e desempenha, por isso, um papel relevante na mitigação das alterações climáticas.

Do ponto de vista económico e social, o Montado sustenta várias atividades tradicionais, como a extração de cortiça, a produção de bolota e o pastoreio extensivo. Além disso, este ecossistema tem vindo a ganhar cada vez mais importância no setor do turismo, atraindo visitantes pela sua paisagem, biodiversidade e autenticidade, ao mesmo tempo que contribui para o desenvolvimento da economia local.

Acredita que o Montado pode desempenhar um papel importante na adaptação às alterações climáticas e na preservação da biodiversidade?

Sim, sem dúvida. Este sistema de uso do solo, que combina floresta, agricultura e pastoreio, contribui para aumentar a matéria orgânica e a retenção de água no solo, tornando os ecossistemas mais resilientes às secas e às temperaturas extremas.

Os sobreiros e as azinheiras ajudam também a mitigar os efeitos das alterações climáticas através da sombra e da captura de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases com efeito de estufa. Ao mesmo tempo, o Montado proporciona um habitat essencial para várias espécies animais e vegetais, desempenhando um papel fundamental na conservação da biodiversidade.

É também importante destacar que este ecossistema é mais resistente ao fogo do que muitos outros sistemas florestais e pode ajudar a limitar a propagação de incêndios rurais, particularmente quando existe uma gestão adequada do subcoberto florestal.

No entanto, o próprio Montado também é afetado pelas alterações climáticas. Por isso, adaptar as práticas de gestão e manter o ecossistema em boas condições vegetativas são aspetos essenciais para garantir a sua sustentabilidade a longo prazo.

12. Inovação Rural e Formação Agrícola no Interior do Alentejo – Portugal

Os territórios rurais do interior de Portugal enfrentam vários desafios relacionados com o envelhecimento da população, a migração dos jovens para as áreas urbanas e as limitadas oportunidades económicas.

Nos últimos anos, diferentes organizações locais e associações de desenvolvimento rural têm promovido iniciativas inovadoras para reforçar o empreendedorismo agrícola, a agricultura sustentável e as competências digitais nas comunidades rurais.

Vários projetos desenvolvidos na região do Alentejo centram-se em:

- Formação de agricultores em agricultura sustentável;
- Promoção de competências digitais e tecnológicas;
- Apoio a jovens agricultores e empreendedores rurais;
- Troca de boas práticas entre países europeus;
- Desenvolvimento de circuitos curtos de abastecimento alimentar;
- Promoção de produtos locais e inovação rural.



Estas iniciativas contribuem não apenas para a modernização agrícola, mas também para a sustentabilidade social e económica dos territórios rurais, ajudando as comunidades locais a tornarem-se mais resilientes e atrativas para as futuras gerações.

Esta boa prática demonstra que a inovação na agricultura não se limita apenas à tecnologia, mas depende também da educação, da cooperação e da participação ativa das comunidades rurais.

These initiatives contribute not only to agricultural modernization but also to the social and economic sustainability of rural territories, helping local communities become more resilient and attractive for future generations.

This good practice demonstrates that innovation in agriculture is not limited to technology alone but also depends on education, cooperation, and the active participation of rural communities.



Sérgio Fialho – Jovem Agricultor Português

Que competências considera mais importantes para os jovens que desejam começar a trabalhar no setor agrícola atualmente?

A agricultura, mais do que um simples setor profissional, é uma simbiose entre a matriz cultural e civilizacional de um povo e de uma região. Não se nasce agricultor; aprende-se a sê-lo, seja como produto de uma herança genética ou simplesmente de uma herança social que nos liga à terra e a tudo o que ela contém.

Assim, para além desta competência genealógica, histórica e cultural, destacaríamos em primeiro lugar as competências técnicas e específicas de cada área de atividade, que naturalmente diferem entre a olivicultura e a pecuária. Atualmente, estas competências são cada vez mais complementadas por competências tecnológicas e digitais, como a agricultura de precisão inovadora, a gestão de dados e a automação. As competências relacionadas com sustentabilidade e gestão ambiental também são altamente relevantes, pois são essenciais para a utilização eficiente dos recursos, práticas ecológicas e adaptação climática.

É igualmente importante destacar competências em gestão empresarial e marketing. Os jovens empreendedores necessitam de forte literacia financeira e competências de gestão para elaborar planos de negócio viáveis e candidatar-se com sucesso aos financiamentos comunitários do Plano Estratégico da PAC (PEPAC), fundamentais para apoiar a instalação de jovens agricultores.

Por fim, deve ser salientada a necessidade de adaptabilidade e resiliência, para que os jovens agricultores possam enfrentar os desafios do mercado e criar valor acrescentado através do marketing digital, dos circuitos curtos de comercialização ou do agroturismo, transformando os desafios climáticos e demográficos do Alentejo em oportunidades de negócio sustentáveis.

Como podem a inovação e as novas tecnologias contribuir para tornar a agricultura uma atividade mais atrativa para os jovens?

Em Portugal, e particularmente na região do Alentejo, a inovação tecnológica está a transformar a agricultura. Este processo é resultado da resiliência dos agricultores,

que ao longo do tempo conseguiram adaptar-se aos desafios colocados por várias crises económicas, sociais, demográficas e culturais.

Esta modernização e a introdução de novas tecnologias estão a transformar aquilo que tradicionalmente era um trabalho fisicamente exigente e imprevisível numa carreira digital e tecnológica, alinhando o setor com as competências e expectativas de uma nova geração.

A automação implica necessariamente uma redução do esforço físico. Drones e robôs podem substituir tarefas pesadas e repetitivas, como a monda manual, a pulverização das culturas ou a colheita de frutos. Ao mesmo tempo, máquinas autónomas, como tratores guiados por GPS, conseguem realizar trabalhos agrícolas de forma independente e com precisão milimétrica. Tudo isto pode ser gerido remotamente, uma vez que os sensores já permitem monitorizar estufas e campos agrícolas através de um smartphone, sem necessidade de presença física constante.

Esta forte componente tecnológica valoriza a profissão e responde à consciência ambiental dos jovens, que encontram um forte sentido de propósito sustentável na biotecnologia e nos métodos de agricultura biológica. Além disso, as plataformas digitais facilitam o comércio direto e o acesso ao mercado global a partir de praticamente qualquer lugar, aumentando assim a competitividade das explorações agrícolas.



Nelson Figueira - Agricultor e Técnico da Associação de Jovens Agricultores de Portugal

Como é que a formação e a troca de experiências contribuíram para o seu percurso na agricultura?

A formação e a troca de experiências desempenharam um papel fundamental no meu percurso na agricultura, pois permitiram-me adquirir conhecimentos técnicos, descobrir novas práticas e aprender com a experiência de outros agricultores. Além disso, ajudaram-me a adaptar às mudanças do setor, melhorar a gestão da exploração agrícola e ganhar maior confiança na tomada de decisões.

Acredita que os jovens agricultores de hoje estão mais abertos à inovação e às tecnologias digitais?

Sim, acredito que os jovens agricultores de hoje estão muito mais abertos à inovação e às tecnologias digitais. Existe uma maior facilidade na utilização de ferramentas tecnológicas, desde sistemas inteligentes de rega até aplicações de gestão agrícola e tecnologias de monitorização das culturas. Os jovens também estão mais dispostos a procurar soluções sustentáveis e eficientes, o que contribui para uma agricultura mais moderna e competitiva.

Que mudanças considera necessárias para tornar a agricultura e a vida nas zonas rurais mais atrativas para as gerações mais jovens?

Acredito que é necessário investir em melhores condições de vida nas zonas rurais, particularmente ao nível do acesso a serviços, habitação, internet de qualidade, cuidados de saúde e transportes. É também importante criar mais medidas de apoio aos jovens agricultores, facilitar o acesso à terra e ao financiamento e melhorar o reconhecimento social do setor agrícola.

Tornar a agricultura mais rentável, inovadora e sustentável será essencial para atrair as gerações mais jovens.

Índice

Capítulo 1.....	3
1 Tecnologia moderna nas atividades humanas.....	3
1.2 O que é Inteligência Artificial (IA).....	4
1.3 Questões éticas decorrentes do uso da IA.....	5
1.4 Proteção de dados pessoais e IA.....	7
1.5 Ferramentas populares de inteligência artificial para uso geral.....	8
1.6 Ferramentas populares de inteligência artificial para a agricultura.....	8
1.7 Quais são as aplicações da IA na agricultura?.....	9
1.8 Sites úteis para gerir questões agrícolas..Aplicações e aplicativos agrícolas..	9
1.9 Aplicações para a gestão de questões agrícolas através do telemóvel.....	10
Capítulo 2.....	13
Pacto Ecológico Europeu e a agricultura sustentável.	
2.1 Pacto Ecológico Europeu.....	13
2.2. Agricultura sustentável.....	13
2.2.1. Reforçar a biodiversidade agrícola.....	15
2.2.2 Proteção dos recursos naturais.....	15
2.2.3 Uma visão de longo prazo para as áreas rurais.....	17
2.2.4 Programas ecológicos	17
2.2.5 Agricultura biológica - Culturas biológicas.....	18
2.3 Conclusão geral - Objetivos da inovação nas culturas.....	20
2.4 Capacitação Humana e Competências para a Inovação Agrícola.....	21
2.5 Economia Circular e Gestão Sustentável de Recursos na Agricultura	22
Capítulo 3.....	24
Métodos inovadores de uso da terra agrícola	
3.1 Introdução.....	24
3.2 Pequenos produtores e culturas.....	25
3.2.1 Soluções de baixo custo para aumentar a produtividade.....	26
3.2.2 Tecnologias digitais.....	28
3.3 Agricultura em ambiente controlado – Hidroponia.....	29
3.3.1 O potencial futuro da aquicultura e a sua integração nos sistemas alimentares existentes.....	29
3.3.2 Equipamento do sistema hidropónico.....	30
3.3.3 Aplicações tecnológicas em hidroponia.....	32
3.4 Agricultura vertical.....	32
3.4.1 Como funciona uma unidade de agricultura vertical – Equipamento.....	34
3.4.2 Vantagens e desvantagens da agricultura vertical.....	35
3.4.3 Antes de iniciar a agricultura vertical.....	36
3.5 Sistemas de irrigação inteligentes – Irrigação de precisão – Irrigação por gotejamento	38
3.5.1 Irrigação de precisão.....	39
3.5.2 Irrigação por gotejamento.....	40
Capítulo 4.....	45
Culturas em grande escala	
4.1 O futuro da agricultura.....	45
4.2 Aplicações tecnológicas na agricultura em grande escala.....	45

4.2.1	Agricultura de precisão.....	48
4.2.2	Tecnologias e equipamentos.....	50
4.2.3	Aplicações úteis da tecnologia na gestão questões e problemas nas culturas.....	52
4.2.3.1	Sistemas de estações agrometeorológicas.....	52
4.2.3.2	Sistemas para gestão e controlo de insetos e ervas daninhas nas culturas..	52
4.2.3.3	Armadilhas com sensores para atrair e capturar insetos.....	53
4.2.3.4	Sistemas de gestão de máquinas e veículos	54
4.2.3.5	Como começar.....	54
4.2.3.6	Bibliografia e links úteis.....	54
4.3	Culturas energéticas.....	55
4.3.1	Hidroponia.....	56
4.3.2	Agricultura em ambiente controlado (CEA).....	57
4.3.3	Conclusão.....	58
4.4	Agricultura urbana.....	58
4.4.1	Benefícios da agricultura urbana.....	59
4.4.2	Hortas comunitárias – terrenos abandonados.....	59
Capítulo 5		61
	Formas de utilizar a inovação na agricultura	
5.1	Estufas inteligentes.....	61
5.1.1	A tecnologia por trás das estufas inteligentes e o papel da educação.....	61
5.1.2	Tendências futuras.....	64
5.2	Sistemas de produção de energia agro-fotovoltaica para culturas abertas culturas e estufas.....	65
5.2.1.	O que os agricultores precisam de saber antes de decidirem utilizar fotovoltaicos?.....	68
5.3.	Assistência na instalação.....	69
Capítulo 6		71
	Boas práticas.....	71
	Índice.....	92
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três Vozes do Mediterrâneo, Rumo a um Futuro Comum

Ao longo da história, o Mediterrâneo tem sido uma região única onde diferentes culturas, conhecimentos e tradições de produção se encontram. Hoje, porém, esta geografia partilhada enfrenta desafios comuns, como as alterações climáticas, a seca, a diminuição dos recursos hídricos, a perda da biodiversidade e a segurança alimentar. Por isso, as soluções que irão moldar a agricultura do futuro só podem ser desenvolvidas através da cooperação internacional e de um espírito de aprendizagem partilhada, e não apenas a nível local.

Embora este livro tenha sido preparado como um resultado do projeto Erasmus+ KA210 “**Innovation in Agriculture**”, ele representa, na realidade, parte de um esforço muito mais amplo. Ao longo do projeto, instituições, especialistas e profissionais da Turquia, da Grécia e de Portugal não apenas partilharam conhecimentos, mas também vivenciaram o valor da cooperação na procura de soluções para desafios comuns.

As aplicações de inteligência artificial, as tecnologias de agricultura de precisão, as ferramentas digitais, os objetivos do Pacto Ecológico Europeu e as metodologias de produção sustentável abordados neste livro constituem elementos fundamentais da transformação que está a ocorrer no setor agrícola. No entanto, as pessoas são tão importantes quanto a tecnologia neste processo. Mesmo os sistemas mais inovadores não podem gerar valor real sem indivíduos capazes de os utilizar de forma adequada, dispostos a aprender e preparados para implementar novas ideias.

A agricultura já não se limita apenas à produção. A agricultura moderna envolve também a análise de dados, a preservação dos recursos naturais, a gestão dos riscos climáticos e a responsabilidade de deixar um ambiente habitável para as gerações futuras. Por esta razão, a sustentabilidade e a inovação tornaram-se dois pilares inseparáveis do desenvolvimento agrícola.

Os agricultores, investigadores e profissionais do setor agrícola que vivem em diferentes margens do Mediterrâneo podem trabalhar em condições distintas. No entanto, todos partilhamos o mesmo objetivo: construir um sistema agrícola mais produtivo, mais resiliente, mais amigo do ambiente e mais sustentável.

Esperamos que este livro seja não apenas uma fonte de conhecimento para os seus leitores, mas também um ponto de partida para novas ideias, parcerias e práticas inovadoras. O maior sucesso deste trabalho será a aplicação prática dos conhecimentos aqui partilhados, o seu desenvolvimento contínuo e a sua transmissão às futuras gerações.

Gostaríamos de expressar o nosso sincero agradecimento a todos os parceiros do projeto, especialistas, agricultores e formadores que contribuíram para a preparação desta publicação, bem como ao Programa Erasmus+ da União Europeia pelo seu valioso apoio.

Esperamos que esta iniciativa colaborativa, iniciada em três diferentes pontos do Mediterrâneo, inspire parcerias mais fortes e práticas agrícolas mais sustentáveis no futuro.

Porque a agricultura do futuro não será construída apenas através do cultivo da terra, mas também através da partilha do conhecimento, da adoção da inovação e da cooperação para produzir em conjunto.

Autores e Colaboradores

Esta publicação foi preparada com a contribuição de especialistas da Turquia, da Grécia e de Portugal no âmbito do projeto Erasmus+ **2025-1-TR-01-K210-VET-000359231 “Innovation in Agriculture”**. Representa o resultado do conhecimento, da experiência e da cooperação partilhados entre especialistas dos três países parceiros.

Elsa BRANCO

Terras Dentro – Associação para o Desenvolvimento Integrado, Portugal

Panos MILIOS & Vasilis RIGOPOULOS

K Milios and Sia OE (Dian Training Activities), Grécia

Zeynep ISIGUZEL & Hüseyin TUNAZ

Direção Distrital de Agricultura e Florestas de Çukurova, Turquia

Data de Publicação: Fevereiro de 2026

Idiomas: Turco • Inglês • Grego • Português



INNOVATION IN AGRICULTURE