



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

### ROADMAP PARA O SETOR AGROALIMENTAR

## 1. Sistemas de Monitorização Avançados

A implementação de monitorização avançada no sector agroalimentar pode beneficiar significativamente o sector melhorando a sua eficiência, produtividade e sustentabilidade. Estes sistemas permitem melhorar significativamente a competitividade das PME e do setor pois a capacidade de fornecerem informações em tempo real permite melhorar a eficiência operacional e a tomada de decisões proactivas. Seguem-se vários exemplos de sistemas de monitorização avançados e de metodologias que podem contribuir para o aumento da competitividade no setor agroalimentar:

- **Internet das Coisas (IoT) e redes de sensores:** Os sensores IoT podem ser instalados em campos agrícolas e instalações de processamento de alimentos para recolher dados em tempo real sobre as condições ambientais, como a temperatura, a humidade, a humidade do solo e os níveis de nutrientes. Estes dados podem ajudar a otimizar a irrigação, a fertilização e o controlo de pragas, conduzindo a um melhor rendimento das culturas e à gestão dos recursos.
- **Deteção remota e imagens de satélite:** As tecnologias de deteção remota, incluindo imagens de satélite e drones aéreos, podem fornecer informações valiosas sobre a saúde das culturas, padrões de crescimento e deteção de doenças. Estas tecnologias podem monitorizar grandes áreas agrícolas com rapidez e precisão, permitindo uma intervenção precoce e práticas de gestão precisas.
- **Agricultura de precisão:** As técnicas de agricultura de precisão utilizam tecnologias como o GPS, o GIS (Sistema de Informação Geográfica) e a análise avançada de dados para permitir a gestão de culturas específicas do local. Os agricultores podem analisar dados recolhidos de várias fontes, como amostras de solo e previsões meteorológicas, para adaptar as suas ações, como a plantação, a fertilização e a colheita, a áreas específicas dos seus campos. Esta abordagem otimiza a utilização de recursos e minimiza o impacto ambiental.
- **Tecnologia Blockchain:** A tecnologia Blockchain pode ser utilizada para melhorar a rastreabilidade e a transparência na cadeia de abastecimento agroalimentar. Permite a manutenção de registos seguros e imutáveis de transações e informações sobre a origem, produção e distribuição de produtos alimentares. Esta tecnologia ajuda a verificar a autenticidade dos produtos, a reduzir a fraude e a garantir a segurança alimentar.
- **Sistemas automatizados de monitorização e controlo:** Os sistemas automatizados podem monitorizar e controlar vários processos no sector agroalimentar, como a irrigação, o controlo da temperatura e a gestão do inventário. Estes sistemas utilizam sensores, atuadores e algoritmos de aprendizagem automática para otimizar a



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

utilização de recursos, reduzir o desperdício e manter uma qualidade consistente do produto.

- **Análise preditiva:** Ao tirar partido de dados históricos e em tempo real, os algoritmos de análise preditiva podem prever o rendimento das colheitas, a procura do mercado e os calendários de produção ideais. Estes conhecimentos permitem aos agricultores e produtores de alimentos tomar decisões informadas sobre a plantação, colheita e distribuição, conduzindo a um melhor posicionamento no mercado e à redução do desperdício.
- **Robótica e Inteligência Artificial (IA):** A robótica e as tecnologias de IA podem automatizar tarefas de mão-de-obra intensiva na agricultura e no processamento de alimentos, como a plantação, a colheita, a seleção e a embalagem. Os algoritmos de IA também podem analisar grandes quantidades de dados para detetar anomalias, prever surtos de doenças e otimizar os processos de produção, melhorando ainda mais a eficiência e a produtividade.
- **Computação em nuvem e computação periférica:** As tecnologias de computação em nuvem e de computação periférica facilitam o armazenamento, o processamento e a análise de grandes conjuntos de dados agrícolas. As plataformas baseadas na nuvem permitem o acesso aos dados em tempo real e a colaboração entre as partes interessadas, enquanto a computação periférica aproxima a computação da fonte de dados, reduzindo a latência e permitindo a tomada de decisões em tempo real em ambientes remotos ou de baixa conectividade.

Estes sistemas avançados de monitorização permitem transformar o sector agroalimentar, dotando os agricultores e gestores agrícolas de conhecimento fundamental para a gestão de atividades e infraestrutura, otimizando a atribuição de recursos e melhorando a produtividade e a sustentabilidade globais.

## 2. Desafios para as PME do setor agroalimentar

A implementação de sistemas avançados de monitorização no setor agroalimentar apresenta alguns desafios específicos para as pequenas e médias empresas (PMEs). Algumas das dificuldades são comuns a outros setores, como a existência de recursos financeiros limitados, a inexistência de recursos humanos com as competências e capacidades requeridas assim como conhecimento tecnológico limitado. Por outro lado, este setor apresenta ainda alguns outros desafios, específicos do seu tipo de atividade, localização geográfica e baixa literacia tecnológica de muitos dos agricultores e demais atores da cadeia de valor. Contudo, alguns dos desafios comuns que as PME destes setores podem enfrentar ao adotar sistemas de monitorização avançados são abaixo discutidos:

- **Infraestrutura de Conectividade:** Em muitas áreas rurais, a infraestrutura de conectividade, incluindo acesso à internet de alta velocidade e cobertura de rede móvel, pode ser limitada. Isso dificulta a implementação e o uso efetivo de tecnologias



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

digitais, como sensores remotos, IoT e análise de dados em tempo real. Para a resolução deste problema é necessário investimento em infraestrutura de conectividade rural, como expansão de redes móveis, implementação de tecnologias de banda larga e soluções alternativas, como redes LoRaWAN ou satélites de baixa órbita. As parcerias público-privadas também podem desempenhar um papel importante na superação deste desafio.

- **Disponibilidade e Qualidade dos Dados:** A digitalização requer uma quantidade significativa de dados precisos e atualizados. No entanto, nem sempre os dados agrícolas estão disponíveis ou são de qualidade suficiente. Problemas como falta de padronização, fragmentação de dados e falta de interoperabilidade entre sistemas podem dificultar a obtenção de informações úteis. A forma de contornar este desafio passa por investir em infraestrutura de dados agrícolas, como plataformas de compartilhamento de dados e padronização de formatos e protocolos. Incentivar a colaboração entre diferentes partes interessadas, como produtores, empresas de tecnologia e instituições de investigação, pode ajudar a melhorar a disponibilidade e a qualidade dos dados agrícolas.
- **Acesso a Tecnologias e Conhecimento:** Para aproveitar os benefícios da digitalização, é necessário acesso a tecnologias avançadas e conhecimentos especializados. No entanto, pequenos agricultores e PMEs podem ter recursos e conhecimentos limitados para adotar e utilizar essas tecnologias. A forma de ultrapassar este desafio passa por sensibilizar e fornecer formação e capacitação adequados para os gestores agrícolas, agricultores e trabalhadores do setor agroalimentar, para que eles possam entender e aproveitar as tecnologias digitais. Programas de capacitação, parcerias com empresas de tecnologia e organizações de apoio agrícola podem ajudar a facilitar o acesso a esses recursos.
- **Custos de Implementação:** A implementação de sistemas de monitorização avançados, a adoção de tecnologias digitais e a digitalização dos processos agrícolas podem envolver custos significativos. Isso inclui aquisição de hardware, software, formação de colaboradores e manutenção contínua. Para algumas empresas especialmente as PME de menor dimensão, esses custos podem ser um obstáculo para a implementação efetiva da digitalização. Por isso, é importante buscar soluções digitais escalonáveis e adaptadas à dimensão e às necessidades específicas da empresa. Além disso, explorar parcerias com fornecedores de tecnologia e programas de financiamento governamentais pode ajudar a reduzir os custos iniciais de implementação.
- **Questões de Segurança e Privacidade:** Com a digitalização, surgem preocupações com a segurança e a privacidade dos dados agrícolas. Os dados coletados podem incluir informações confidenciais, como localização de cultivos, dados financeiros e informações de identificação pessoal, que precisam ser protegidos contra ameaças cibernéticas e uso indevido. Para mitigar os desafios de segurança é essencial implementar medidas de segurança robustas, como criptografia de dados,



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

autenticação de usuários e backups regulares. Além disso, a conformidade com as regulamentações de proteção de dados, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) da União Europeia, é fundamental para garantir a privacidade.

- **Recursos Financeiros Limitados:** Para investir em tecnologias avançadas e infraestrutura necessária para a monitorização no setor agroalimentar. Os custos associados à aquisição de equipamentos, sensores, software e serviços de dados podem ser desafiadores para empresas com recursos financeiros limitados. A forma de contornar estas dificuldades e as tentar ultrapassar pode passar por explorar opções de financiamento disponíveis, como subsídios governamentais, programas de apoio ao empreendedorismo e parcerias com instituições académicas ou grandes empresas do setor. Além disso, pode-se e deve-se considerar a adoção de abordagens escalonadas, começando com soluções mais simples e acessíveis e, posteriormente, expandindo a monitorização conforme o retorno do investimento for obtido.
- **Conhecimento Técnico Limitado:** A implementação de sistemas avançados de monitorização exige conhecimentos especializados em áreas como sensores, análise de dados e programação. As PME's podem ter dificuldades em encontrar ou contratar profissionais com as habilidades técnicas necessárias. De forma a superar este desafio as PME's podem/devem investir em capacitação interna para os seus colaboradores ou procurar parcerias com consultores especializados, empresas de tecnologia agroalimentar ou instituições académicas que possam fornecer suporte técnico e formação.
- **Integração de Dados e Sistemas:** As PME's podem enfrentar desafios ao integrar dados de diferentes fontes e sistemas numa plataforma centralizada. A falta de interoperabilidade entre os sistemas existentes pode dificultar a recolha, análise e visualização eficientes dos dados agrícolas. Contornar este desafio passa por as PME's procurarem soluções de tecnologia flexíveis e escaláveis que permitam a integração de dados de várias fontes. A adoção de padrões de dados abertos e APIs (interfaces de programação de aplicativos) pode facilitar a comunicação entre diferentes sistemas. Também é importante planear cuidadosamente a arquitetura do sistema e trabalhar com especialistas em TI para garantir uma integração suave.



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

### 3. Roadmap para a implementação da monitorização inteligente nas PME

Face à caracterização do setor e à experiência adquirida nas visitas, diagnósticos e preparação das ações de demonstração é proposto o seguinte roteiro que descreve os principais passos para implementar tecnologias avançadas de monitorização no sector agroalimentar:

#### 1. AVALIAR OS ATUAIS SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO, QUANDO EXISTENTES

Avaliar os sistemas, tecnologias e práticas de monitorização existentes.

Identificar as suas limitações, lacunas e áreas a requererem melhoria.

Esta avaliação será a base de referência para a implementação de soluções avançadas de monitorização.

#### 2. DEFINIR OBJETIVOS PARA A MONITORIZAÇÃO

Definir claramente os objetivos e metas da implementação de sistemas avançados de monitorização.

Considerar os fatores que se aplicam ao seu caso real, e.g., a saúde das culturas, a deteção de pestes e doenças, a análise da qualidade dos solos, a monitorização do clima e ambiental, acompanhamento do gado, a gestão da cadeia de abastecimento e o controlo de qualidade.

Estabelecer objetivos mensuráveis que se alinhem com as suas prioridades organizacionais.

#### 3. IDENTIFICAR AS PRINCIPAIS MÉTRICAS

Identificar os indicadores-chave de desempenho (KPIs) e as métricas que se alinham com os seus objetivos. Por exemplo, rendimento da colheita, utilização de água, consumo de energia, emissões de gases com efeito de estufa, indicadores de bem-estar animal, qualidade dos produtos produzidos.

Estas métricas servirão de referência para medir a eficácia dos sistemas de monitorização avançados.



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

### 4. EXPLORAR TECNOLOGIAS DE MONITORIZAÇÃO AVANÇADAS

Investigar e explorar várias tecnologias avançadas de monitorização adequadas ao sector agroalimentar. Estas podem incluir deteção remota, dispositivos da Internet das Coisas (IoT), *drones*, imagens de satélite, redes de sensores, visão artificial ou cadeias de blocos para rastreio da cadeia de abastecimento, algoritmos de inteligência artificial, etc.

Avaliar as suas capacidades, escalabilidade, relação custo-eficácia e compatibilidade com as infraestruturas existentes.

### 5. PROJETOS.PILOTO

Defina projetos-piloto de pequena escala para testar a viabilidade e a eficácia das tecnologias de monitorização selecionadas.

Escolher áreas ou explorações agrícolas representativas para recolher dados e avaliar o impacto nas principais métricas.

Utilizar a fase piloto para afinar os sistemas, resolver desafios e recolher feedback dos utilizadores.

### 6. RECOLHA E INTEGRAÇÃO DE DADOS

Estabelecer mecanismos sólidos de recolha de dados para reunir informações de várias tecnologias de monitorização.

Assegurar a compatibilidade e a interoperabilidade dos dados entre os diferentes sistemas.

Considerar plataformas baseadas na nuvem ou data lakes para consolidar e integrar dados de várias fontes para uma análise abrangente.

### 7. ANÁLISE DE DADOS E PERSPETIVAS

Desenvolver capacidades de análise de dados para processar os dados recolhidos e gerar conhecimentos para ação.

Utilizar a aprendizagem automática, a inteligência artificial e os modelos estatísticos para analisar padrões, detetar anomalias, prever tendências e otimizar as operações agroalimentares.



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

Os conhecimentos obtidos podem apoiar a tomada de decisões e melhorar a afetação de recursos.

### 8. VISUALIZAÇÃO E RELATÓRIOS

Conceber painéis de controlo intuitivos e mecanismos de elaboração de relatórios para apresentar os dados de monitorização e os conhecimentos de uma forma fácil de utilizar.

As visualizações podem ajudar as partes interessadas a compreender facilmente a informação e a tomar decisões informadas.

Partilhar regularmente os relatórios com os intervenientes relevantes, incluindo agricultores, fornecedores, reguladores e consumidores.

### 9. ESCALABILIDADE E INTEGRAÇÃO

Quando os projetos-piloto forem bem-sucedidos, aumentar a implementação de sistemas de monitorização avançados alargando o âmbito da mesma.

Assegurar a integração com os processos e infraestruturas existentes.

Dar formação e apoio aos utilizadores para uma adoção e utilização eficientes das tecnologias de monitorização.

### 10. MELHORIA CONTÍNUA

Implementar um ciclo de feedback para avaliar e melhorar continuamente os sistemas avançados de monitorização.

Solicitar feedback dos utilizadores.

Monitorizar o desempenho em relação aos KPIs definidos e identificar áreas para aperfeiçoamento ou expansão.

Manter uma atualização técnica das tecnologias emergentes e as tendências da indústria.

### 11. COLABORAÇÃO E PARCERIAS

Participar/promover colaborações e parcerias com fornecedores de tecnologia, instituições de investigação, associações industriais e agências governamentais, etc. Os esforços de colaboração podem acelerar a adoção de tecnologias de monitorização avançadas e partilhar as melhores práticas.



## SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

O roteiro apresentado é genérico realçando as principais etapas a considerar na implementação de sistemas de monitorização avançados no setor agroalimentar. As especificidades do subsetor e das próprias empresas deverão consideradas quando da implementação de sistemas de monitorização avançados. A experiência mostra que a existência de uma monitorização inteligente conduz a uma maior eficiência, produtividade e sustentabilidade, permitindo simultaneamente uma melhor tomada de decisões e a produção de alimentos de maior qualidade.