desagro 4.0

DOSSIER DE INOVAÇÃO DO
MODELO TÉCNICO-ECONÓMICO

CEREJA

Título: Dossiês de Inovação do Modelo Técnico-Económico

Autor: DOLMEN – Cooperativa de Desenvolvimento Local e Regional, CRL

Design: Mediamarco Comunicação

Editora: DOLMEN – Cooperativa de Desenvolvimento Local e Regional, CRL

1ª Edição: junho de 2022

ISBN: 978-989-53563-1-7

Tiragem: 200 Exemplares

Nota Explicativa: Este dossier foi desenvolvido no âmbito do Projeto DesAgro 4.0, que resulta de uma parceria entre a DOLMEN – Cooperativa de Desenvolvimento Local e Regional, a RUDE – Associação de Desenvolvimento Rural, a Universidade de Trás- os-Montes e Alto Douro e o Instituto Politécnico de Castelo Branco

Financiamento: O Projeto DesAgro 4.0, operação POCI-02-0853-FEDER-036265, é cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, no âmbito do Sistema de Apoio a Ações Coletivas do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização.

ÍNDICE

1. Equadramento 4

2. Objetivo Geral e Específicos 4

3. Caracterização da Exploração-Tipo 5

a) Sistema de Produção 5

b) Gestão da Exploração 7

c) Principais Receitas Anuais 7

d) Principais Custos Anuais 7

4. Tecnologias de Precisão Aplicáveis ao Setor 9

4.1 Softwares de Gestão da Exploração 9

a) Descrição 9

b) Empresas Identificadas 10

c) Viabilidade Económico-Financeira 10

4.2 Imagens Aeroespaciais 14

a) Descrição 14

b) Empresas Identificadas 16

c) Viabilidade Económico-Financeira 17

4.3 Imagens Aéreas (drone) 22

a) Descrição 22

b) Empresas Identificadas 24

c) Viabilidade Económico-Financeira 24

4.4 Irrigação de Precisão 29

a) Descrição 29

b) Empresas Identificadas 32

c) Viabilidade Económico-Financeira 32

4.5 Tratamento Inteligente da Água 37

a) Descrição 37

b) Empresas Identificadas 38

c) Viabilidade Económico-Financeira 39

4.6 Armadilhas Automáticas para Pragas 43

a) Descrição 43

b) Empresas Identificadas 45

c) Viabilidade Económico-Financeira 45

5. Conclusão 50

1. EQUADRAMENTO

O projeto Des Agro 4.0, cofinanciado através do FEDER e promovido pela DOLMEN, RUDE, UTAD e IPCB, tem como principal propósito dotar as empresas do setor agroalimentar e agroindustrial do território do Douro Verde com competências e conhecimentos que as tornem aptas a adotar e incorporar na sua atividade modelos de negócio inteligentes, ou seja, baseados e sustentados na designada Internet of Things (IoT) ou, de uma forma mais geral, na Indústria 4.0.

A Atividade 1 - Diagnóstico e mapeamento de inovações tecnológicas, pela qual se iniciou o projeto, teve como objetivo a realização de várias visitas a PME de referência dos setores agroalimentar e agroindustrial, no território referido anteriormente, por forma a caracterizar o atual modelo técnico-económico desses setores. Nesta mesma atividade foi realizado o mapeamento de inovações tecnológicas, identificando empresas portuguesas e estrangeiras aplicáveis, a todas as áreas dos setores agroalimentar e agroindustrial visadas pelo projeto.

Por conseguinte, na Atividade 2 - Realização de visitas de estudo e recolha de boas práticas, foram efetuadas reuniões técnicas com as empresas tecnológicas mapeadas na Atividade 1, e outras identificadas à posteriori durante a execução dos trabalhos. Através das reuniões técnicas, foram executados relatórios com a informação relativa às tecnologias fornecidas pelas diversas empresas auscultadas.

O presente documento insere-se na Atividade 3 - Elaboração e produção de dossiers de inovação do modelo técnico-económico, a qual tem como principal objetivo a estruturação de um modelo técnico-económico, que apoie o empresário na integração de sistemas inteligentes de gestão baseados em IoT nas suas atividades económicas, respondendo às debilidades identificadas no setor agroalimentar e agroindustrial, na região do Douro Verde. Posto isto, ao longo deste documento serão apresentadas, as informações mais relevantes das tecnologias passiveis de serem aplicadas/utilizadas por empresas do setor agroalimentar e agroindustrial do território do Douro Verde.

O dossier de inovação do modelo técnico-económico é constituído pela descrição da Exploração-tipo, de acordo com as visitas realizadas aos empresários do território-alvo, e posteriormente, pela descrição pormenorizada de tecnologias desenvolvidas por empresas nacionais e internacionais, a identificação de empresas fornecedoras das mesmas, os valores de investimento, os custos operacionais gerados pelas tecnologias, o impacto na realidade económica da empresa, a viabilidade do investimento das mesmas e por fim, uma análise geral de sensibilidade de diversos indicadores económicos.

2. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

Conforme referido anteriormente, o dossier de inovação do modelo técnico-económico tem como objetivo geral sensibilizar e capacitar os empresários do setor agroalimentar e agroindustrial da sub-região do Douro Verde, para a incorporação de metodologias tecnológicas e inteligentes nos seus negócios.

Em termos de objetivos específicos, destacam-se:

Capacitar o tecido empresarial sobre as soluções tecnológicas atualmente disponíveis no mercado, os requisitos necessários para a implementação dessas nas suas atividades económicas, e o seu modo de aplicação e funcionamento;

Disponibilizar aos empresários o mercado de oferta atual de cada solução tecnológica visada;

Permitir aos empresários verificarem a viabilidade económica e financeira da aquisição de cada solução tecnológica, de acordo com a caraterização da exploração-tipo do território.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO-TIPO

Tendo em conta as visitas de caracterização realizadas a alguns empresários, no Douro Verde, Produtores de Cereja, foi possível caracterizar as empresas deste setor de atividade pertencentes à região mencionada anteriormente. Esta caracterização da exploração-tipo assenta sobretudo na descrição dos principais pontos fulcrais, características sobre as quais as implementações das soluções tecnológicas nesta atividade têm impacto. Pretende-se, portanto, descrever a produção, a gestão da exploração, as principais receitas anuais e, por fim, os principais custos anuais.

O objetivo da realização da caracterização da exploração-tipo passa por ter uma referência das pequenas e médias empresas da região do Douro Verde, de modo a proceder no capítulo 4 do presente documento, ao cálculo da viabilidade económico-financeira de implementação das diversas soluções tecnológicas aplicáveis a este setor de atividade, a produção de cereja.

a) Sistema de Produção

Nesta região, as variedades de cerejeira mais comuns de encontrar são a Burlat, a Earlise, a Lapins e a Sweetheart, sendo que prevalece a utilização de porta-enxertos semi-ananicantes como o Maxma 14, entre outros porta-enxertos mais tradicionais. Os pomares apresentam compassos de plantação de 5x5 metros ou de 3x3 metros, sendo que as plantas se encontram predominantemente conduzidas em modo de vaso. Foi possível verificar que os pomares de cereja da região possuem uma dimensão que varia entre 1 e os 7 hectares, estimando-se assim uma área média de produção de 4 hectares.

Figura 1 – Registo Fotográfico de algumas explorações produtoras de cereja no Douro Verde.

b) Gestão da Exploração

Nesta região, todos os empresários entrevistados, produtores de cereja, agregam a produção de cereja com a produção de outras frutícolas, ou com vinha. Geralmente, as explorações deste território são irrigadas através de sistemas de rega gota-a-gota automatizada, com o respetivo sistema de fertirrega. Os registos dos dados considerados importantes pelos empresários, são realizados de forma manual, habitualmente num caderno de campo. Relativamente aos problemas fitossanitários nas explorações, todos os empresários da região têm dificuldade em controlar os ataques da Drosófila-da-asa-manchada gastando vários recursos com essa operação.

Os problemas que mais preocupam os produtores de cereja do Douro Verde são a escassez de mão de obra principalmente na época de colheita, as despesas elevadas com a aquisição de fitofármacos e o preço reduzido de venda das cerejas.

c) Principais Receitas Anuais

A única fonte de rendimento das explorações produtoras de cereja no Douro Verde é a comercialização da própria fruta, normalmente escoada para entrepostos da região. Em média, um hectare de produção nesta região apresenta uma produtividade de 9,5 toneladas de cereja, gerando, portanto, um volume de negócios anual a rondar os 57.000,00€ (o preço médio por quilograma de cereja aproxima-se de 1,50€).

d) Principais Custos Anuais

Relativamente aos principais custos anuais em explorações de cereja, realizaram-se estimativas médias de custos, tendo em conta os montantes apurados junto dos produtores de cereja no Douro Verde, aquando da realização da Atividade 1 do projeto. Na seguinte tabela é possível verificar os vários tipos de custos de exploração, bem como a média de custo por hectare.

Custos	Valor (€)	Valor (€) / hectare
Adubos e Corretivos	1.043,60€	260,90€
Combustíveis (Operações Culturais)	2.260,80€	565,20€
Combustíveis (Transporte de Mão de Obra)	521,60€	130,40€
Eletricidade	417,60€	104,40€
Fitofármacos	10.782,80€	2.695,70€
Manutenção de máquinas e equipamentos	452,00€	113,00€
Seguros	69,60€	17,40€
Total	15.548,00€	3.887,00€

Tabela 1 - Principais custos de exploração gerados pela produção de cereja (valores médios expressos em € na totalidade da exploração e por hectare).

É de notar a clara importância dos fitofármacos na estrutura global dos custos da exploração, sendo que este fator acarreta 69,4% dos custos totais da mesma. As despesas relativas ao combustível, utilizado para a realização das operações culturais, e aos adubos e corretivos, também são relevantes, sendo, respetivamente, 14,5% e 6,7% dos custos totais da exploração. Relativamente aos restantes custos, o combustível, utilizado para o transporte de mão de obra, representa 3,4% dos custos totais da exploração, a manutenção de máquinas e equipamentos 2,9%, a eletricidade 2,7% e os seguros 0,5%.

No que toca à mão de obra, foi possível observar que todas as explorações apresentam mão de obra permanente, mão de obra sazonal e em part-time. Destas, a que requer mais custos ao empresário é a mão de obra sazonal, que advém da elevada carga de trabalho, principalmente na época de colheita, mas também na realização das podas. O valor total de despesas com a mão de obra ronda em média os 35.600,00€ por ano, que significa uma despesa aproximada de 8.900,00€ por hectare, derivado das 3,2 Unidades de Trabalho Ano (6.076 horas de carga laboral).

Em seguida, apresenta-se uma tabela síntese da Exploração-tipo, na região do Douro Verde.

Área de produção	4 hectares
Produtividade anual	9,5 toneladas/hectare
Principais receitas anuais	Venda de cereja: 57.000,00€
Principais custos anuais	Total: 15.548,00€
Mão de obra anual	3,2 UTA (Unidade de Trabalho Ano) 6076 horas anuais de carga laboral total Custo anual de mão de obra: 35.600,00€
Tecnologia existente	-

Tabela 2 - Exploração-tipo, no setor da Cereja na região do Douro Verde.

Foi possível observar durante as visitas realizadas às explorações de cereja da região do Douro Verde, no âmbito da Atividade 1 do projeto, que os empresários ainda não adotaram nenhum tipo de tecnologia nas suas explorações, que permitam melhorar o rendimento das mesmas. Apesar disso, os empresários revelaram conhecimentos sobre algumas inovações tecnológicas, tais como, Softwares de Gestão, Sensores de Humidade dos Solos e Estações Meteorológicas, mostrando até interesse em adquirir algumas destas soluções.

4. TECNOLOGIAS DE PRECISÃO APLICÁVEIS AO SETOR

Algumas tecnologias de precisão que têm surgido nos últimos anos no mercado poderão, sob determinadas condições, permitir que empresários agrícolas da fileira da cereja elevem a capacidade de progressão dos seus negócios. Tecnologias como as Imagens de Satélite, Imagens de Drone e Software de Gestão da Exploração, bem como a utilização de alguns equipamentos como as Sondas de Solo, o sistema de Tratamento Inteligente da Água e as Armadilhas Automáticas para Pragas, constituem algumas das opções que um produtor de cereja pode implementar na sua exploração de forma a melhorar o rendimento da mesma.

O intuito do presente capítulo consiste em efetuar uma breve apresentação de cada uma das tecnologias mencionadas, complementando essa informação com um estudo de natureza económico-financeira visando o impacto que a introdução das mesmas terá na realidade da empresa. Pretende-se, portanto, analisar qual o investimento exigido ao empresário, os custos anuais gerados pela utilização da tecnologia, os benefícios económicos da mesma e, por fim, determinar a viabilidade desse investimento. De modo a tornar esta tarefa possível, o estudo em questão terá como alvo a exploração-tipo com as características descritas anteriormente no presente documento.

4.1 SOFTWARES DE GESTÃO DA EXPLORAÇÃO

a) Descrição

Nos dias de hoje, o empresário agrícola pode registar e organizar todos os dados da sua exploração numa única plataforma digital. Estes Softwares podem ser utilizados no computador, telemóvel ou tablet e permitem ao utilizador gerir todo o seu negócio tendo acesso em tempo real ao historial e às estatísticas da sua exploração. O empresário agrícola também tem disponíveis softwares que permitem otimizar a gestão da rega da sua exploração, tornando mais eficiente a utilização de água na cultura. Esta tecnologia usa plataformas digitais muito intuitivas e de fácil utilização por parte dos produtores de cereja, sendo que, se necessário, as empresas fornecedoras prestam serviços de formação de forma a que os utilizadores possam usufruir de todas as suas potencialidades.

As plataformas existentes no mercado funcionam, predominantemente, por módulos, ou seja, o utilizador tem acesso à versão básica do software com funcionalidades limitadas, podendo, caso assim deseje, usufruir de diversos módulos/funcionalidades extra, pagando, anualmente, o respetivo custo.

Atualmente destacam-se os seguintes módulos ao quais o produtor poderá ter acesso: 1) dados climatéricos, tanto o seu historial, como a sua previsão para os 7 dias seguintes, permitindo ao utilizador correlacionar esta informação com o estado fenológico das cerejeiras; 2) registo de parâmetros da rega, facilitando a gestão da mesma, estimando as necessidades de água a aplicar e acionando remotamente o sistema através do smartphone; 3) monitorização da fertilização (incluindo fertirrega) através do registo de informação relevante para a gestão da mesma (plano de fertilização, histórico, etc.); 4) gestão da sanidade da cultura, sendo possível o registo dos tratamentos fitossanitários realizados e de várias informações relevantes (por exemplo, intervalo de segurança), e o acesso a modelos de risco de inimigos da cultura; 5) monitorização dos custos da exploração, com a elaboração de inventários de produtos e a criação de estatísticas significativas capazes de identificar custos excessivos, permitindo uma otimização dos mesmos; 6) caracterização da mão de obra, avaliando o seu rendimento e o desempenho de cada trabalhador, tanto na colheita como nas restantes operações culturais, tornando possível uma gestão mais eficiente deste importante recurso.

Os softwares podem, ainda, ser conectados aos equipamentos supracitados (sondas de solo e armadilhas automáticas, entre outros) melhorando o rendimento da plataforma substancialmente e potenciando todas as suas funcionalidades. No entanto, o presente capítulo incidirá, unicamente, no uso exclusivo de software sem que o mesmo se encontre sincronizado com qualquer hardware (equipamento).

b) Empresas Identificadas

Durante a Atividade 1 do Projeto Des Agro 4.0 foram identificadas várias tecnologias e empresas fornecedoras das mesmas. Posto isto, são apresentadas em seguida empresas fornecedoras de Softwares de Gestão vocacionados para a produção de frutícolas.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Agrogrestão	Av. República 412 – 2750-475 Cascais, Portugal	https://agrogestao.com/	214 847 450
Agroop	Elospark II, Estrada de São Marcos 33, Escritório nº 11, Sintra, 2735-521 Lisboa, Portugal	https://www.agroop.net/	214 240 126
Isagri	Avenida D. Manuel II nº2070 Sala 24 Edifício Plaza 4470-334 Maia, Portugal (Delegação)	https://www.isagri.pt/	221 132 273
MyFarm	Av. Caiapó, 1510 - Santa Genoveva, Goiânia - GO, 74672-400, Brasil	https://www.myfarm.com.br/	(62) 3267-1599
Softimbra	Rua Carlos Seixas, nº281, 4ºB, 3030-177 Coimbra, Portugal	https://softimbra.com/	911 826 102
Wisecrop	R. Alfredo Allen 455, 4200-135 Porto, Portugal	https://www.wisecrop.com/pt/	910 131 463

Tabela 3 – Empresas fornecedoras de Softwares de Gestão da Exploração.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

A utilização de um software, desde que não seja conectado a equipamentos no terreno, não exige a realização de qualquer investimento inicial, uma vez que todos os custos associados à utilização destas plataformas são anuais. Perante esta constatação, não foi previsto qualquer necessidade de investimento para a presente tecnologia.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Um empresário que pretenda adotar esta tecnologia para otimizar a gestão da sua exploração apenas terá de antecipar um custo anual associado à licença de uso do software. Uma vez que este custo depende dos módulos/funcionalidades que o utilizador selecionar, foi necessário estabelecer pressupostos de modo a ser possível estimar os seus custos operacionais. Assume-se, assim, que o produtor terá acesso na plataforma a:

1. Módulo Clima – acesso aos dados climatéricos, tanto o seu historial, como a sua previsão para os 7 dias seguintes, permitindo ao utilizador correlacionar esta informação com o estado fenológico das cerejeiras;

2. Módulo Fitossanidade – gestão da sanidade da cultura, sendo possível o registo dos tratamentos fitossanitários realizados e de várias informações relevantes (por exemplo, intervalo de segurança), e o acesso a modelos de risco de inimigos da cultura;

3. Módulo Mão de Obra - caracterização da mão de obra, avaliando o seu rendimento e o desempenho de cada trabalhador, tanto na colheita como nas restantes operações culturais, tornando possível uma gestão mais eficiente deste importante recurso.

Os dados apresentados na plataforma são sempre personalizados para o terreno em questão. As várias funcionalidades do software são, usualmente, acompanhadas de sistemas de alerta, através do envio de notificações ao utilizador sempre que algum evento potencialmente problemático tenha ocorrido ou se preveja que possa acontecer em breve.

Usualmente, os custos operacionais gerados por este tipo de tecnologia não se encontram muito dependentes da área a gerir. Perante este facto, é notório que uma exploração de grandes dimensões poderá rentabilizar mais rapidamente a implementação de Softwares de Gestão da Exploração.

Para os pressupostos assumidos, prevê-se os seguintes custos operacionais.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Licença anual de utilização do software	838,80€
Licença do Produtor	24,00 €
TOTAL	862,80 €

Tabela 4 – Custos operacionais anuais gerados pela implementação do Software de Gestão da Exploração.

O custo apresentado não contempla qualquer serviço de aconselhamento prestado por consultores agrícolas. Salienta-se, no entanto, que a formação inicial de utilização da plataforma é, usualmente, gratuita.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Os Softwares de Gestão da exploração possibilitam que haja uma elevada capacidade de organização e nível de controlo da exploração do empresário agrícola. Estas tecnologias, se utilizadas adequadamente, permitem uma redução da quantidade de água disponibilizada às plantas, e das perdas de água ocorridas ao longo do sistema de irrigação. Também possibilitam um melhor planeamento da proteção da cultura e proporcionam uma otimização da aplicação de fertilizantes. A gestão da mão de obra e do stock de matérias-primas também é elevado a um patamar superior. Posto isto, o produtor de cereja poderá conseguir reduzir os custos com água para rega, com a eletricidade usada para o bombeamento da água e com a mão de obra, podendo poupar, ainda, na aplicação de fertilizantes. Todavia, algumas destas vantagens ficarão aquém do que seria possível alcançar quando estes softwares são sincronizados com equipamentos (sondas do solo, por exemplo).

No caso concreto da fileira da cereja no Douro Verde, assume-se que os custos com mão de obra poderão sofrer uma diminuição de 4%, representando uma poupança de 1.424€ por ano. Esta poupança justifica-se, sobretudo, pela melhoria na produtividade da colheita, através do controlo dos operadores. A criação de programas de rega pré-definidos de acordo com o estado fenológico, por exemplo, também permite poupar tempo com a gestão da rega, mesmo sem a instalação de sondas de solo.

Não se afigura como muito provável a possibilidade de esta tecnologia permitir a redução do uso de pesticidas, uma vez que os tratamentos nos cerejais são, usualmente, efetuados de forma preventiva.

Dado que a otimização da rega e da fertilização tanto podem implicar uma redução como um aumento do uso destes recursos (água e fertilizantes, respetivamente), assumiu-se que os mesmos não sofrerão qualquer variação.

Prevê-se, ainda, que o considerável grau de controlo e monitorização do pomar, alcançado pelo uso do software, permitirá que o empresário possa aumentar a produtividade do seu pomar em 1,5%, o que significa 570 kg adicionais de cereja por ano no caso da exploração-tipo, ou seja, um acréscimo de 855€ anuais em receitas.

Contudo, o empresário não conseguirá imediatamente usufruir de todas as potencialidades oferecidas pelo software, uma vez que qualquer tecnologia possui a sua curva de aprendizagem, parâmetro que traduz ao longo do tempo a capacidade máxima de tirar partido das potencialidades da solução tecnológica em questão. Trata-se de um fenómeno variável consoante a tecnologia e o grau de dedicação à mesma por parte do utilizador. É, assim, inevitável a ocorrência, no período inicial de implementação, de registos inferiores aos indicados. Tendo em consideração o tipo de tecnologia em análise e o perfil de empresário deste setor na região do Douro Verde, prevê-se que o software apenas será empregue com todo o seu potencial ao terceiro ano de utilização, não ultrapassando os 60% de benefícios expectáveis no primeiro ano e os 80% no segundo ano.

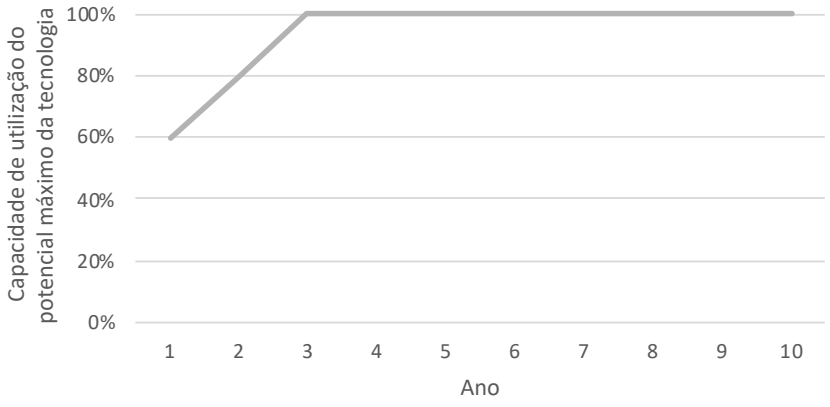

Gráfico 1 - Curva de aprendizagem para o Software de Gestão da Exploração.

Prevendo-se que o software permanecerá útil e pertinente para o fim pretendido durante um período temporal mínimo de 10 anos, estima-se que o empresário obtenha as seguintes vantagens económicas anuais.

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	513,00€	644,00€	855,00€	...	855,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	854,40€	1.139,20€	1.424,00€	...	1.424,00€
TOTAL		1.367,40€	1.823,20€	2.279,00€	...	2.279,00€

Tabela 5 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização do Software de Gestão da Exploração.

Os benefícios económicos máximos serão atingidos ao terceiro ano, mantendo-se teoricamente constantes até ao final do período de análise.

- **Viabilidade do Investimento**

Encontrando-se expostos os dados económicos relevantes para a análise de viabilidade económica da implementação do Software de Gestão da Exploração, apresenta-se de seguida o balanço anual dos mesmos para os 10 anos estipulados.

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	1.367,40€	1.823,20€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€	2.279,00€
Despesa Adicional	862,80€	862,80€	862,80€	862,80€	862,80€	862,80€	862,80€	1.942,80€	862,80€	862,80€
Balanço Anual	504,60€	960,40€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€	1.416,20€
Balanço Incremental	504,60€	-1.465,00€	2.991,20€	4.297,40€	5.713,60€	7.129,80€	8.546,00€	9.962,20€	11.378,40€	12.794,60€

Tabela 6 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização do Software de Gestão da Exploração segundo as características delineadas para a exploração-tipo.

Seguindo a tendência dos benefícios económicos, o balanço anual após o terceiro ano estabilizará e permanecerá constante enquanto as vantagens proporcionadas pelo uso da tecnologia se mantiverem relevantes. Deste modo, prevê-se que o balanço incremental seja positivo logo no primeiro ano de utilização da tecnologia. Ao final de 10 anos, este parâmetro rondará os 12.795€. Quanto mais longo for o período de relevância do software, maior será o balanço incremental no final desse período. Importa frisar que as empresas que desenvolvem este tipo de software realizam, frequentemente, atualizações gratuitas ao mesmo, reduzindo a probabilidade de se tornar obsoleto a curto prazo.

Salienta-se que nesta análise não foi incorporada a taxa de inflação, assumindo-se que a mesma será constante ao longo do período de estudo. Uma vez que não existe um real investimento para a implementação desta solução (apenas gerará custos operacionais anuais), não foi simulado qualquer cenário contemplando a obtenção de apoios ao investimento.

- **Análise de Sensibilidade**

Nem todas as explorações dedicadas à produção de cereja conseguirão alcançar o incremento de rentabilidade descrito para esta tecnologia. De igual modo, uma proporção considerável de explorações de cereja neste território possui uma área produtiva inferior à considerada para a exploração-tipo.

Importa, pois, realizar análises de sensibilidade a estes fatores, isto é, aos benefícios económicos obtidos com a implementação da tecnologia, bem como à dimensão da área de produção na exploração, e determinar qual o limiar de rentabilidade dos mesmos.

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

Após a realização de uma análise de sensibilidade foi possível determinar que o produtor terá de conseguir, em média, comercializar mais 230kg de cereja por ano comparativamente com o que vende atualmente, gerando um volume de negócios anual adicional de aproximadamente 340€ (considerando um preço médio de venda de 1,50€/kg). Tal significa que o limite mínimo para garantir a rentabilidade deste cenário se situa num aumento de volume de negócios gerado pela venda de cereja em cerca de 0,6%. Simultaneamente, deverá, ainda, conseguir poupar cerca de 1,6% em mão de obra (570 €). Assim sendo, constata-se que é imperativo gerar benefícios económicos totais na ordem dos 910€ anuais. Naturalmente, qualquer um destes 2 parâmetros se pode situar abaixo dos níveis mencionados, mas terá de ser compensado pelo incremento do outro, de modo a que este total seja igualado ou superado.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	0,6%	230 kg	340€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	31,6%	100 h	570€
TOTAL		-	-	910€

Tabela 7 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos.

b) Variação da dimensão da área de produção

A dimensão mínima da área produtiva que garante a sustentabilidade da implementação desta tecnologia, mantendo-se as condições inicialmente estipuladas para a exploração-tipo da cereja no Douro Verde, é de 1,6 hectares. Contudo, um empresário que possua uma área menor também poderá rentabilizar esta solução tecnológica. Tudo dependerá do incremento de rentabilidade que conseguirá extrair a partir do uso do software, devendo nesse caso ser superior ao considerado para o cenário-base estudado neste capítulo.

4.2 IMAGENS AEROESPACIAIS

a) Descrição

As Imagens Aeroespaciais, obtidas através de satélites que se encontram em órbita, possibilitam ao empresário monitorizar no espaço e no tempo a biomassa da cultura (parâmetro que se encontra relacionado com a sua produtividade), o índice de clorofila da folha através do índice vegetativo NDVI (igualmente indicativo da produtividade da cultura) e o teor de água na folha através do NDWI, índice que possibilita avaliar o stress hídrico das plantas permitindo uma melhor gestão da rega. Estas imagens permitem, ainda, efetuar a monitorização de algumas características do solo, como a condutividade elétrica, a humidade ou a sua temperatura. Ao recorrer a esta tecnologia, o utilizador poderá detetar diferenças na sua parcela, oferecendo informação pertinente para a definição de um plano de fertilização da cultura por zonas, corrigir o solo só nos locais que considere necessário, constituindo também um precioso auxiliar na gestão da rega a administrar em diferentes setores do pomar.

Contudo, estas imagens não permitem monitorizar pragas ou doenças, apesar de a ocorrência de problemas fitossanitários poder ser, eventualmente, percetível, através da análise da diferença do índice de clorofila nas folhas em certas zonas da parcela, e isso indicar que o pomar está a ser atacado por uma determinada praga ou doença.

O empresário poderá ter acesso a imagens de satélites públicos como o caso do Sentinel 1 e do Sentinel 2, mas também existem algumas empresas com satélites privados que fornecem imagens das explorações aos seus clientes. Os índices mencionados apenas podem ser determinados após o tratamento das imagens de satélite, processo esse que envolve, nomeadamente, a análise da relação entre a radiação eletromagnética emitida pelo satélite e a reflexão de determinados comprimentos de onda pela superfície terrestre.

A informação providenciada pelas imagens aeroespaciais poderá ser complementada, com bastante proveito, através da realização de análises suplementares ao solo. A conjugação da informação obtida através de todos estes meios é frequentemente realizada por produtores que pretendem ter informação mais minuciosa relativamente à sua exploração, de modo a gerar com alguma precisão mapas com zonas diferenciadas de gestão.

Como análises de solo particularmente pertinentes, sugere-se o levantamento da Condutividade Elétrica aparente (CEa) e análises de solo laboratoriais (físico-químicas). A Condutividade Elétrica aparente pode ser medida no próprio terreno, com recurso a um equipamento rebocado por moto-4. Este método oferece valores mais precisos e com maior resolução comparativamente com os obtidos através de satélites. A Condutividade Elétrica aparente é um parâmetro que se encontra dependente da textura do solo e sua capacidade de drenagem, traduzindo a variabilidade existente no solo da exploração.

Com recurso a esta informação, é possível identificar quais os locais críticos para realizar amostragens, bem como definir setores homogéneos. A identificação de diferentes setores com características físicas uniformes é fundamental para a gestão diferenciada do pomar.

As análises de solo laboratoriais, realizadas a amostras retiradas dos pontos críticos identificados através da CEa, complementarão a informação obtida através das imagens aeroespaciais. De forma a aperfeiçoar o plano de fertilização, estas análises deverão incidir na caracterização dos nutrientes presentes no solo (macronutrientes primários e secundários, bem como micronutrientes), assim como o seu pH. Deste modo, será possível elaborar uma carta de nutrientes, capaz de identificar quais os locais/setores do pomar que possuem deficiência de vários nutrientes e qual o grau de escassez.

Em suma, constata-se que através das imagens aeroespaciais e da carta de nutrientes, o empresário poderá monitorizar a parte aérea das suas cerejeiras, bem como efetuar uma gestão diferenciada da cultura. Toda esta informação é processada e gerada sob a forma de mapas ilustrativos do terreno, de fácil visualização para o utilizador, contendo os vários parâmetros estudados (NDVI, Condutividade Elétrica aparente, carta de nutrientes, entre outros). Habitualmente, as empresas que efetuam este serviço disponibilizam as imagens aeroespaciais numa App ou plataforma online. Algumas destas empresas também podem efetuar a interpretação das imagens obtidas e prestar aconselhamento técnico (por exemplo, plano de fertilização), se bem que esse serviço possa implicar a deslocação de uma equipa técnica à exploração e acarretar custos substancialmente superiores.

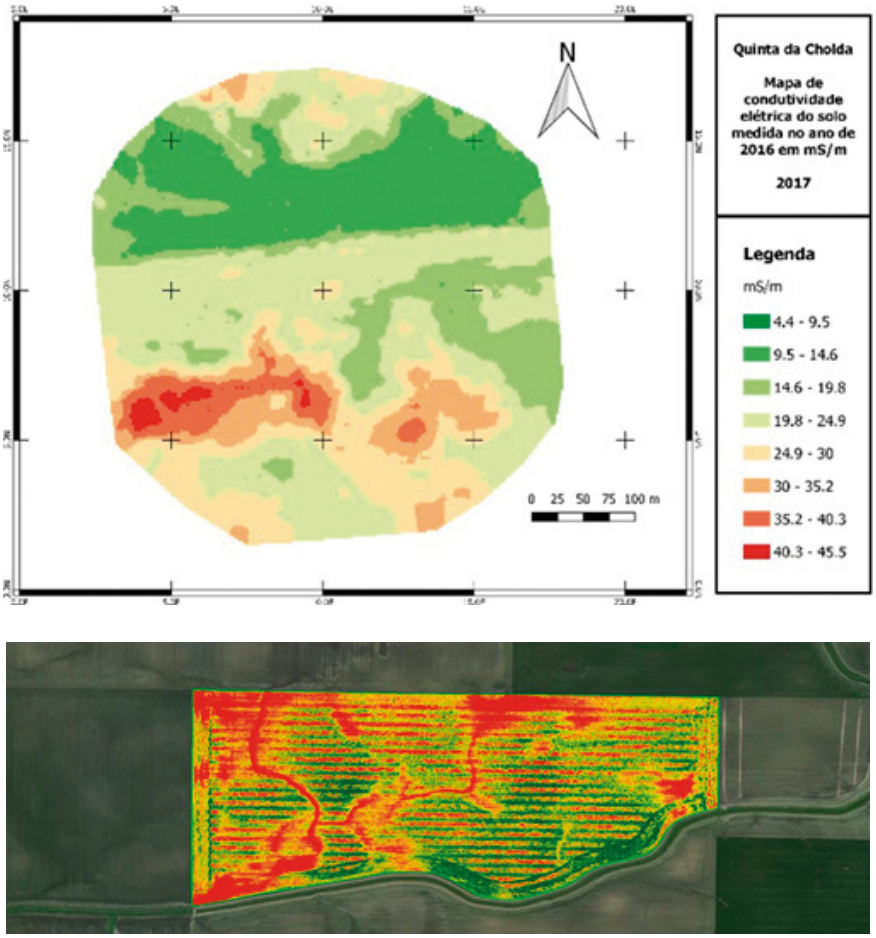

Figura 2 - Imagens aeroespaciais captadas pelos satélites, relativamente à condutividade elétrica do solo e ao NDVI.

b) Empresas Identificadas

A utilização de Imagens Aeroespaciais constitui um método de gestão da exploração que tem conhecido, recentemente, uma adesão considerável por parte dos empresários agrícolas. Atualmente, existem várias empresas que disponibilizam este serviço. A título de exemplo, apresenta-se de seguida algumas empresas de renome com atividade neste setor.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Agroinsider	Rua Circular Norte, Edifício NERE, 7005-841 Évora, Portugal	https://agroinsider.com/	266 709 115
Agroop	Elospark II, Estrada de São Marcos 33, Escritório nº 11, Sintra, 2735-521 Lisboa, Portugal	https://www.agroop.net/	214 240 126
Geosys	B Park – Bâtiment B 2, rue Joseph Hubert 31130 Balma, França	https://geosys.com/?lang=pt-br	+33 (0) 5 62 47 80 80
Hidrosoph	R. Hermes da Fonseca Vermelho, 43A 7005-401 Évora, Portugal	http://www.hidrosoph.com/	266 741 253

Tabela 8 – Empresas que disponibilizam Imagens Aeroespaciais e efetuam o seu tratamento para fins agrícolas.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

Tratando-se de um serviço anual que não requer a aquisição de qualquer hardware, a utilização de Imagens Aeroespaciais não implica a realização de qualquer investimento inicial para que o empresário possa usufruir das suas vantagens.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

O empresário terá de prever alguns custos operacionais advindos da implementação de Imagens Aeroespaciais na gestão da exploração, assim como das análises complementares descritas anteriormente. Esses custos encontram-se elencados na tabela seguinte.

Tipo de Custo	Custo unitário (€) s/ IVA	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Licença anual de utilização do software (imagens aeroespaciais)	62,50€ / mês	250,00€
Levantamento da Condutividade Elétrica Aparente	35,00€ / hectare	140,00€ [1]
Recolha de amostras e processamento em laboratório	25,00€ / hectare	25,00€
Cartografia dos nutrientes	6,00€ / hectare	6,00€
Assistência e aconselhamento técnico	250,00€ / mês	1.000,00€ [2]
Deslocação da equipa técnica	100,00€ / deslocação [3]	100,00€ (1 deslocação)
TOTAL	-	1.521,00€

Tabela 9 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de Imagens Aeroespaciais e análises complementares na gestão da exploração.

Assume-se como pressuposto que nos primeiros 3 anos de utilização, o empresário recorrerá à assistência e aconselhamento técnico da empresa prestadora do serviço, enquanto que nos anos subsequentes o utilizador já possuirá suficiente massa crítica para usufruir de todo o potencial desta tecnologia e, consequentemente, será o próprio a analisar e interpretar a informação constante nas imagens.

Considerou-se ainda como pressuposto a aquisição da licença anual de utilização do software para 4 meses por ano. A recolha de amostras e cartografia dos nutrientes será realizada em 25 % da área da exploração.

Com o intuito de rentabilizar mais facilmente o recurso a Imagens Aeroespaciais, realça-se que este serviço pode ser pago por um conjunto de produtores com explorações contíguas. Uma vez que o serviço não é pago por área total de estudo, os utilizadores poderão dividir a despesa entre si, tornando a implementação desta tecnologia mais económica.

1. Serviço a ser prestado apenas no ano 1, uma vez que não se justifica a realização anual desta operação.
2. Este serviço será contratado nos primeiros 3 anos.
3. O custo de deslocação da equipa técnica encontra-se dependente da distância existente entre o ponto de partida da equipa técnica e a localização da exploração.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Através das Imagens Aeroespaciais e das análises complementares de solo, o produtor de cereja obterá informação valiosa para efetuar uma aplicação diferenciada de fertilizantes em diferentes zonas do pomar, tendo um maior controlo na sua utilização. Isto faz com que haja um menor desperdício e uma maior eficácia na sua aplicação, e poderá induzir um aumento da produtividade da exploração. Ademais, os problemas com o pomar são detetados e resolvidos atempadamente, potenciando a quantidade de frutos produzidos. A adoção desta tecnologia também provoca uma redução da mão de obra associada à gestão da exploração. A redução de mão de obra justifica-se, sobretudo, pela celeridade com que a observação do pomar é realizada, sem necessitar deslocações muito frequentes ao mesmo.

Com o uso desta tecnologia, crê-se que seja possível obter um incremento de 3% na quantidade de cerejas produzidas, o equivalente a 1 140kg anuais no caso da exploração-tipo, ou seja, 1.710€ de receitas adicionais, assumindo-se um preço médio de 1,50€/kg. Já a mão de obra poderá ser diminuída em cerca de 1% (poupança anual de 60,8 horas de trabalho) enquanto houver aconselhamento técnico, ou seja, nos primeiros 3 anos de utilização. Nos anos subsequentes, assume-se que o tempo de trabalho poupado na observação do pomar será neutralizado pelo tempo despendido na análise e interpretação dos dados do empresário, uma vez que já não se prevê o recurso a acompanhamento técnico.

Pressupõe-se, ainda, que o sistema de rega já se encontra instalado e não será reconfigurado de forma a tirar partido da informação fornecida por esta tecnologia. Desta forma, não haverá oscilação no consumo de água.

Relativamente aos fertilizantes, a sua aplicação diferenciada em diversos setores poderá implicar uma diminuição ou um aumento da quantidade total aplicada. Aliás, poderá até ocorrer um acréscimo de consumo em algumas zonas do terreno e uma diminuição noutros locais, ao ponto de a variação do consumo de fertilizantes ser aproximadamente nula comparativamente com o cenário prévio à adoção desta tecnologia. Consequentemente, foram simulados 3 cenários diferentes, um sem variação do uso de fertilizantes, outro com um decréscimo de 5% no seu consumo e um final com um aumento de 5%.

Quanto à curva de aprendizagem, é expectável que no primeiro ano o produtor alcance 70% das potencialidades máximas desta tecnologia. No segundo ano poderá chegar aos 85% e, finalmente, no terceiro ano e anos subsequentes terá condições para alcançar total proficiência na utilização das Imagens Aeroespaciais e análises complementares. Esta curva de aprendizagem aplica-se mesmo no caso de se recorrer a aconselhamento técnico, pois será necessário, inicialmente, aperfeiçoar e "calibrar" a interpretação das cartas e a sua aplicação na gestão do pomar em estudo. Sem acompanhamento, a curva de aprendizagem seria ainda mais penalizadora.

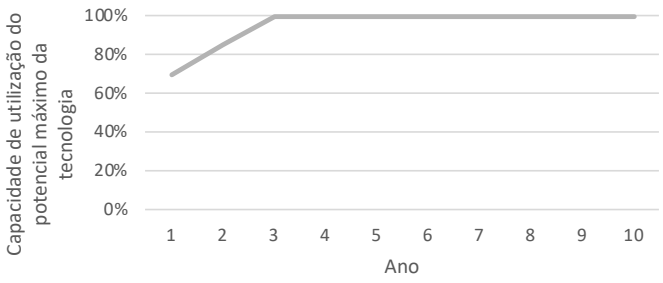

Gráfico 2 – Curva de aprendizagem associada ao uso de Imagens Aeroespaciais.

Considerando um período de 10 anos, os benefícios económicos para os 3 cenários em estudo encontram-se esquematizados nas tabelas seguintes.

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	Cereja	1.197,00€	1.453,50€	1.710,00€	1.710,00€	...	1.710,00€
Decréscimo de Custos	Mão de Obra	249,20€	302,60€	356,00€	- €	...	- €
TOTAL		1.446,20€	1.756,10€	2.066,00€	1.710,00€	...	1.710,00€

Tabela 10 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Imagens Aeroespaciais na gestão da exploração (tanto para o cenário sem variação do consumo de fertilizantes como para o cenário com aumentode 5% no consumo).

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	Cereja	1.197,00€	1.453,50€	1.710,00€	1.710,00€	...	1.710,00€
Decréscimo de Custos	Fertilizantes	36,53€	44,35€	52,18€	52,28	...	5,18
	Mão de Obra	248,20€	302,60€	356,00€	- €	...	- €
TOTAL		1.482,73€	1.800,45€	2.118,18€	1.762,18€	...	1.762,18€

Tabela 11 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Imagens Aeroespaciais na gestão da exploração (com redução de 5% no consumo de fertilizantes).

Por seu lado, no cenário com acréscimo de 5% no consumo de fertilizantes, será expectável as seguintes despesas adicionais geradas por este fator de produção (valores assumidos para a exploração-tipo).

Desvantagens Económicas		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Custos	Fertilizantes	36,53€	44,35€	52,18€	52,18	...	52,186€

Tabela 12 – Desvantagens económicas anuais provenientes da utilização de Imagens Aeroespaciais na gestão da exploração (com aumento de 5% no consumo de fertilizantes).

Evidentemente, quanto maior for o decréscimo do uso de fertilizantes, mais vantajosa, do ponto de vista económico, será a implementação da presente tecnologia. Em sentido inverso, um aumento do consumo de fertilizantes abaterá parcialmente os benefícios económicos obtidos pelo aumento de produtividade e pela poupança em mão de obra.

Note-se, novamente, que a redução de mão de obra foi omitida em todos os cenários a partir do quarto ano, uma vez que nesses anos o empresário já não irá recorrer a aconselhamento técnico e, consequentemente, terá de despender algum tempo a interpretar os dados obtidos através da tecnologia.

- **Viabilidade do Investimento**

Face ao exposto, apresenta-se de seguida o balanço anual dos dados apurados até ao momento para os 3 cenários.

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	**1.446,20€**	1.756,10€	2.066,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€
Despesa Adicional	**1.521,00€**	1.231,00€	1.081,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€
Balanço Anual	**-74,80€**	525,10€	985,00€	1.329,00€	1.329,00€	1.329,00€	1.329,00€	1.329,00€	1.329,00€	1.329,00€
Balanço Incremental	**-74,80€**	450,30€	1.435,30€	2.765,30€	4.092,30€	5.422,30€	6.751,30€	8.080,30€	9.409,30€	10.738,30€

Tabela 13 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Imagens Aeroespaciais segundo as características delineadas para a exploração-tipo (sem variação no consumo de fertilizantes).

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	1.482,73€	1.800,45€	2.118,18€	1.762,18€	1.762,18€	1.762,18€	1.762,18€	1.762,18€	1.762,18€	1.762,18€
Despesa Adicional	1.521,00€	1.231,00€	1.081,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€	381,00€
Balanço Anual	-38,27€	569,45€	1.037,18€	1.381,18€	1.381,18€	1.381,18€	1.381,18€	1.381,18€	1.381,18€	1.381,18€
Balanço Incremental	-38,27€	531,42€	1.568,36€	2.949,54€	4.330,72€	5.711,90€	7.093,08€	8.474,26€	9.855,44€	11.236,62 €

Tabela 14 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Imagens Aeroespaciais segundo as características delineadas para a exploração-tipo (com diminuição de 5% no consumo de fertilizantes).

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	1.446,20€	1.756,10€	2.066,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€	1.710,00€
Despesa Adicional [4]	1.557,53€	1.275,35€	1.133,18€	433,18€	433,18€	433,18€	433,18€	433,18€	433,18€	433,18€
Balanço Anual	-111,33€	480,75€	932,82€	1.276,82€	1.276,82€	1.276,82€	1.276,82€	1.276,82€	1.276,82€	1.276,82€
Balanço Incremental	-111,33€	369,42€	1.302,24€	2.579,06€	3.855,88€	5.132,70€	6.409,52€	7.686,34€	8.963,16€	10.239,98€

Tabela 15 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Imagens Aeroespaciais segundo as características delineadas para a exploração-tipo (com aumento de 5% no consumo de fertilizantes).

Todos os cenários são penalizados severamente nos primeiros 3 anos em virtude do acompanhamento técnico que será realizado na exploração durante esse período, sendo possível compensar esse balanço negativo nos anos seguintes. Observa-se, portanto, que em todos os cenários em análise se consegue alcançar um balanço incremental no segundo ano de aquisição e utilização desta tecnologia. Este balanço incremental varia dos cerca de 10.200 € até aos 11.200 € nos três cenários realizados, do cenário mais negativo para o mais positivo, no final do período de vida útil definido para esta tecnologia.

Frisa-se, novamente, que estes resultados dizem respeito à exploração-tipo de cereja no Douro Verde e que apenas se verificarão no caso de o empresário não superar os índices de rentabilidade expostos anteriormente.

4. A rubrica "Despesa Adicional" afeta ao cenário com acréscimo de fertilizantes, contempla não só o incremento da despesa com fertilizantes como também os custos operacionais associados ao uso da tecnologia.

- **Análise de Sensibilidade**

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

De modo a acautelar possíveis oscilações nos índices de variação das receitas e despesas implícitas à utilização das Imagens Aeroespaciais, efetuou-se uma análise de sensibilidade a estes parâmetros, ou seja, determinou-se quais serão os registos mínimos de incremento de rentabilidade que o empresário deverá garantir para que este investimento seja viável durante o período de estudo. Esta análise incidiu nos 3 cenários em avaliação.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,14%	430 kg	650€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,38%	24 h	140€
TOTAL		-	-	790€

Tabela 16 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (sem variação no consumo de fertilizantes).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,1%	400 kg	600€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,4%	20 h	120€
TOTAL		-	-	720€

Tabela 17 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (com diminuição de 5% no consumo de fertilizantes).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,20%	470 kg	700€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,41%	26 h	150€
TOTAL		-	-	850€

Tabela 18 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (com aumento de 5% no consumo de fertilizantes).

Constata-se, assim, que no cenário sem qualquer variação no consumo de fertilizantes, o empresário terá de garantir benefícios económicos totais de aproximadamente 790€ no terceiro ano, sendo esta quantia repartida entre o aumento de produtividade e a redução das necessidades de mão de obra. A título de exemplo, de modo a garantir este registo, bastará ao produtor aumentar 1,14% na quantidade de cereja produzida (incremento de 430 kg de cereja) e reduzir 0,38% no tempo de trabalho desempenhado na exploração (poupança anual de 24 horas). No entanto, a proporção relativa entre estes dois fatores (produtividade e mão de obra) pode variar, desde que os benefícios económicos totais no terceiro ano superem os 790 € mencionados.

Um empresário que consiga reduzir a quantidade de fertilizantes aplicados não necessitará de registos tão favoráveis. Em sentido inverso, caso a exploração passe a consumir mais fertilizantes, os registos mínimos exigíveis serão superiores, tanto na quantidade de cereja produzida, como na mão de obra. Com um aumento de 5% neste parâmetro, será necessário garantir um benefício total mínimo de 850€ no terceiro e nos anos subsequentes.

b) Variação da dimensão da área de produção

A área mínima de produção que assegura a viabilidade económica desta tecnologia difere de acordo com a variação do consumo de fertilizantes:

- **Sem variação no consumo de fertilizantes: 1.5 hectares;**
- **Poupança de 5% no consumo de fertilizantes: 1.4 hectares;**
- **Aumento de 5% no consumo de fertilizantes: 1.5 hectares.**

Estes registos assumem que todas as restantes condições estipuladas anteriormente para a exploração-tipo se mantêm (custos de exploração por hectare, incremento de rentabilidade na produção de cereja e na redução das necessidades de mão de obra, etc.).

4.3 IMAGENS AÉREAS (DRONE)

a) Descrição

Tal como as imagens de satélite, as Imagens Aéreas, captadas através de câmaras instaladas em drones, também monitorizam todos os índices referidos anteriormente (NDVI, NDWI, entre outros), mas com uma resolução muito maior do que a apresentada pelos satélites, ou seja, será possível obter imagens do terreno com resoluções de aproximadamente 1cm x 1cm ao invés da resolução 10m x 10m que se verifica nas imagens dos satélites. A elevada resolução proporcionada pelas Imagens Aéreas permitirá ao produtor de cereja monitorizar, com muito maior precisão, os índices na sua exploração e, deste modo, realizar uma gestão mais cuidada da mesma e detetar, mais facilmente, problemas no seu pomar.

Por outro lado, as Imagens Aéreas têm como desvantagem a necessidade de requererem a realização de um novo voo de drone sempre que o utilizador pretender gerar uma nova imagem da sua área produtiva, algo que não se sucede com as imagens de satélite, encontrando-se as mesmas disponíveis de forma muito mais contínua e imediata. Dependendo do número de voos realizados por ano e da área a mapear, os custos de utilização também poderão ser substancialmente superiores, quando comparados com a utilização de Imagens Aeroespaciais.

Na presente análise a esta tecnologia, vai-se assumir que o empresário irá recorrer aos serviços de uma empresa especializada na captação de imagens de drone e respetivo processamento. Tal decisão se deve à abrupta curva de aprendizagem associada à utilização do próprio drone para gerar imagens de qualidade profissional de extensas áreas de terreno, tornando deveras difícil que o produtor consiga usufruir plenamente das potencialidades desta solução tecnológica.

Tal como sucede nas Imagens Aeroespaciais, também as imagens captadas por drone podem ser combinadas com informação obtida a partir de outros meios de diagnóstico do terreno. Tanto o levantamento da Condutividade Elétrica aparente, como a realização de análises de solo focadas nos pontos críticos do pomar e a elaboração de cartas de nutrientes oferecem informação valiosa para definir a estratégia de gestão da área produtiva (e.g. identificação precoce de problemas no pomar, elaboração do plano de fertilização diferenciado de acordo com o setor, etc.).

As empresas prestadoras destes serviços criam mapas de gestão da exploração que expressam, através de manchas com tonalidades diferentes, a variação dos diversos índices em estudo. O produtor de cereja, se assim entender, poderá recorrer a aconselhamento técnico de forma a efetuar uma interpretação correta dos mapas obtidos e definir a estratégia de gestão mais adequada.

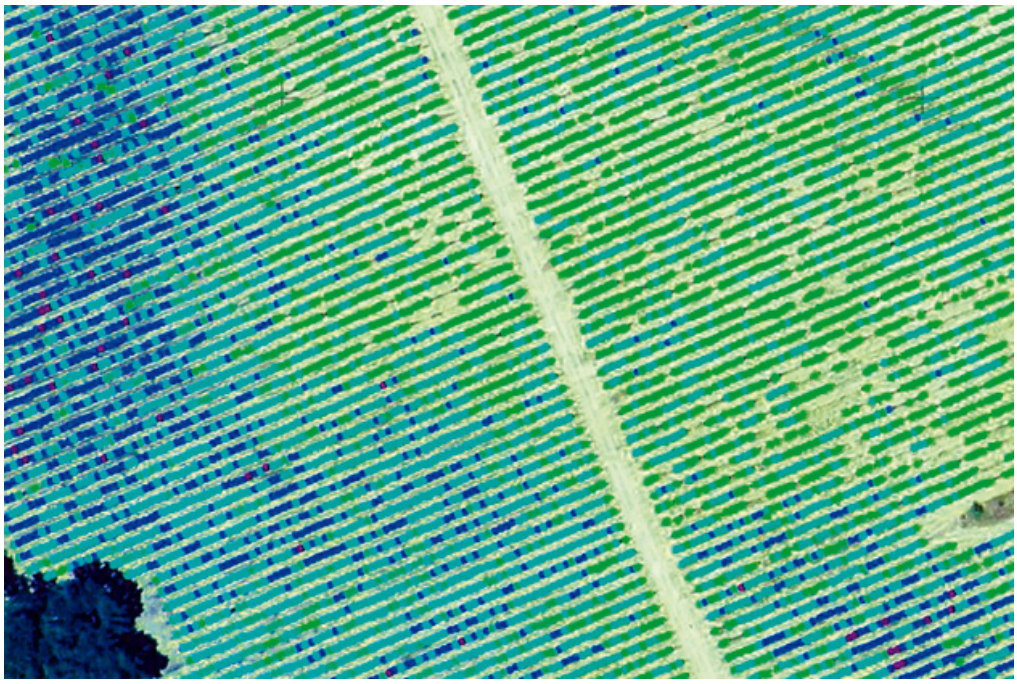

Figura 3 - Imagem captada por um drone, relativamente ao NDVI.

b) Empresas Identificadas

Existem, presentemente, várias empresas que possuem os meios necessários para efetuar o mapeamento do terreno com recurso a drones, sendo igualmente capazes de realizar o estudo dos parâmetros do solo referidos (e.g. Condutividade Elétrica aparente), gerando cartas com zonas de gestão que permitem ao empresário gerir o seu pomar de forma mais diferenciada e "personalizada". Apresentamos na tabela seguinte algumas das empresas mais conceituadas neste ramo.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Aerobotics	16 Napier St, De Waterkant, Cape Town, 8001, Cape Town, África do Sul	https://www.aerobotics.com	+27 21 035 1060
Area400	R. da Condessa de Valença nº 22, 7050-164 Montemor-o-Novo, Portugal	https://www.area400.pt/	919 964 129
SpinWorks	Av. da Igreja 42, 6º 1700-239 Lisboa, Portugal	http://www.spinworks.pt/	210 128 452
TERRAPRO	Av. Nossa Sra da Guadalupe n°63 - Porto Alto 2135-015 Samora Correia, Portugal	https://terra-pro.net/	263 655 115

Tabela 19 – Empresas que disponibilizam Imagens Aéreas (drone) e efetuam o seu tratamento para fins agrícolas.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

A conceção de Imagens Aéreas do terreno, bem como a elaboração de mapas com zonas de gestão diferenciada, consiste num serviço prestado por empresas especializadas neste domínio, sendo que as mesmas já possuem todos os equipamentos necessários à execução das tarefas em questão. Deste modo, o empresário agrícola não terá de efetuar a aquisição de qualquer hardware, devendo, contudo, prever os custos anuais gerados pela contratação deste serviço.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Os custos anuais gerados pelo recurso a este serviço foram previstos para a totalidade dos parâmetros mencionados anteriormente (índices vegetativos, Condutividade Elétrica aparente, etc.). Encontram-se sintetizados na seguinte tabela.

Tipo de Custo	Quantia (€) s/ IVA	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Voo de drone	30,00€ / hectare	240,00€ (2 voos de drone)
Levantamento da Condutividade Elétrica Aparente	35,00€ / hectare	140,00€ [5]
Recolha de amostras e processamento em laboratório	25,00€ / hectare	25,00€
Cartografia dos nutrientes	6,00€ / hectare	6,00€
Assistência e aconselhamento técnico	250,00€ / mês	1.000€ [6]
Deslocação da equipa técnica	100,00€ / deslocação [7]	300,00€ (3 deslocações)
TOTAL	-	1.711,00€

Tabela 20 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de Imagens Aéreas e análises complementares na gestão da exploração-tipo (4 hectares).

Assume-se como provável a necessidade da realização de cerca de 2 voos de drone por ano, de modo a que o empresário possa ir acompanhando a evolução do seu pomar ao longo do ciclo produtivo. Estes voos apenas devem ser realizados enquanto as árvores possuírem folhas, uma vez que os índices vegetativos apenas são relevantes nesse período. Será necessário que a equipa técnica efetue, no mínimo, uma terceira deslocação para executar os restantes testes de diagnóstico (levantamento da CEa (apenas no primeiro ano) e a recolha de amostras), podendo estas análises ser realizadas no período de repouso vegetativo das cerejeiras.

5. Serviço a ser prestado apenas no ano 1, uma vez que não se justifica a realização anual desta operação.
6. Este serviço será contratado nos primeiros 3 anos.
7. O custo de deslocação da equipa técnica encontra-se dependente da distância existente entre o ponto de partida da equipa técnica e a localização da exploração de cereja.

À semelhança dos pressupostos considerados para as imagens aeroespaciais, assume-se como pressuposto que nos primeiros 3 anos de utilização, o empresário recorrerá à assistência e aconselhamento técnico da empresa prestadora do serviço, durante 4 meses por ano, enquanto que nos anos subsequentes o utilizador já possuirá suficiente massa crítica para usufruir de todo o potencial desta tecnologia e, consequentemente, será o próprio a analisar e interpretar a informação constante nas imagens. Considerou-se ainda como a recolha de amostras e cartografia dos nutrientes em 25 % da área da exploração.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Os benefícios económicos gerados pela utilização de Imagens Aéreas e análises complementares são idênticos aos elencados, anteriormente, para as Imagens Aeroespaciais. Reforça-se, contudo, a noção de que as Imagens Aéreas possuem uma maior resolução, permitindo uma deteção mais pormenorizada de problemas no pomar, bem como uma gestão mais detalhada e cuidada do mesmo. Deste modo, como principal diferença relativamente ao uso de Imagens Aeroespaciais, é expectável um acréscimo ligeiramente superior na produtividade, no caso de o produtor optar por recorrer a Imagens Aéreas captadas por drone. Assim sendo, crê-se ser possível obter um acréscimo de 4,5% neste parâmetro, ao invés dos 3% alcançados através das Imagens Aeroespaciais. A diferença ténue deve-se ao facto de as imagens de drone serem bem mais esporádicas do que as geradas através de satélites, não permitindo um acompanhamento tão contínuo do pomar, apesar de possuírem uma resolução muito maior. Com um acréscimo de 4,5% na produtividade, será possível obter, na exploração-tipo, 1.710 kg adicionais de fruta por ano (aproximadamente 2.565€ de receita extra, quando considerado um preço médio de 1,50€/kg de cereja).

O impacto nas necessidades de mão de obra será semelhante ao previsto para as Imagens Aeroespaciais, ou seja, o empresário poderá poupar aproximadamente 1% em tempo de trabalho (60,8 horas anuais), enquanto recorrer ao aconselhamento técnico.

Por sua vez, o consumo de fertilizantes poderá ou não sofrer variações significativas. Assim sendo, doravante, serão simulados, novamente, 3 cenários, nomeadamente, um sem variação do uso de fertilizantes, outro com um decréscimo de 10% no seu consumo e um final com um aumento de 10%.

Tratando-se de uma tecnologia idêntica às Imagens Aeroespaciais, a curva de aprendizagem associada à utilização destas tecnologias será em tudo semelhante, pelo que se estima que o utilizador não consiga extrair mais de 70% de capacidade máxima de utilização no primeiro ano. No segundo ano poderá situar-se nos 85% e atingir os 100% a partir do terceiro ano.

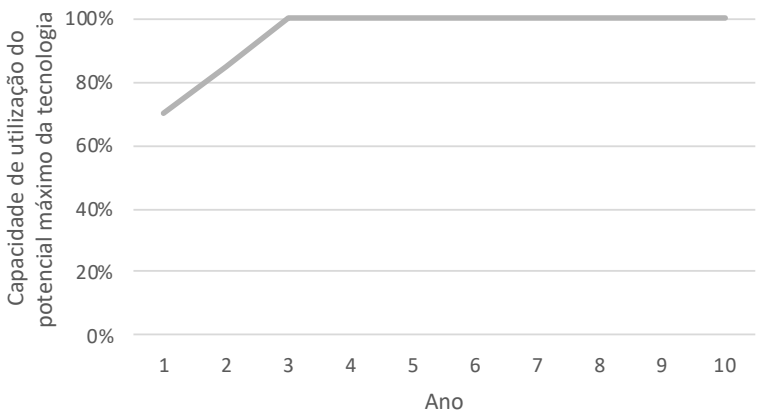

Gráfico 3 – Curva de aprendizagem associada ao uso de Imagens Aéreas.

Considerando um período de análise de 10 anos, estima-se o alcance dos seguintes benefícios económicos para os 3 cenários em estudo (tabelas 21 e 22).

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1.795,50€	2.180,25€	2.565,00€	2.565,00€	...	2.565,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	249,20€	302,60€	356,00€	- €	....	- €
TOTAL		2.044,70€	2.482,85€	2.921,00€	2.565,00€	...	2.565,00€

Tabela 21 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Imagens Aéreas na gestão da exploração (tanto para o cenário sem variação do consumo de fertilizantes como para o cenário com aumento de 10% no consumo).

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1.795,50€	2.180,25€	2.565,00€	2.565,00€	...	2.565,00€
Decréscimo de Custos	**Fertilizantes**	73,05€	88,71€	104,36€	104,36€	...	104,36€
	Mão de Obra	249,20€	302,60€	356,00€	- €	...	- €
TOTAL		2.117,75€	2.571,56€	3.025,36€	2.669,36€	...	2.699,36€

Tabela 22 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Imagens Aéreas na gestão da exploração (com redução de 10% no consumo de fertilizantes).

No caso de haver um aumento de 10% no consumo de fertilizantes, será expectável que a exploração-tipo possua os seguintes custos de exploração adicionais em cada ano do período em análise.

Desvantagens Económicas		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Custos	**Fertilizantes**	73,05€	88,71€	104,36€	104,36€	...	104,36€

Tabela 23 – Desvantagens económicas anuais provenientes da utilização de Imagens Aéreas na gestão da exploração (com aumento de 10% no consumo de fertilizantes).

- **Viabilidade do Investimento**

Face ao exposto, apresenta-se de seguida o balanço anual dos dados apurados até ao momento para os 3 cenários.

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	2.044,70€	1.921,35€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€
Despesa Adicional	1.711,00€	1.421,00€	1.271,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€
Balanço Anual	333,70€	1.061,85€	1.650,00€	1.994,00€	1.994,00€	1.994,00€	1.994,00€	1.994,00€	1.994,00€	1.994,00€
Balanço Incrementa	333,70€	1.395,55€	3.045,55€	5.039,55€	7.033,55€	9.027,55€	11.021,55€	13.015,55€	15.009,55€	17.003,55€

Tabela 24 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de Imagens Aéreas e análises complementares segundo as características delineadas para a exploração-tipo (assumindo que o consumo de fertilizantes não sofre variação).

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	2.117,75€	2.571,56€	3.025,36€	2.669,36€	2.669,36€	2.669,36€	2.669,36€	2.669,36€	2.669,36€	2.669,36€
Despesa Adicional	1.711,00€	1.421,00€	1.271,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€	571,00€
Balanço Anual	406,75€	1.150,56€	1.754,36€	2.098,36€	2.098,36€	2.098,36€	2.098,36€	2.098,36€	2.098,36€	2.098,36€
Balanço Incremental	406,75	1.557,31€	3.311,67€	5.410,03€	7.508,39€	9.606,75€	11.705,11€	13.803,47€	15.901,83€	18.000,19€

Tabela 25 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de Imagens Aéreas e análises complementares segundo as características delineadas para a exploração-tipo (assumindo que o consumo de fertilizantes decresce 10%).

Rubrica	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	2.044,70€	2.482,85€	2.921,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€	2.565,00€
Despesa Adicional [8]	1.784,05€	1.509,71€	1.375,36€	675,36€	675,36€	675,36€	675,36€	675,36€	675,36€	675,36€
Balanço Anual	260,65€	973,14€	1.545,64€	1.889,64€	1.889,64€	1.889,64€	1.889,64€	1.889,64€	1.889,64€	1.889,64€
Balanço Incremental	260,65€	1.233,79€	2.779,43€	4.669,07€	6.558,71€	8.448,35€	10.337,99€	12.227,63€	14.117,27€	1.613,08€

Tabela 26 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de Imagens Aéreas e análises complementares segundo as características delineadas para a exploração-tipo (assumindo que o consumo de fertilizantes aumenta 10%).

Os 3 cenários são claramente viáveis, pelo que o empresário poderá estar seguro do sucesso da implementação desta tecnologia na gestão da sua empresa, desde que a mesma se assemelhe à exploração-tipo e assegure o incremento de rentabilidade estipulado. Observa-se, portanto, que em todos os cenários em análise se consegue alcançar um balanço incremental positivo logo no primeiro ano de aquisição e utilização desta tecnologia. Este balanço incremental varia dos cerca de 16.000 € até aos 18.000 € nos três cenários realizados do cenário mais negativo para o mais positivo, no final do período de vida útil definido para esta tecnologia.

Frisa-se, novamente, que estes resultados dizem respeito à exploração-tipo do pomar de cereja no Douro Verde e que apenas se verificarão no caso de o empresário não superar os índices de rentabilidade expostos anteriormente.

8. A rubrica "Despesa Adicional" afeta ao cenário com acréscimo de fertilizantes, contempla não só o incremento da despesa com fertilizantes como também os custos operacionais associados ao uso da tecnologia.

- **Análise de Sensibilidade**

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

Os resultados decorrentes da análise de sensibilidade ao incremento de rentabilidade exigível ao terceiro ano de utilização de Imagens Aéreas (ano em que se verifica benefícios máximos tanto com o aumento de produtividade como com a poupança em mão de obra) encontram-se expostos nas tabelas seguintes para os 3 cenários considerados.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,53%	580 kg	870€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,34%	20 h	120€
TOTAL		-	-	990€

Tabela 27 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (sem variação do consumo de fertilizantes).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,35%	510 kg	770€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,30%	19 h	110€
TOTAL		-	-	880€

Tabela 28 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (com 10% de decréscimo no consumo de fertilizantes).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,67%	630kg	950€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,37%	22h h	130€
TOTAL		-	-	1 080€

Tabela 29 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (com 10% de incremento no consumo de fertilizantes).

Analisando o cenário sem variação do uso de fertilizantes, constata-se que o proveito económico total no terceiro ano se deverá aproximar dos 990€, repartidos entre a poupança em mão de obra e o acréscimo nas receitas provenientes da venda de cereja. Este registo pode ser alcançado, por exemplo, através do aumento das receitas em 1,53% e uma redução de mão de obra na ordem dos 0,34%. Nos anos subsequentes, não se tendo previsto qualquer redução em mão de obra, bastará atingir um benefício económico anual de 990€, gerado integralmente através da venda de cereja.

Evidentemente, uma oscilação no consumo de fertilizantes alterará o limiar de rentabilidade, sendo que quanto maior o consumo, mais elevado deverá ser o incremento de rentabilidade nos parâmetros em estudo para garantir a viabilidade do cenário (1,67% nas receitas e 0,37% na redução de mão de obra ao terceiro ano para um cenário com aumento de 10% no consumo de fertilizantes). Em sentido inverso, uma poupança em fertilizantes exigirá índices de rentabilidade mais ténues de modo a garantir o sucesso económico da implementação das Imagens Aéreas na gestão da exploração. No caso de uma diminuição de 10% no uso de fertilizantes, bastará ao terceiro ano um acréscimo de 1,35% nas receitas e uma poupança de 0,30% nas despesas salariais.

b) Variação da dimensão da área de produção

A área mínima de produção que assegura a viabilidade do uso desta tecnologia varia com a oscilação no uso de fertilizantes:

- **Sem variação no consumo de fertilizantes: 1 hectares;**
- **Poupança de 10% no consumo de fertilizantes: 1 hectares;**
- **Aumento de 10% no consumo de fertilizantes: 1,2 hectares.**

Realça-se, mais uma vez, que estes dados apenas se referem à exploração-tipo, com as suas particularidades quanto à produtividade da cereja e à sua estrutura de custos.

4.4 IRRIGAÇÃO DE PRECISÃO

a) Descrição

As Sondas de Solo possibilitam que o produtor de cereja monitorize a humidade e temperatura do solo a várias profundidades, podendo também, no caso de alguns modelos de sondas, medir a salinidade, a eletro-condutividade e o pH do solo. A monitorização destes parâmetros permite ao produtor avaliar a eficiência da sua rega e a utilização de água pela planta.

Figura 4 – Exemplo de Sondas de Solo existentes no mercado

De forma a controlar os sistemas de rega das explorações, os empresários agrícolas podem também ter acesso a Sensores de Rega que são colocados nesses sistemas, possibilitando receber alertas instantâneos no caso da ocorrência de anomalias, evitando assim gastos desnecessários e possíveis consequências graves para a sua exploração. Estes equipamentos monitorizam o consumo de água, de nutrientes (fertirrega) e de energia.

Figura 5 – Sensores para sistemas de rega.

Também podem ser colocados nos sistemas de rega, Controlos de Atuadores (programadores de rega) que possibilitam ao utilizador programar ou acionar remotamente o sistema de rega e fertirrega, reduzindo o tempo e os custos despendidos em deslocações.

Figura 6 - Controlo de Atuadores, para sistema de rega.

No seu expoente máximo, a Irrigação de Precisão permite automatizar totalmente a rega de forma diferenciada de acordo com cada setor de rega. De forma a ilustrar esta funcionalidade, suponha-se que uma sonda presente num determinado setor de rega deteta um teor de humidade no solo abaixo do nível pretendido. Nesse caso, o sistema de rega é acionado automaticamente nesse setor assim que o teor de humidade no solo ultrapassa o limite definido pelo utilizador. No caso de o teor de humidade noutros setores ser superior ao limite definido para os mesmos, a rega nesses setores não será acionada. Recomenda-se, portanto, que cada setor possua a própria sonda de solo. Deste modo, é possível automatizar o sistema de rega de forma mais específica para cada local do pomar e efetuar uma rega mais eficiente, ajustada às verdadeiras necessidades das cerejeiras.

No sistema de Irrigação de Precisão deverá constar um data-logger, sendo este o equipamento responsável pelo armazenamento de todos os dados registados pelas sondas de solo. As sondas são autossuficientes em energia, sendo alimentadas por um painel solar e uma bateria. O objetivo do uso de todos estes hardwares é que sejam conectados com um software, possibilitando ao empresário agrícola ter acesso aos dados registados pelos mesmos, em tempo real, e ainda criar alertas se algum parâmetro se encontrar fora dos valores desejados. Se na exploração do produtor existir rede de Internet, os dados registados pelos equipamentos são imediatamente sincronizados com os softwares. No entanto, o sistema continua a recolher os dados mesmo não estando ligado à cloud. Posteriormente, quando ligado à cloud, os softwares são imediatamente atualizados com os dados mais recentes.

b) Empresas Identificadas

Seguem-se algumas empresas com recursos e competências para a instalação de sistemas de Irrigação de Precisão no território nacional.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Agroop	Elospark II, Estrada de São Marcos 33, Escritório nº 11, Sintra, 2735-521 Lisboa, Portugal	https://www.agroop.net/	214 240 126
Aquagri	R. Carlos Vieira Ramos 47, r/c Esquerdo, 2780-216 Oeiras, Portugal	https://www.aquagri.eu/	214 660 773
Hidrosoph	R. Hermes da Fonseca Vermelho, 43A 7005-401 Évora, Portugal	http://www.hidrosoph.com/	266 741 253
TERRAPRO	Av. Nossa Sra da Guadalupe nº63 - Porto Alto 2135-015 Samora Correia, Portugal	https://terra-pro.net/	263 655 115
Wisecrop	R. Alfredo Allen 455, 4200-135 Porto, Portugal	https://www.wisecrop.com/pt/	910 131 463

Tabela 30 – Empresas fornecedoras de equipamentos para Irrigação de Precisão.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

A Irrigação de Precisão consiste numa tecnologia que exige a aquisição de várias componentes que podem interagir entre si. No entanto, o empresário não terá de adquirir todas as componentes integráveis no sistema. Tanto as sondas de solo, como os sensores de rega e os controlos de atuadores são capazes de trabalhar independentemente, cada um desempenhando a sua função específica. No entanto, o utilizador obterá resultados mais satisfatórios ao combinar vários destes elementos no seu sistema de rega.

Assumiu-se como pressuposto para o cenário em análise, que o empresário irá investir apenas em sondas de solo, com o respetivo software[9], capaz de acionar remotamente o sistema de rega, bem como definir limites para o teor de humidade no solo que acionará automaticamente a rega para cada setor de forma diferenciada. O número de sondas a adquirir tem de ser ponderado com bastante cuidado, pois trata-se de equipamentos algo dispendiosos. Embora a área produtiva da exploração-tipo seja relativamente reduzida (4 hectares), o empresário poderá investir em 2 sondas. Desta forma, poderá dividir a gestão do seu pomar em 2 zonas distintas, a definir de acordo com a variabilidade do mesmo (diferentes parâmetros podem ser utilizados para definir estas zonas, tais como a capacidade de drenagem do solo, a idade das árvores ou as variedades de cerejeira).

Pressupõe-se que o sistema de rega já instalado na exploração é automático, com o uso de um autómato de parede, podendo ser controlado remotamente através de um processo de integração de controle do programador. Desta forma, o autómato ficará sincronizado com a plataforma online e poderá receber automaticamente comandos de rega a partir da mesma.

9. Uma vez que o software será pago anualmente sob a forma de uma licença de utilização, o seu custo não foi integrado na estimativa de investimento.

Tal como supracitado, o data-logger permitirá armazenar os dados recolhidos pelas sondas, exportando-os para o software. Todo o tipo de estatísticas e histórico relacionado com a rega ficarão disponíveis para o utilizador nessa plataforma online.

A estimativa de investimento total para o sistema descrito encontra-se presente na seguinte tabela.

Equipamento	Quantidade	Preço Unitário (€) s/ IVA	Investimento Total (€) s/ IVA
Sonda de solo	2	750,00€	1.500,00€
Data-logger	1	1.100,00€	1.100,00€
TOTAL	-	-	2.600,00€

Tabela 31 – Investimento a realizar para a implementação de um sistema de Irrigação de Precisão.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Relativamente aos custos anuais expectáveis gerados pela utilização de um sistema de Irrigação de Precisão, pode-se elencar dois tipos de custos, designadamente:

Licença anual de utilização do software: geralmente este custo não depende muito da área a gerir, mas sim das funcionalidades do software e das integrações que lhe estão adjacentes (e.g. sincronização entre o hardware e software). O valor apresentado na tabela 32 constitui um valor médio que já contempla todo o tipo de funcionalidades relevantes para esta tecnologia (registo de dados, acesso ao histórico e a estatísticas tanto de rega como de parâmetros climatéricos), bem como a comunicação entre o hardware e a plataforma online.

Manutenção e reparação dos equipamentos: estimou-se um custo anual correspondente a 4% do investimento realizado em cada um dos equipamentos.

Tal como se pode verificar na tabela 32, estas rubricas apresentam um custo cumulativo anual ligeiramente aquém dos 1 000€.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Licença de utilização do software	862,80€ [10]
Manutenção e reparação dos equipamentos	104,00€
TOTAL	966,80€

Tabela 32 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de um sistema de Irrigação de Precisão.

10. Custo durante 4 meses do ano para os Módulos Rega, Clima e Mão de Obra.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Um sistema de Irrigação de Precisão, constituído por sondas de solo, data-logger e o respetivo software (para além, evidentemente, do sistema de rega propriamente dito, ou seja, gotejadores, sistema de bombagem e filtragem, etc.) garante uma diminuição da mão de obra necessária para gerir e efetuar a rega do pomar, visto que este processo decorre na sua globalidade de forma automática. Consequentemente, com a introdução desta tecnologia, estima-se que seja possível reduzir o tempo de trabalho em cerca de 1%, traduzindo-se este registo numa poupança de 61 horas anuais em necessidades de mão de obra.

Face à otimização da irrigação do cerejal, a produtividade das cerejeiras também poderá ser potenciada, não sendo surpreendente um acréscimo de 2,5% na quantidade de cerejas produzidas. Este acréscimo corresponde, no caso da exploração-tipo, a 950 kg adicionais de cereja por ano. A um preço médio de 1,50€/kg, esta quantidade de cerejas representa uma receita de 1.425€ por ano.

A otimização da quantidade de água aplicada através do sistema de rega poderá traduzir-se num aumento, diminuição ou invariabilidade do consumo deste recurso natural. Devido ao facto de a água de rega usada na exploração-tipo ter a sua origem num furo, esta possível variabilidade não terá influência nos custos associados a este fator. A eletricidade consumida no bombeamento de água também é bastante reduzida, pelo que qualquer oscilação na frequência de rega terá um impacto negligível na estrutura de custos da empresa. Deste modo, no presente cenário não será incluída qualquer consideração relativa à variação nos custos de água e de eletricidade.

Sendo previsível um período de aprendizagem de dificuldade moderada no início da utilização do sistema de Irrigação de Precisão, é possível que no primeiro ano o empresário apenas consiga alcançar 70% dos registos mencionados. Com a experiência que vai adquirindo ao longo do tempo este registo poderá chegar aos 85% no segundo ano e ao potencial máximo a partir do terceiro ano.

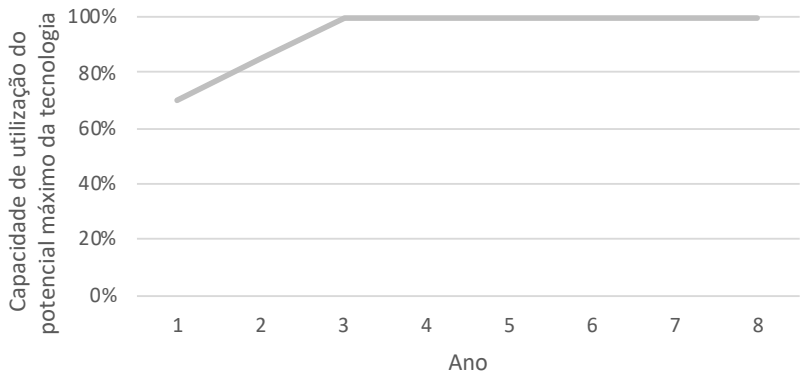

Gráfico 4 - Curva de aprendizagem associada ao uso de sistema de Irrigação de Precisão.

Considerando que os elementos constituintes do sistema de Irrigação de Precisão (sondas e data-logger) terão uma vida útil de 8 anos, o produtor poderá contar com os seguintes benefícios económicos ao longo deste período.

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Ano 8
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	997,50€	1.211,25€	1.425,00€	...	1.425,25€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	249,20€	302,60€	356,00€	...	356,00€
TOTAL		1.246,70€	1.513,85€	1.781,00€	...	1.781,00€

Tabela 33 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de um sistema de Irrigação de Precisão.

Os benefícios económicos na atividade serão teoricamente constantes a partir do terceiro ano de utilização, uma vez que o empresário já se encontrará apto a gerir este recurso de forma otimizada.

- **Viabilidade do Investimento**

Encontrando-se expostos os dados económicos relevantes para a análise da viabilidade do investimento no sistema de Irrigação de Precisão descrito, apresenta-se de seguida o balanço anual dos mesmos para os 8 anos estipulados (ano 0 diz respeito unicamente ao momento de aquisição da tecnologia).

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Benefícios	- €	1,246,70€	1.513,85€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€
Despesa Adicional	- €	966,80€	966,80 €	966,80 €	966,80 €	966,80€	966,80€	966,80 €	966,80€
Investimento	2.600,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-2.600,00€	276,90€	547,05€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€
Balanço Incremental	-2.600,00€	-2.320,10€	-1.773,05€	-958,85€	-144,65€	669,55€	1.483,75€	2.297,95€	3.112,15€

Tabela 34 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de um sistema de Irrigação de Precisão segundo as características delineadas para a exploração-tipo.

É notório que a empresa-tipo consegue rentabilizar o investimento nesta tecnologia. O retorno do investimento é alcançado no ano 5, indicando tratar-se de um investimento seguro, capaz de constituir uma mais-valia para a realidade económica da empresa. Com um balanço anual de aproximadamente 815 € a partir do terceiro ano, o empresário poderá prever um balanço incremental de aproximadamente 3.112 € no final do período de vida útil definido para esta tecnologia. Frisa-se que estes registos foram obtidos supondo-se que o empresário efetuará o investimento em questão a partir de capitais próprios.

No entanto, uma vez que o investimento em questão possui condições de elegibilidade para a obtenção de apoios na aquisição dos equipamentos em questão através da Operação 10.2.1.1 do PDR 2020 – "Pequenos investimentos nas explorações agrícolas" – efetuou-se uma simulação da viabilidade económica do caso em estudo, considerando-se uma taxa de apoio ao investimento na ordem dos 50% do investimento a realizar. Segundo estas condições, será possível financiar através desse instrumento, cerca de 1.300 € do investimento apurado, pelo que o payback será alcançado logo ao terceiro ano, como é possível observar na seguinte tabela.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Benefícios	- €	1.246,70€	1.513,85€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€	1.781,00€
Despesa Adicional	- €	966,80€	966,80€	966,80€	966,80€	966,80€	966,80€	966,80€	966,80€
Investimento	2.600,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Apoio ao Investimento	1.500,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-1.300,00€	279,90€	547,05€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€	814,20€
Balanço Incremental	-1.300,00€	-1.020,10€	-473,05€	341,15€	1.155,35€	1.969,55€	2.783,75€	3.597,95€	4.421,15€

Tabela 35 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de um sistema de Irrigação de Precisão segundo as características delineadas para a exploração-tipo (assumindo que o empresário obtém apoio ao investimento).

- **Análise de Sensibilidade**

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

De modo a acautelar possíveis oscilações nos índices de variação das receitas e despesas implícitas à utilização desta tecnologia, efetuou-se uma análise de sensibilidade a estes parâmetros, ou seja, determinou-se quais serão os registos mínimos de incremento de rentabilidade que o empresário deverá garantir para que este investimento seja viável.

Constata-se, pois, que sem a obtenção de apoio ao investimento, o limiar de rentabilidade situa-se num benefício económico total de 1 370 € por ano (tabela 36). Só esta quantia permitirá igualar totalmente o investimento inicial realizado, assim como os custos operacionais anuais, dentro do período de vida útil do equipamento (8 anos). A título de exemplo, este montante poderá ser assegurado no caso de o empresário da empresa-tipo aumentar a produtividade do cerejal em 1,9%, para além de poupar 0,8% em mão de obra. Estes registos serão relativamente fáceis de alcançar por parte do utilizador desde que a tecnologia seja empregue de forma competente.

No caso de conseguir obter financiamento comunitário na implementação da tecnologia, já bastará um benefício económico total de 1200€ por ano para rentabilizar o investimento ao final de 8 anos (tabela 37).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,9%	730 kg	1.100€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,8%	56 h	270€
TOTAL		-	-	1 370€

Tabela 36 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (sem apoio ao investimento).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,7%	640 kg	960€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,7%	41 h	240€
TOTAL		-	-	1200€

Tabela 37 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (com apoio ao investimento).

b) Variação da dimensão da área de produção

A dimensão mínima exigível para que o investimento nesta tecnologia seja rentabilizado ronda os 3,2 hectares, no caso de o empresário não obter apoios ao investimento. Por outro lado, ao assegurar apoios ao investimento, a implementação desta tecnologia será economicamente viável desde que o produtor possua uma área produtiva igual ou superior a 2,7 hectares.

4.5 TRATAMENTO INTELIGENTE DA ÁGUA

a) Descrição

Nos últimos anos têm sido realizados esforços em várias frentes no sentido de tornar a rega mais eficiente e tornar os negócios agrícolas mais competitivos. A eficiência da rega constitui uma mais-valia, não só para potenciar a rentabilidade de uma exploração agrícola, como também para reduzir perdas deste recurso natural que se poderá tornar escasso no futuro. Dentro do leque de inovações disponíveis atualmente no mercado, surgiram tecnologias que têm como objetivo principal alterar a estrutura física da água promovendo a melhoria na relação água-solo-planta, com maior dissolução dos minerais com impactos positivos nas culturas. Estes sistemas são ecologicamente corretos e completamente sustentáveis, sendo a sua manutenção quase nula. Além disso, requer uma potência mínima e funciona com qualquer tipo de água, qualquer que seja a sua composição química ou dureza. O efeito também é obtido independentemente do tipo de tubagem ou materiais utilizados (ou seja, aço, cobre ou material sintético). Estes sistemas permitem assegurar significativas economias de água, resolver problemas de salinidade e prevenir o entupimento de biofilmes e minerais nos sistemas de irrigação – tudo enquanto melhoram os rendimentos e qualidade da produção. Um empresário agrícola que adquira este tipo de sistemas de rega não necessita de se preocupar com questões de funcionamento, pois os sistemas são totalmente autónomos e não necessitam de intervenções periódicas, tais como limpeza de filtros ou outras tarefas de manutenção.

Figura 7 - Equipamentos do sistema de Tratamento Inteligente da Água.

Figura 8 – Exemplo de um sistema de Tratamento Inteligente da Água, instalado numa exploração.

O sistema tem uma vida útil expectável de pelo menos 10 anos. Os sistemas de pequeno caudal apresentam uma garantia de 2 anos, enquanto que os sistemas de grande caudal, com mais unidades de tratamento, podem ter uma garantia de 3 anos.

b) Empresas Identificadas

Foi possível identificar uma empresa fornecedora de sistemas de Tratamento Inteligente da Água. Os dados técnicos que se seguem proveem maioritariamente da informação facultada por esta empresa no âmbito do desenvolvimento do projeto Des Agro 4.0.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
AQUA4D	Ecoparc de Daval A9 3960 Sierre, Suíça	https://www.aqua4d.com/pt/	+41 27 480 30 35

Tabela 38 – Empresas fornecedoras de sistemas de Tratamento Inteligente da Água.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

Cada Unidade de Tratamento é capaz de processar até 21,6 m^3 de água por hora. Tendo em consideração que o sistema de bombagem da água na exploração-tipo gera um caudal inferior a 20m^3/h, bastará ao empresário usar uma única Unidade de Tratamento. Não são necessários equipamentos adicionais para tornar esta tecnologia operacional.

Equipamento	Quantidade	Preço Unitário (€) s/ IVA	Investimento Total (€) s/ IVA
Unidade de Tratamento	1	10.000,00€	10.000,00€

Tabela 39 – Investimento a realizar para a implementação de um sistema de Tratamento Inteligente da Água na exploração-tipo de cereja no Douro Verde.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Os únicos custos anuais que a implementação desta tecnologia pode gerar consistem nas despesas de manutenção e reparação do sistema. Ainda assim, como o sistema não necessitará, à partida, de intervenções frequentes, foi pressuposto um custo anual com esta rúbrica correspondente a apenas 2% do investimento realizado na aquisição do sistema de Tratamento Inteligente da Água, ou seja, 200€ por ano.

Por seu turno, apesar de ocorrer efetivamente algum consumo de eletricidade por parte desta tecnologia, este parâmetro é tão reduzido que se torna insignificante. É previsível que o sistema em questão gaste no máximo 10kWh por ano, tendo em consideração as características da exploração-tipo de cereja no Douro Verde. Deste modo, o custo de eletricidade afeto ao uso desta tecnologia foi ignorado no presente estudo.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Manutenção e reparação do sistema	200,00€

Tabela 40 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização do sistema de Tratamento Inteligente da Água na exploração-tipo de cereja no Douro Verde.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

A instalação de sistemas de Tratamento Inteligente da Água por parte dos produtores de cereja poderá apresentar muitas vantagens para as suas explorações. Uma das vantagens do sistema em análise consiste na otimização da eficiência na utilização da água, pois este sistema permite uma redução do consumo de água até 30% e melhora a produtividade e a qualidade da colheita. Tudo isto é possível devido à alteração da estrutura física da água, facilitando a dissolução dos minerais e a penetração profunda da água no solo. Uma redução da frequência e dotação da rega irá também gerar menos despesas de eletricidade, pois o bombeamento da água é realizado mais esporadicamente.

Por sua vez, a otimização da dissolução de nutrientes na água e no solo irá melhorar o desenvolvimento da raiz das plantas e aumentar a sua capacidade de absorção de fertilizantes, podendo originar uma redução na aplicação deste tipo de produtos na ordem dos 20 a 30%.

Outro benefício concedido pela utilização deste sistema passa por reduzir a salinidade do solo, visto que os sais permanecem dissolvidos na água e os que não são absorvidos pela planta são conduzidos para camadas inferiores à rizosfera, ou seja, os sais não se cristalizam nos poros do solo e não inibem a nutrição da planta. Assim, é possível garantir uma maior capacidade de absorção de água por parte da planta, bem como melhorar a qualidade do solo. Naturalmente, esta vantagem é particularmente pertinente no caso de culturas instaladas em solos excessivamente salinos.

Adicionalmente, este sistema impede que os depósitos minerais ou orgânicos adiram às superfícies dos tubos de todo o sistema de rega, garantindo a ausência de entupimentos. Sendo este um problema que pode ocorrer com alguma frequência quando são utilizados sistemas de rega gota-a-gota, pressupõe-se que o sistema de Tratamento Inteligente da Água poderá reduzir até 10% dos custos gerais de manutenção e reparações na exploração. Por último, este sistema reduz a população de nemátodos a um nível suficientemente baixo, de forma que estas pragas não causem mais danos à cultura, sem que tal método de controlo afete a biodiversidade do solo.

Os benefícios considerados para a realidade económica da exploração resumem-se da seguinte forma:

- **Produtividade: incremento de 4%;**
- **Consumo de água e eletricidade: redução de 30%;**
- **Fertilizantes: poupança de 25% no consumo;**
- **Despesas com manutenção e reparações: decréscimo de 10%.**

Não se supõe que o empresário tenha dificuldades em usufruir imediatamente das potencialidades máximas desta tecnologia, face ao seu carácter autónomo e de baixa manutenção. O único revés inicial consistirá na ''afinação'' da quantidade de água e fertilizantes a aplicar no pomar sem que ocorra excessos ou defeitos na distribuição destes recursos. Assim sendo, assume-se como razoável no primeiro ano o alcance de 90% dos benefícios apresentados. Ao segundo ano, já será possível tirar partido das capacidades do sistema de forma plena.

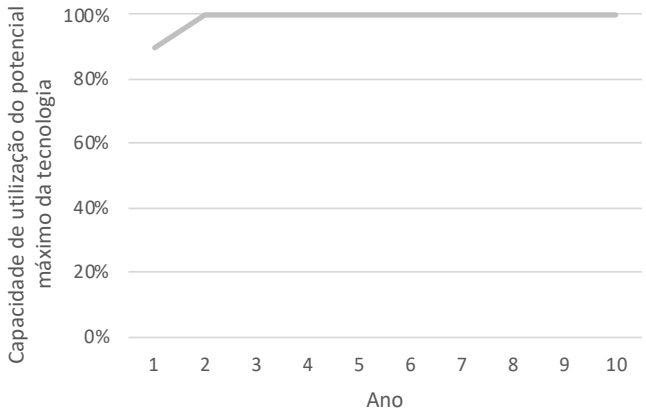

Gráfico 5 - Curva de aprendizagem associada ao uso do sistema de Tratamento Inteligente da Água.

Face ao exposto, apresenta-se na seguinte tabela os vários benefícios económicos alcançados ao longo do tempo de utilização da tecnologia, tendo-se considerado para a mesma um período de vida útil de 10 anos.

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	Cereja	2.052,00€	2.280,00€	...	2.280,00€
Decréscimo de Custos	Eletricidade	112,75€	125,28€	...	125,28€
	Fertilizantes	234,81€	260,90€	...	260,90€
	Manutenção de Equipamentos	40,68€	45,20€	...	45,20€
TOTAL		2.440,24€	2.711,38€	...	2.711,38€

Tabela 41 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização do sistema de Tratamento Inteligente da Água[11].

- **Viabilidade do Investimento**

Encontrando-se descritos os benefícios económicos, os custos operacionais e o investimento necessário, pode-se determinar o balanço anual e incremental associado ao uso desta tecnologia ao longo do período de vida útil.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	- €	2.440,24€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.141,38€
Despesa Adicional	- €	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€
Investimento	10.000,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-10.000,00€	2.240,24€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€
Balanço Incremental	-10.000,00€	-7.759,76€	-5.248,38€	-2.737,00€	-225,62€	2.285,76€	4.797,14€	7.308,52€	9.819,90€	12.331,28€	14.842,66€

Tabela 42 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização do sistema de Tratamento Inteligente da Água segundo as características delineadas para a exploração-tipo (sem apoio ao investimento).

Como é possível observar na tabela 42, o empresário poderá obter o retorno do investimento ao 5º ano. Em todos os anos de utilização do sistema, os benefícios económicos excedem significativamente os custos operacionais gerados pelo uso desta tecnologia, sendo, contudo, necessário os referidos 5 anos para compensar economicamente o investimento considerável realizado inicialmente. Ao final do período de vida útil, é previsível que o empresário consiga alcançar um balanço incremental de cerca de 14.842 €. Assume, ainda, que o investimento será realizado com recurso exclusivo a capitais próprios.

No entanto, uma vez que o investimento em questão possui condições de elegibilidade para a obtenção de apoios na aquisição dos equipamentos em questão através da Operação 10.2.1.1 do PDR 2020 – "Pequenos investimentos nas explorações agrícolas" – efetuou-se uma simulação da viabilidade económica do caso em estudo, considerando-se uma taxa de apoio ao investimento na ordem dos 50% do investimento a realizar (taxa aplicável a regiões menos desenvolvidas e zonas com condicionantes naturais, condições estas que se verificam na generalidade do território do Douro Verde). Segundo estas condições, será possível financiar através desse instrumento, cerca de 5.000€ do investimento apurado, pelo que o payback será alcançado logo ao terceiro ano, como é possível observar na seguinte tabela.

11. Na tabela 41 não consta qualquer benefício económico derivado da poupança de água, uma vez que a mesma, no caso da exploração-tipo, é proveniente de um furo.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	- €	2.440,24€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€	2.711,38€
Despesa Adicional	- €	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€	200,00€
Investimento	10.000,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Apoio ao Investimento	5.000,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-5.000,00€	2.240,24€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€	2.511,38€
Balanço Incremental	-5.000,00€	-2.759,76€	-248,38€	1.263,00€	4.774,38€	7.285,76€	9.797,14€	12,308,52€	14.819,90€	17.331,28€	19.842,66€

Tabela 43 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização do sistema de Tratamento Inteligente da Água segundo as características delineadas para a exploração-tipo (com apoio ao investimento).

Torna-se evidente a facilidade com que esta operação seria rentabilizada quando contemplado o apoio mencionado. Neste caso, o payback (retorno do investimento) ocorreria no Ano 3 e o balanço incremental ao final de 10 anos de utilização aproximar-se-ia dos 19.842€, ou seja, 5.000€ acima do cenário sem apoio ao investimento.

- **Análise de Sensibilidade**

Do mesmo modo que para as tecnologias previamente estudadas foram efetuadas análises de sensibilidade, também neste capítulo se irá averiguar qual o ponto que corresponde ao limiar de rentabilidade no que diz respeito aos benefícios económicos proporcionados pelo sistema de Tratamento Inteligente da Água, bem como à área mínima necessária para viabilizar o investimento.

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

Relativamente ao ponto de sensibilidade associado aos benefícios económicos, foram apurados os seguintes registos para ambos os cenários em análise.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,8%	680 kg	1.020€
Decréscimo de Custos	**Eletricidade**	13,4%	-	60€
	Fertilizantes	11,2%	-	120€
	Manutenção de Equipamentos	4,5%	-	20€
TOTAL		-	-	1220€

Tabela 44 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (sem apoio ao investimento).

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	1,0%	390 kg	590€
Decréscimo de Custos	**Eletricidade**	7,8%	-	30€
	Fertilizantes	6,5%	-	70€
	Manutenção de Equipamentos	2,6%	-	10€
TOTAL		-	-	700€

Tabela 45 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (com apoio ao investimento).

Constata-se, pois, que sem a obtenção de apoio ao investimento, o limiar de rentabilidade situa-se num benefício económico total de 1.220€ por ano. Só esta quantia permitirá igualar totalmente o investimento inicial realizado, assim como os custos operacionais anuais, dentro do período de vida útil do equipamento (10 anos). A título de exemplo, este montante poderá ser assegurado no caso de o empresário da exploração-tipo aumentar a produtividade do seu cerejal em 1,8%, para além de poupar 13,4% em eletricidade, 11,2% em fertilizantes e 4,5% em despesas de manutenção e reparação de equipamentos.

No caso de conseguir obter financiamento comunitário na implementação da tecnologia, já bastará um benefício económico total de 700€ por ano para rentabilizar o investimento ao final de 10 anos.

b) Variação da dimensão da área de produção

Foi, ainda, realizada uma análise de sensibilidade a incidir sobre a área produtiva necessária para assegurar a viabilidade económica desta tecnologia. A área mínima da exploração depende da obtenção ou não de apoios ao investimento. Na ausência dos mesmos, será necessário possuir pelo menos 1,8 hectares de cerejal. Já com a inclusão deste meio de financiamento, 1,1 hectares serão suficientes para justificar economicamente a implementação de um sistema de Tratamento Inteligente da Água.

4.6 ARMADILHAS AUTOMÁTICAS PARA PRAGAS

a) Descrição

As Armadilhas Automáticas para Pragas são uma solução que permite ao empresário monitorizar remotamente diferentes pragas agrícolas. Estas armadilhas inteligentes apresentam câmaras que tiram fotografias de alta resolução à placa, sendo que, posteriormente, essas imagens são enviadas via GPRS para uma plataforma online, web ou telemóvel, onde são armazenadas e analisadas automaticamente. Este controlo é realizado em tempo real e podem ser criados alertas que informam o utilizador quando determinada praga superou o seu nível económico de ataque.

Uma grande variedade de pragas pode ser monitorizada com recurso a Armadilhas Automáticas, sendo que para cada praga deve ser usado o respetivo meio atrativo apropriado (feromona, isco alimentar ou armadilha cromática). Diferentes tipos de atrativos podem implicar o uso de tipos distintos de Armadilhas Automáticas. No caso de se pretender efetuar o controlo de diversas pragas em simultâneo dever-se-á distribuir pelo pomar armadilhas distintas específicas para cada praga, ou seja, usualmente, a mesma armadilha automática apenas efetua a monitorização de uma única praga.

O número de armadilhas automáticas a instalar depende da dimensão do pomar e da praga em questão. Uma vez que a distribuição dos insetos pelo terreno não será uniforme, recomenda-se a distribuição de várias armadilhas pelo pomar, com particular incidência nos locais em que a praga costuma surgir de forma mais precoce ou com particular intensidade.

A drosófila-de-asa-manchada (Drosophila suzukii) constitui uma das pragas-chave da cereja no Douro Verde, sendo usual a ocorrência de prejuízos avultados para os produtores de cereja da região devido a ataques deste inseto. A drosófila pode ser monitorizada com recurso a esta tecnologia, desde que sejam usadas Armadilhas Automáticas adequadas à praga com o respetivo isco alimentar. Estas moscas, assim que entram nas armadilhas, ficam coladas a uma placa adesiva e a câmara integrada é capaz de as detetar e realizar a contagem das mesmas, exportando essa informação para a plataforma online respetiva.

Figura 9 - Armadilha Automática usada para a monitorização da drosófila-de-asa-manchada.

Figura 10 - Placa adesiva colocada no interior da armadilha (com várias moscas capturadas).

As Armadilhas Automáticas são autónomas, sendo alimentadas através do próprio painel solar e bateria recarregável.

b) Empresas Identificadas

No território nacional, foram identificadas as seguintes empresas fornecedoras de Armadilhas Automáticas.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Aquagri	R. Carlos Vieira Ramos 47, r/c Esquerdo, 2780-216 Oeiras, Portugal	https://www.aquagri.eu/	214 660 773
Wisecrop	R. Alfredo Allen 455, 4200-135 Porto, Portugal	https://www.wisecrop.com/pt/	910 131 463

Tabela 46 – Empresas fornecedoras de Armadilhas Automáticas para Pragas.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

Ao contrário do que se sucede com as armadilhas convencionais, o preço unitário de cada Armadilha Automática (1.100€) é bastante significativo, pelo que o empresário terá de ser criterioso na seleção dos locais onde as irá colocar, de modo a minimizar o número de armadilhas a adquirir e a retirar o maior proveito dessas. Quanto maior a área produtiva e a heterogeneidade da mesma, mais armadilhas deverá adquirir, assegurando que nenhum local crítico do cerejal poderá escapar à monitorização da praga em questão. Para uma área de 4 hectares, considerou-se suficiente a distribuição de 2 Armadilhas Automáticas no terreno, a serem dispostas em pontos estratégicos. De modo a complementar o uso de Armadilhas Automáticas, se o empresário julgar ser prudente, poderá também distribuir pelo pomar algumas armadilhas convencionais.

Não será necessário qualquer outro investimento para usufruir das capacidades desta tecnologia.

Equipamento	Quantidade	Preço Unitário (€) s/ IVA	Investimento Total (€) s/ IVA
Armadilhas Automáticas para Pragas	2	1.100,00€	2.200,00€

Tabela 47 – Investimento a realizar para a implementação de Armadilhas Automáticas para Pragas na exploração-tipo de cereja no Douro Verde.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Após a instalação das Armadilhas Automáticas, o empresário poderá ter de prever o pagamento anual da licença de utilização da plataforma online utilizada em conjugação com as armadilhas. Adicionalmente, estimou-se um custo anual respeitante à manutenção e reparação das armadilhas, sendo o mesmo equivalente a 4% do investimento realizado aquando da sua aquisição. Estes custos podem ser visualizados na seguinte tabela.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Licença de utilização da plataforma online	187,00€
Manutenção e reparação das armadilhas	88,00€
TOTAL	275,00€

Tabela 48 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de Armadilhas Automáticas na exploração-tipo de cereja no Douro Verde.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

As Armadilhas Automáticas para Pragas, aliadas à respetiva plataforma online, garantem uma diminuição da mão de obra necessária para efetuar a monitorização do nível de ataque de algumas das pragas mais relevantes para o produtor de cereja, uma vez que este processo se torna muito mais autónomo e célere. O utilizador tem acesso remoto às imagens captadas por estas armadilhas, pelo que a tomada de decisão relativamente ao momento ideal de tratamento pode ser efetuada de um modo bastante rápido, cómodo e prático. Aliás, o próprio sistema pode ser configurado para alertar automaticamente o utilizador assim que o nível económico de ataque for ultrapassado, tal como já foi descrito.

As Armadilhas Automáticas também poderão potencializar a produtividade da exploração mediante a redução de perdas de cereja atacadas por pragas como a drosófila-de-asa manchada. Devido ao facto de estes equipamentos e respetivo software permitirem detetar de forma atempada e precisa o momento em que o nível económico de ataque é atingido, os tratamentos também serão efetuados no momento ideal para salvaguardar a produtividade máxima do cerejal.

Face a estas vantagens, estima-se que um produtor de cereja na região do Douro Verde possa reduzir a necessidade de mão de obra em 1%. Esta redução corresponde a uma poupança de cerca de 61 horas anuais de trabalho, ou seja, 356€ em despesas salariais (considerando que o custo médio de mão de obra ronda os 5,86€/hora).

O empresário poderá ainda aumentar o volume de negócios gerado pela venda de cereja em cerca de 1%. Este parâmetro poderá variar, contudo, de acordo com a magnitude dos prejuízos causados pela praga no período prévio à instalação das Armadilhas Automáticas. No caso da exploração-tipo, o incremento considerado permitirá auferir mais 570€ anuais, o correspondente a um acréscimo médio de 380kg de cereja por ano, assumindo um preço médio de 1,50€/kg.

Assume-se que não será possível reduzir o número de tratamentos fitossanitários, ou seja, o produtor poderá realizar os tratamentos de forma mais atempada, mas tal não significará que conseguirá poupar na quantidade de fitofármacos a pulverizar.

Quanto à curva de aprendizagem, não se tratando de uma tecnologia complexa que exija grande disponibilidade e conhecimento por parte do utilizador, é expectável que no primeiro ano se alcance 90% das potencialidades máximas desta tecnologia. No segundo ano e anos subsequentes o utilizador já poderá alcançar total proficiência na utilização das Armadilhas Automáticas para Pragas.

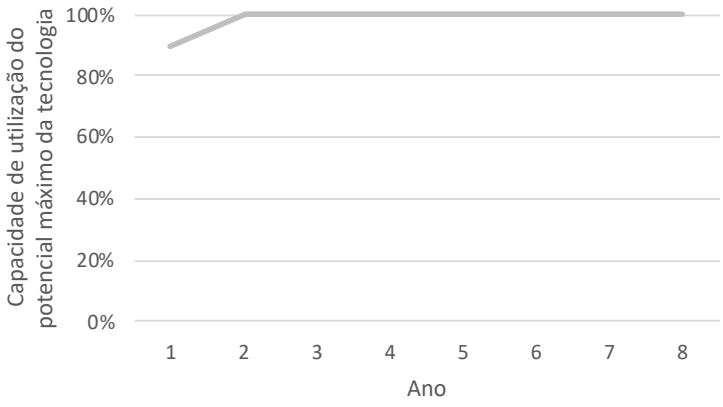

Gráfico 6 – Curva de aprendizagem associada ao uso de Armadilhas Automáticas.

Com uma vida útil estimada de 8 anos, os benefícios económicos que podem ser obtidos através do uso de Armadilhas Automáticas ao longo do período referido encontram-se sintetizados na seguinte tabela.

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	...	Ano 8
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	513,00€	570,00€	...	570,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	320,40€	356,00€	...	356,00€
TOTAL		833,40€	926,00€	...	926,00€

Tabela 49 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Armadilhas Automáticas.

- **Viabilidade do Investimento**

Encontrando-se apurados todos os dados necessários ao estudo da viabilidade do investimento, procede-se, de seguida, à demonstração do balanço anual e incremental que pode ser obtido através da incorporação desta tecnologia na estratégia de controlo fitossanitário da exploração-tipo de cereja no Douro Verde.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Benefícios	- €	833,40€	926,00€	926,00€	926,00€	926,00€	926,00 €	926,00 €	926,00 €
Despesa Adicional	- €	275,00€	275,00€	275,00€	275,00€	275,00€	275,00 €	275,00 €	275,00 €
Investimento	2.200,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-2.200,00€	558,40€	651,00€	651,00€	651,00€	651,00€	651,00 €	651,00 €	651,00 €
Balanço Incremental	-2.200,00€	-1.641,60€	-990,60€	-339,60€	311,40€	962,40€	1.613,40 €	2.264,40 €	2.915,40 €

Tabela 50 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Armadilhas Automáticas segundo as características delineadas para a exploração-tipo (sem apoio ao investimento).

O retorno do investimento desta operação é garantido ao quarto ano de utilização das Armadilhas Automáticas. Segundo os pressupostos definidos, após 8 anos, o empresário conseguirá assegurar um balanço incremental de aproximadamente 2.915€. Torna-se, assim, evidente que esta tecnologia constitui uma opção favorável e economicamente proveitosa para um produtor de cereja, desde que a implemente corretamente.

Assumindo-se, novamente, como viável a obtenção de financiamento comunitário que comparticipe 50% do investimento previsto (Operação 10.2.1.1 do PDR 2020 – "Pequenos Investimentos nas Explorações Agrícolas"), efetuou-se uma simulação com a inclusão deste apoio, cujos resultados económicos se encontram expostos na tabela 51.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Benefícios	- €	833,40€	926,00€	926,00€	926,00€	926,00€	926,00 €	926,00 €	926,00 €
Despesa Adicional	- €	275,00€	275,00€	275,00€	275,00€	275,00€	275,00 €	275,00 €	275,00 €
Investimento	2.200,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Apoio ao Investimento	1.100,00€								
Balanço Anual	-1.100,00€	558,40€	651,00€	651,00€	651,00€	651,00€	651,00 €	651,00 €	651,00 €
Balanço Incremental	-1.100,00€	-541,60€	109,40€	760,40€	1.411,40€	2.062,40€	2.713,40 €	3.364,40 €	4.015,40 €

Tabela 51 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Armadilhas Automáticas segundo as características delineadas para a exploração-tipo (com apoio ao investimento).

A inclusão de financiamento comunitário a comparticipar parcialmente o investimento a realizar torna a implementação de Armadilhas Automáticas no pomar muito mais rentável. Encontram-se patentes na tabela 51 os benefícios proporcionados pela utilização desta tecnologia na exploração-tipo de cereja no Douro Verde. O retorno do investimento poderá ser obtido logo ao 2º ano de utilização, demonstrando, claramente, a facilidade com que o empresário poderá rentabilizar esta operação. Ao final de 8 anos, o empresário conseguirá gerar um rendimento total capaz de exceder os 4.000€.

Ainda assim, realça-se que estes resultados pressupõem o alcance dos índices de rentabilidade mencionados anteriormente para esta tecnologia, tanto no que diz respeito à poupança em necessidades de mão de obra como ao incremento da produtividade de cereja.

- **Análise de Sensibilidade**

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

No caso de o empresário agrícola não conseguir atingir o incremento de rentabilidade previsto, terá ainda assim de assegurar os registos seguintes de modo a garantir a viabilidade da operação.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	0,6%	230 kg	240€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,6%	36 h	210€
TOTAL		-	-	550€

Tabela 52 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (sem apoio ao investimento).

O limiar de rentabilidade situa-se num benefício económico total de aproximadamente 550€. Tal poderá ser alcançado através do decréscimo de 0,6% em custos de mão de obra, assim como um aumento de 0,6% na quantidade de cerejas produzidas. Qualquer um destes parâmetros se pode situar abaixo destes registos, mas terá de ser compensado pelo aumento do outro parâmetro na mesma proporção.

Incluindo o financiamento comunitário supracitado, os resultados mínimos exigíveis serão mais facilmente atingidos como se encontra patente na seguinte tabela. Neste caso, o limiar de rentabilidade ronda os 420€ de benefício económico total anual.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Cereja**	0,5%	170kg	260€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,5%	27 h	160€
TOTAL		-	-	420€

Tabela 53 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (com apoio ao investimento).

b) Variação da dimensão da área de produção

A dimensão mínima da área produtiva que justifica, do ponto de vista económico, a utilização de Armadilhas Automáticas na exploração para ambos os cenários em análise é a seguinte:

- **Ausência de apoio ao investimento: 2,5 hectares;**
- **Com apoio ao investimento: 1,8 hectares.**

Em ambos os casos se estipulou-se que seriam adquiridas 2 Armadilhas Automáticas. As áreas mencionadas assumem que os pressupostos iniciais relativos ao incremento de rentabilidade se mantêm (1% de acréscimo na produtividade e 1% de poupança em mão de obra).

5. CONCLUSÃO

O sucesso na implementação de tecnologia de precisão numa exploração de cereja encontra-se bastante dependente tanto do perfil da empresa (área de produção e sua heterogeneidade, produtividade, modo de condução das cerejeiras, infraestruturas existentes, profissionalismo e aptidão do empresário para o uso de novas tecnologias, entre outros fatores) como das próprias funcionalidades e preço da tecnologia em questão.

De acordo com a informação demonstrada ao longo deste documento, pode-se afirmar que a fileira da cereja no Douro Verde se revelou como possuidora de características adequadas à implementação de uma grande diversidade de Tecnologias de Precisão nas explorações deste setor. Tudo indica que uma exploração com características médias para a região, características essas materializadas na designada "exploração-tipo", poderá rentabilizar todas as tecnologias descritas anteriormente como o Software de Gestão da Exploração, as Imagens Aeroespaciais, as Imagens Aéreas, o sistema de Irrigação de Precisão, o sistema de Tratamento Inteligente da Água e as Armadilhas Automáticas. Para que estas tecnologias apresentem um balanço incremental positivo no final da sua vida útil, não é obrigatório que o empresário recorra a apoios ao investimento, mas claramente que se torna uma mais valia, nas tecnologias passiveis do mesmo.

Constata-se, assim, que já se encontram disponíveis no mercado várias soluções distintas capazes de representar uma mais-valia para as explorações de cereja no Douro Verde. A informação constante no presente documento poderá esclarecer os empresários do setor acerca das vantagens inerentes à adoção de Tecnologias de Precisão e sob que condições esses benefícios poderão ser obtidos. Como se encontra patente neste estudo, nem todas as explorações necessitam de possuir dimensões significativas para justificar o investimento em diversas Tecnologias de Precisão. Havendo algum interesse, mas também algum desconhecimento, acerca destas tecnologias por parte de vários empresários do ramo, a informação contida no presente documento poderá representar um estímulo no sentido de este setor dar uma oportunidade às potencialidades inerentes à Agricultura de Precisão, face à capacidade que estas soluções tecnológicas têm em gerar rendimentos superiores na atividade.

Por último, importa referir que os registos constantes no presente trabalho constituem dados médios expectáveis para a exploração-tipo analisada. Poderá ocorrer uma considerável variabilidade nos resultados alcançados dependendo de uma multiplicidade de fatores. Todavia, crê-se que os registos divulgados correspondem a valores médios alcançáveis com relativa facilidade por um utilizador competente e dedicado.

Amarante
Av. General Silveira, 59
4600-017 Amarante
GPS: 41º16'04.7"N · 8º04'42.1"W
T.: +351 255 100 025

Baião
Rua de Camões, 296
4640-147 Baião
GPS: 41º09'37.97"N · 8º02'09.61"W
T.: +351 255 542 154

Marco de Canaveses
Alameda Dr. Miranda da Rocha, 266
4630-200 Marco de Canaveses
GPS: 41º11'10.47"N · 8º8'56.75"W
T.: +351 255 521 004

dolmen@sapo.pt
www.dolmen.pt
www.desagro-iot.pt

Cofinanciado por