

ANEXO V

RELATÓRIO FINAL DE EXECUÇÃO



DIGIFARM2ALL
DIGITALIZAÇÃO NA AGRICULTURA

01 de outubro de 2022 a 31 de dezembro de 2025

Financiado por:



1. Identificação do projeto

Nome do BF:	Associação SFCOLAB Laboratório Colaborativo para a Inovação Digital na Agricultura
Número do projeto:	PRR-C05-i03-I-000108
Designação do plano de ação:	DigiFarm2all: Sustentabilidade e democratização da Agricultura 4.0
Identificação de todas as entidades que integram a parceria:	<ul style="list-style-type: none"> • ASSOCIAÇÃO SFCOLAB Laboratório Colaborativo para a Inovação Digital na Agricultura • Adega Cooperativa de Cantanhede, CRL • Adega Cooperativa de São Mamede da Ventosa • ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense • Burgopanorama – Sociedade Agrícola, Unipessoal Lda • Carla Cabo Silva Unipessoal, Lda • Companhia Geral da Agricultura das Vinhas do Alto Douro – Real Companhia Velha, S.A • CONFAGRI – Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal, CCRL • Cooperativa Agrícola de Beja e Brinches, CRL • Cooperativa Agrícola dos Olivicultores do Fundão, CRL • Filipe e Marcela Rent, Lda • Flowerunning Sociedade Agrícola, Lda • Impactwave, Lda. • Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. • Instituto Politécnico de Portalegre • Lopes & Assis, Lda • Mariano Lopes e Filhos Lda • Quinta do Pinto, Sociedade Comercial e Agrícola, S.A • Sociedade Agrícola D.Diniz SA • Terras de Felgueiras – Caves Felgueiras, CRL
Data do início do projeto:	01-10-2022
Data de conclusão do projeto:	30-12-2025
Data do relatório de progresso:	13-02-2025

Execução Física

2. Sumário do projeto, objetivos operacionais e linhas de ação

Descrição do Projeto

DigiFarm2All surge no âmbito da transição digital na agricultura e da necessidade de se estabelecerem bases fortes e confiáveis no setor, através da adoção de novas tecnologias da Agricultura 4.0 (Ag 4.0) e aquisição e disseminação de conhecimento. Para o sucesso da adoção destas soluções inovadoras, torna-se imperativo desenvolver, demonstrar e divulgar as potencialidades do uso de sensores proximais de baixo custo, que permitem uma monitorização em tempo-real (IoT) aliado à implementação de metodologias de Inteligência Artificial (IA) e de Machine Learning. É igualmente crítico a disponibilização de apoio técnico adequado aos agricultores, capacitando-os no uso das tecnologias Ag 4.0 e promovendo a sua literacia digital. Neste sentido, DigiFarm2All visa o estabelecimento de 17 pilotos, abrangendo todo o território nacional, para promover o desenvolvimento de múltiplas soluções Ag 4.0 adaptadas a diferentes contextos agrícolas nos setores Frutícola, Vitícola e Olivícola. Os pilotos servirão também para a demonstração dos resultados e ganhos na sustentabilidade ambiental e económica face às práticas agrícolas correntes, propondo formação em ambiente real a técnicos agrícolas, produtores, entre outros.

Objetivos Operacionais

O digifarm2all pretende:

- Reforçar a digitalização, de forma abrangente, igualitária e inclusiva.
- Promover a utilização de tecnologias como Internet of Things (IoT), big data e de inteligência artificial, entre outras.
- Aumentar a rentabilidade, a resiliência e a sustentabilidade dos sistemas de produção através de uma maior utilização das tecnologias de precisão.

Linhas de Ação

- L.A.8.1 - Agricultura de precisão: recorrer a tecnologias para utilização e gestão eficiente de produtos fitofarmacêuticos, fertilizantes, água e energia.
- L.A.8.3 - Tecnologia: adotar novas tecnologias que promovam o desenvolvimento da agricultura de precisão, nomeadamente IoT, aplicações suportadas por inteligência artificial, automação e robótica.
- L.A.8.4 - Dados: explorar as potencialidades da deteção remota e de proximidade (sensores); promover a recolha de dados sobre a atividade agrícola e a pecuária extensiva, regulamentação e governança no uso dos dados.
- L.A.8.5 - Conhecimento: lançar um programa de capacitação em agricultura 4.0 e literacia digital e inovar na transferência/partilha de conhecimento e tecnologia, que promova o acesso e participação de grupos mais excluídos, designadamente das mulheres.

4. Síntese dos trabalhos realizados

4.1. Resultados obtidos

T.1.1 - Aqui foram definidas as implementações de sistemas digitais de monitorização a adotar por cada parceiro.

Foi realizado o diagnóstico individual dos requisitos de instalação de cada um dos 17 pilotos previstos, em estreita articulação com os técnicos e produtores responsáveis por cada exploração

No domínio da gestão de produtos fitofarmacêuticos, foram implementados sistemas de apoio à decisão baseados em modelos de risco, integrando dados meteorológicos provenientes dos pilotos tecnológicos. Estes sistemas pretendem otimizar a aplicação de fitofármacos, promovendo intervenções mais direcionadas e reduzindo aplicações preventivas desnecessárias.

Relativamente à gestão de água, foram instalados sensores de solo e utilizada a deteção remota, promovendo a aplicação diferenciada de nutrientes em função das necessidades reais das culturas.

T.1.2 - Com base nas necessidades identificadas a partir dos diagnósticos realizados junto dos parceiros na Tarefa 1.1, serão obtidos os seguintes dados:

- **Estação meteorológica:**
 - Radiação Fotossintética Ativa (W/m^2)
 - Temperatura do ar ($^{\circ}C$)
 - Humidade relativa (%)
 - Velocidade do vento (m/s)
 - Direção do vento ($^{\circ}$)
 - Precipitação (mm/h)
- **Sensores de solo:**
 - Humidade do solo (%)
 - Temperatura do solo ($^{\circ}C$)
 - Condutividade elétrica do solo (mS/cm)

Os dados obtidos pelos protótipos desenvolvidos serão integrados num sistema IoT através da metodologia:

Processamento e transmissão de dados:

Os dados recolhidos pelos sensores serão enviados para uma plataforma central, onde serão processados para eliminação de ruídos e convertidos para as grandezas físicas correspondentes. Depois de convertidos, os dados serão processados através do módulo A9G e serão integrados com a plataforma ThingSpeak™.

Aquisição de dados com o módulo A9G:

O A9G é um módulo GSM/GPRS quad-band completo que integrará tecnologias de comunicação móvel (GPRS) e localização (GPS/BDS) num pacote compacto SMD. Este módulo será ideal para aplicações IoT, especialmente na conectividade móvel em áreas onde as redes 3G e 4G não estarão amplamente disponíveis. O A9G utilizará a tecnologia 2G para a transmissão de dados, oferecendo uma solução energeticamente eficiente para dispositivos IoT que precisarão de transmitir pequenas quantidades de dados ao longo de longos períodos, como sistemas de monitorização remota e sensores de baixo consumo. Além disso, o módulo A9G fornecerá informações de localização precisas, essenciais para aplicações de rastreamento e monitorização em tempo real.

Plataforma

ThingSpeak™:

O ThingSpeak™ é uma plataforma de análise IoT baseada na nuvem, desenvolvida pela MathWorks, e permitirá a recolha, armazenamento, análise e visualização de dados em tempo real provenientes dos sensores conectados à Internet. O ThingSpeak™ também permitirá a execução de código MATLAB® para processamento de dados à medida que são recebidos, facilitando a realização de análises complexas.

Etapas do processamento:

1. Recolha de dados:

A recolha de dados dos pilotos será realizada via Internet, utilizando os protocolos HTTP e MQTT. Os dados serão transmitidos numa string codificada, dividida em duas partes: `*"a"` e `"b"`.

Exemplo:

- `*a[R, G, B, C, Tair, Hair, SW, DW, Rain]`
- `*b[T20, H20, CE20, T40, H40, CE40]`

*a e b – equivalente a uma string de dados que depois de processada em ThingSpeak, fará a junção de strigs convertidos para dados com os valores e medidas a serem enviados para a plataforma Digifarm2all.

2. Decodificação da string:

As partes "a" e "b" serão unidas novamente, incorporando uma marca temporal média que refletirá o momento de entrada de ambas as partes.

3. Processamento dos dados:

Na nuvem, os dados serão processados e convertidos para as suas grandezas físicas equivalentes. Exemplos:

- `R, G, B, C` → PAR (baseado num modelo específico)
- `Rain(bytes)` → Rain(mm)
- `DW(bytes)` → DIR(graus)

4. Análise de dados:

Utilizando MATLAB®, os dados serão analisados em tempo real, permitindo cálculos

complexos e a geração de uma nova string decodificada em que será enviada para a plataforma Digifarm2all.

Uma String decodificada deverá ter uma forma tipo:

2024-08-19 17:19:24 +0100 | 151838 | PAR, TAIR, HAIR, SPEED, DIR, RAIN, TSOIL20, HSOIL20, CE20, TSOIL40, HSOIL40, CE40

Armazenamento de dados:

Após o processamento e análise, os dados serão armazenados em canais dedicados, onde serão mantidos num campo contendo toda a string decodificada.

Visualização de dados:

Para fins de controlo de qualidade dos dados, utilizar-se-á ferramentas de visualização que permitirão criar gráficos, mapas e outros tipos de visualizações para monitorizar as entradas de dados em tempo real, compreendendo assim padrões, detetando anomalias e tomando decisões informadas com base nas informações recolhidas.

Alertas e notificações:

Também serão utilizados mecanismos para enviar alertas e notificações em caso de ausência de dados ou valores inconsistentes, por exemplo, quando um sensor ultrapassa um determinado limite ou quando uma condição específica é cumprida.

Interoperabilidade:

Além de funcionar como uma plataforma independente, o ThingSpeak™ será integrado com outros serviços web e APIs, ampliando as suas funcionalidades e interações.

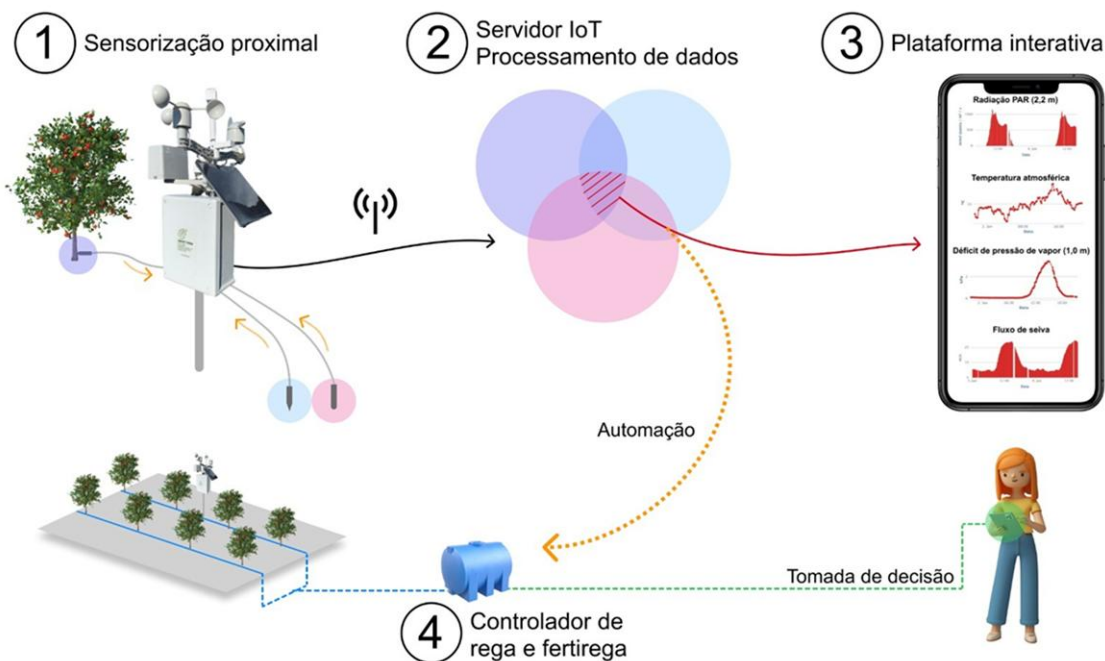


Fig. 1 – Integração do protótipo num sistema IoT

T.1.3 - Os 17 protótipos estão assemblados e instalados nos respetivos parceiros com base nas tarefas T1.1 e T1.2. Têm sido constantemente monitorizados e efetuados testes de validação em campo (posicionamento e disposição), incluindo a comunicação com constantes melhorias.

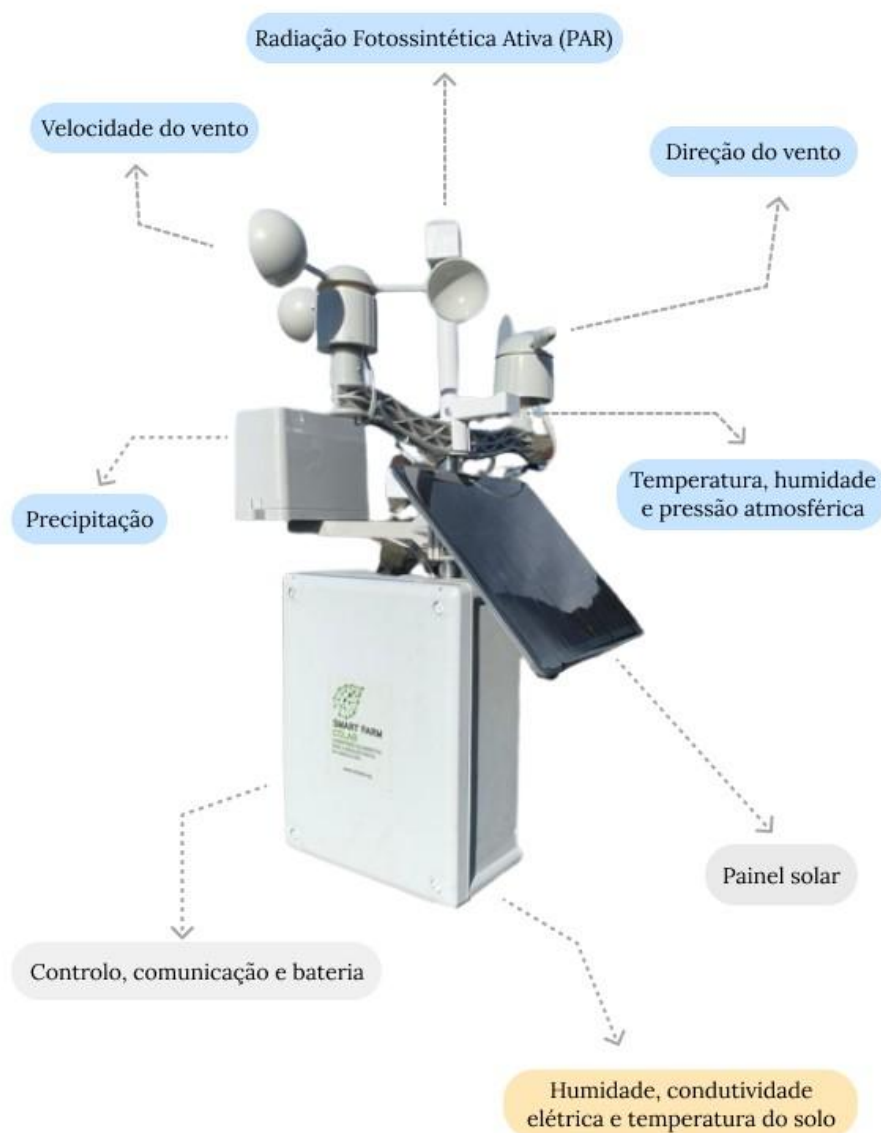


Fig. 2 - Características específicas dos pilotos instalados

T.2.1 - Foi desenvolvida e operacionalizada toda a plataforma para gestão de dados, envolvendo o know-how técnico de todos os parceiros, que tem sido alimentada com a instalação dos 17 pilotos tecnológicos desenvolvidos na tarefa 1.3 promovendo o workflow de campo (práticas de gestão agrícola) e de dados provenientes dos sensores proximais para normalização do modelo e estabelecimento de um data set (informação relativa à produção (histórico), evolução da campanha, zonagem da área produtiva, monitorização de pragas e doenças/estado

fitossanitário, fitossanitários aplicados; dados dos sensores). Todos os dados recolhidos estão a ser integrados e processados numa plataforma de gestão de dados. Foram também definidos e otimizados os modelos preditivos e definida a sua aplicabilidade enquanto plataforma para recolha e gestão de. Plataforma para gestão de dados: <https://dev.impactwave.com/sites2/digifarm/login>



Fig. 3 – Plataforma para gestão de dados

T.2.3 - Através da recolha de dados disponibilizados pelos sensores instalados, têm sido desenvolvidas plataformas para definição de modelos e recomendações de apoio à tomada de decisão e disponibilizados os dados através da plataforma Thingspeak (<https://thingspeak.com/channels/1842450>) – dados públicos.

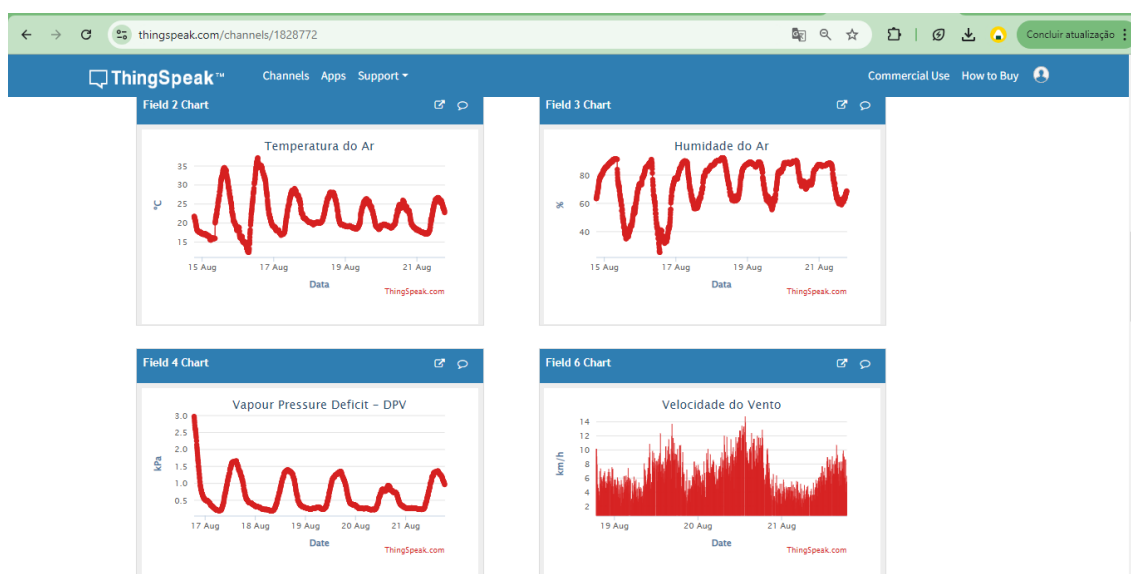


Fig. 4 – Elaboração de recomendações a tomada de decisão

Com base na exploração dos dados (T2.2), e com recurso a modelos de previsão através da aplicação de redes neurais, está a ser desenvolvido uma rede de monitorização das culturas através de modelos como:

1. Evapotranspiração

Neste ponto o objetivo é avaliar como a equação de Perman-Montith poderá ser utilizada para calcular a evapotranspiração com a integração de dados provenientes do SOFIS. O foco, atendendo aos dados recolhidos pelos sensores, é integrá-los definindo intervalos de coeficientes culturais, deixando de ser necessário a utilização de estimativas.

2. Nutrição

Do ponto de vista da nutrição, ao escolher uma cultura é possível definir medidas de proximidade. Está definido que a plataforma irá possuir um calculador de utilização de adubos com a utilização da regra de Carmen. Neste ponto o produtor terá acesso às suas necessidades de acordo com o stock existente e futuramente com o preço dos produtos fornecidos.

3. Fitossanidade

Neste tópico foram definidos modelos de recomendações de fitossanidade para as culturas do projeto, ficando definidos níveis de risco e que a sua interpretação ficará a cargo do técnico, não sendo introduzidos nesta fase escalas de risco

4. Fertilização

Plano de fertilização:

- Escolha de culturas
- Possibilidade de introdução de valores NPK
- Introdução de fertilizantes

A plataforma neste ponto indicará:

- Possíveis aplicações de fertilização
- Recomendações N-P-K

Estes modelos são posteriormente integrados na plataforma DigiFarm2all - <https://digifarm2all.admin.pt/login> e são enviados modelos automáticos aos parceiros com informação para apoio à tomada de decisão, assim como disponibilizados na própria plataforma.

T.4.1 - Os protótipos desenvolvidos neste projeto integraram a capacidade de aquisição e comunicação remota dos dados, com o objetivo de fornecer informação em tempo real para auxiliar os agricultores na tomada decisão sem perder janelas de oportunidade.

A validação do sistema integrado dos pilotos foi, então, fundamental para legitimar os resultados do projeto e promover a sua exequibilidade futura. Assim, a validação do sistema instalado nos pilotos assumiu marcada importância, pois visaram comprovar a eficiência da tecnologia digital de baixo-custo. Nesta tarefa tratámos da validação da aplicação da tecnologia de baixo-custo, comparativamente, com a tecnologia de referência (estação meteorológica do INIAV, polo de Dois Portos).

Em particular foi possível a validação do sistema integrado, em concreto os sensores meteorológicos como: Temperatura do Ar; Humidade Relativa; Défice de Pressão de Vapor; Velocidade do Vento; Direção do Vento; Precipitação e Radiação Solar Total.

T.4.2 - Durante a tarefa existiu a necessidade de validação do sistema integrado dos pilotos, que foi, fundamental para legitimar os resultados do projeto e promover a sua exequibilidade futura. Assim, integrámos informação para gerar um sistema de recomendações automáticas para apoio à decisão, procedendo-se à implementação de avaliações de risco em ambiente e em tempo real, para cada cultura. Como tal, com base nos dados registados pelo sistema SOFIS e gerados através da plataforma digital DigiFarm2all.

Desta forma, as validações destas recomendações focaram-se sobre: Rega; Fitossanidade e Fertilizantes.

T.4.3 - A implementação das interpretações gráficas e recomendações geradas a partir da plataforma digital DigiFarm2all (T2.3), foi posta em prática através de ações de formação realizadas com o objetivo principal de capacitar Técnicos e Produtores agrícolas para a utilização da informação disponibilizada no auxílio à tomada de decisão. Estas ações de formação tiveram, numa fase inicial, como público alvo os Técnicos e Produtores parceiros deste Projeto. Posteriormente, foram extensíveis à comunidade agrícola, em geral com o apoio e o testemunho dos Técnicos anteriormente formados e capacitados, em locais impactantes como feiras e eventos dedicados ao setor agrícola. Neste processo, salienta-se a importância do associativismo no acesso à informação e digitalização que, muitas vezes, pela reduzida dimensão e/ou fraca literacia digital, os produtores não teriam hipótese de beneficiar destas ferramentas, sendo que as cooperativas e os Técnicos das mesmas, desempenharam aqui um papel muito importante, por serem eles os principais utilizadores da plataforma e os vetores na elaboração de sugestões de gestão e extensão agrícola aos seus associados.

T.4.4 - A avaliação dos impactos económicos e ambientais, foi realizada através de uma auscultação aos Técnicos e Produtores Agrícolas para avaliar o grau de utilização da plataforma digital DigiFarm2all por parte dos mesmos, e perceber quais foram as mudanças sentidas após disponibilização desta ferramenta.

T.6.1 - Com o avançar do projeto tem sido promovido a coordenação da execução das tarefas necessárias à boa gestão técnica, administrativa, financeira e processual, através de reuniões mensais para as diferentes tarefas/atividades com os respetivos líderes/ task force (entidades com maior know-how), tendo sido realizadas ao longo do projeto 23 reuniões. Também tem sido promovido e disponibilizado apoio técnico a todos os parceiros tanto a nível de gestão, utilização e boas práticas na utilização de software e hardware.

T.6.2 - Definiram-se modelos e iniciou-se a elaboração do manual de qualidade DigiFarm2all com padrões e regras para garantia da qualidade do Plano de Ação, incluindo gestão de risco, propriedade intelectual, segurança e meio ambiente.

T.6.3 - Foi estabelecido ao longo do projeto um apoio especializado aos parceiros com menor dimensão e estabelecido um manual de projeto.

T.6.4 - Nesta tarefa foi elaborado o relatório de avaliação ética e legal, com preocupação sobre a proteção animal, humana e ambiental, proteção de dados pessoais e gestão de dados, distribuição de benefícios e poder, responsabilidade e obrigação.

5. Potenciais constrangimentos que dificultaram a execução do projeto e medidas propostas para a sua mitigação.

Equipamentos danificados devido a erros humanos e provocados pela fauna existente. Os responsáveis pelo desenvolvimento dos pilotos tecnológicos têm promovido junto dos intervenientes uma necessidade de boa preservação dos equipamentos.

Com a danificação de hardware, existem quebras de dados significadas. Sendo que desta forma tem sido implementadas novas estratégias e por vezes alteração de locais.

Quebra de comunicações devido a falhas nas operadoras de fornecimento de rede. Tem sido implementadas novas soluções de empresas que garantem serviços de comunicação a diferentes tipos de rede permitindo uma otimização no fornecimento de dados.

Recursos financeiros limitados para substituição de hardware e contínuo desenvolvimento de software.

Segurança de dados, pela quantidade significativa de dados garantir a segurança destes tem sido uma preocupação crescente.

Resistência à mudança na cultura organizacional. Tem sido reforçada a proximidade com técnicos e agricultores de forma a colmatar a comunicação que se dissipa, assim como a resistência dentro das organizações para a implementação de novas práticas tecnológicas.

Complexidade administrativa e burocrática, com processos complexos e lentos.

6. Conclusões sobre o projeto desenvolvido e perspetivas futuras

O projeto DigiFarm2all confirmou que a digitalização aplicada ao setor agrícola constitui uma alavanca estratégica para reforçar a resiliência climática, aumentar a eficiência produtiva e promover uma gestão mais sustentável dos recursos naturais.

Podemos afirmar que as metodologias desenvolvidas e implementadas durante o projeto, demonstraram:

- Viabilidade técnica e operacional em contexto real;

- Aceitação e utilidade prática para os utilizadores finais;
- Capacidade de adaptação a diferentes culturas e locais;
- Potencial de replicabilidade e escalabilidade.

A abordagem integrada — combinando recolha de dados em campo, plataformas digitais e ferramentas de apoio à decisão — revelou-se eficaz na melhoria da qualidade da informação disponível para agricultores e decisores, promovendo decisões baseadas em dados apoiando desta forma uma tomada de decisão mais acertada.

Foi notório que as utilizações de ferramentas digitais através de mecanismos de apoio financeiro estiveram correlacionadas com adoção de tecnologia no setor e ajudou que pessoas com menos literacia entendem-se a importância da adoção de mecanismos digitais para uma melhor tomada de decisão. Assim, podemos considerar que existe grande benefício na integração de incentivos específicos à digitalização agrícola em instrumentos de política pública.

Numa perspetiva geral a fragmentação tecnológica constitui uma limitação estrutural. É prioritário promover normas abertas, integração entre plataformas e desenvolvimento de ecossistemas digitais colaborativos que maximizem o valor dos dados agrícolas.

O DigiFarm2all constitui um modelo demonstrador de modernização agrícola baseada em dados. A fase seguinte deverá centrar-se na consolidação, expansão territorial e integração estrutural das soluções no ecossistema agrícola nacional.

A continuidade do investimento em digitalização agrícola será determinante para posicionar Portugal como referência europeia na adaptação do setor agrícola às alterações climáticas, assegurando competitividade, sustentabilidade e inovação a longo prazo.