desagro 4.0

DOSSIER DE INOVAÇÃO DO
MODELO TÉCNICO-ECONÓMICO

VINHA

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. Enquadramento 4
2. Objetivos 5
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 8
4.1 Softwares de Gestão da Exploração 9
a) Descrição 9
b) Empresas Identificadas 9
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 23
c) Viabilidade Económico-Financeira 24
4.4 Irrigação de Precisão 29
a) Descrição 29
b) Empresas Identificadas 31
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 Tecnologias de Taxa Variável 44
a) Descrição 44
b) Empresas Identificadas 47
c) Viabilidade Económico-Financeira 47
5. Conclusão 52

1. ENQUADRAMENTO

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. OBJETIVOS

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, viticultores, 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 parâmetros de referência das pequenas e médias empresas da região do Douro Verde, para posteriormente se proceder no capítulo 4 do presente documento, ao cálculo da viabilidade económico-financeira de implementação das diversas soluções tecnológicas aplicáveis ao setor de atividade da viticultura.

a) Sistema de Produção

Nesta região, predominam as castas brancas, tais como Avesso, Azal, Arinto, Loureiro, Alvarinho e Trajadura, sendo que, também é possível encontrar algumas castas tintas, como o Vinhão, Tinta Roriz e Touriga Nacional. As explorações vitícolas da região, visitadas, possuem uma dimensão que varia entre 4 e 9 hectares de área, apurando-se uma área média de 7 hectares de produção. Estas vinhas apresentam compassos de plantação de 2,5x2 metros, sendo que, as plantas encontram-se habitualmente conduzidas em cordão simples ascendente (CSA).

Figura 1 - Registo Fotográfico de algumas explorações vitícolas, no Douro Verde.

b) Gestão da Exploração

Nesta região, alguns dos empresários vitícolas entrevistados, agregam a produção de uva com a produção de outras culturas, habitualmente frutícolas. As uvas produzidas nas explorações desta região normalmente servem para transformação em vinho (vinificação) na própria adega do empresário. Geralmente, as explorações deste território são irrigadas através de sistemas de rega gota-a-gota automatizada, de modo a combater o stress hídrico da vinha, possuindo, ainda, o respetivo sistema de fertirrega. Os registos dos dados considerados importantes pelos empresários, são realizados de forma manual, habitualmente num caderno de campo.

Os problemas que mais preocupam os viticultores da região do Douro Verde são a escassez de mão de obra para a realização das principais tarefas sazonais, como a vindima e a poda, as despesas elevadas com a utilização de fitofármacos e a falta de tempo para efetuar registos mais completos de alguns parâmetros da vinha.

c) Principais Receitas Anuais

Embora nesta região se registem as duas atividades, a venda direta da uva e a venda do vinho transformado na própria adega do empresário, utilizou-se como referência para este documento o preço da uva por quilograma à saída da exploração/entrada na adega, de acordo com os valores praticados na região.

Sendo assim, considerou-se que a fonte de rendimento das explorações vitícolas é a comercialização da uva. Em média, um hectare de produção na região do Douro Verde apresenta uma produtividade de 8 toneladas de uva. Para uma área de 7 hectares, esta produtividade representa 56 toneladas de uva, gerando, portanto, um volume de negócios anual a rondar os 25.200,00€ (o preço médio por quilograma de uva aproxima-se de 0,45€).

d) Principais Custos Anuais

Relativamente aos principais custos anuais em explorações vitícolas, realizaram-se estimativas médias de custos, tendo em conta os dados obtidos nas visitas realizadas às explorações de alguns produtores no Douro Verde, durante a 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	1.628,20€	232,60€
Combustíveis	1.184,40€	169,20€
Eletricidade	374,50€	53,50€
Fitofármacos	6.674,50€	953,50€
Manutenção de máquinas e equipamento	293,30€	41,90€
Sementes para enrelvamento da entrelinha	40,60€	5,80€
Total	10.195,50€	1.456,50€

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

É de notar o peso evidente dos fitofármacos na estrutura global dos custos da exploração, sendo que, este fator representa 65,5% dos custos totais da mesma. As despesas relativas aos adubos e corretivos e aos combustíveis, também são relevantes, sendo, respetivamente, 16% e 11,6% dos custos totais da exploração. Relativamente aos restantes custos, a eletricidade representa 3,7%, a manutenção de máquinas e equipamentos 2,9% e as sementes para enrelvamento da entrelinha 0,4%.

No que toca à mão de obra, foi possível observar que as explorações vitícolas da região do Douro Verde raramente apresentam mão de obra permanente na vinha, pois destinam a maior parte do seu tempo de trabalho à atividade comercial ou ao processo de vinificação. A maior parte das despesas salariais é gerada por mão de obra em part-time, que advém da realização das podas, orientação da vegetação, tratamentos fitossanitários, fertilização e controlo da entrelinha. Também apresentam despesas com mão de obra sazonal, principalmente na vindima. O valor total de despesas com a mão de obra ronda em média os 20.407,80€ por ano, que significa uma despesa aproximada de 2.915,40€ por hectare, derivado das 1,8 Unidades de Trabalho Ano(3.483 horas de carga laboral).

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

Área de produção	7 hectares
Produtividade anual	8 toneladas/hectare
Principais receitas anuais	Venda da uva: 25.200,00€
Principais custos anuais	Total: 10.195,50€
Mão de obra anual	1,8 UTA (Unidade de Trabalho Ano) 3483 horas anuais de carga laboral total Custo anual de mão de obra: 20.407,80€
Tecnologia existente	-

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

Foi possível observar durante as visitas realizadas às explorações vitícolas da região do Douro Verde, no âmbito da Atividade 1 do projeto, que os empresários ainda não adotaram nenhum tipo de tecnologia de precisão nas suas explorações. Apesar disso, os empresários revelaram conhecimentos sobre inovações tecnológicas, tais como Tecnologias de Taxa Variável (VRT) para proteção da cultura, Estações Meteorológicas com software e Sensores de Humidade dos Solos, 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 do setor vitícola 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 Estações Meteorológicas, as Sondas de Solo, sistemas de Tratamento Inteligente da Água e Sensores que permitem criar Mapas de gestão da Exploração para aplicação de Tecnologias de Taxa Variável (VRT), constituem algumas das opções que um viticultor 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 tem também disponíveis softwares que permitem otimizar o combate ao stress hídrico na 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 viticultores, 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 aos 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 videiras; 2) registo de parâmetros de irrigação, facilitando a gestão do combate ao stress hídrico da vinha, 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 vindima como nas restantes operações culturais, tornando possível uma gestão mais eficiente deste importante recurso.

Os softwares podem, ainda, ser conectados aos equipamentos supracitados (estações meteorológicas e sondas de solo, 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 explorações vitícolas.

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 na exploração, não exige a realização de qualquer investimento inicial, uma vez que todos os custos associados à utilização destas plataformas são de periodicidade anual. 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 videiras;

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 vindima 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	42,00 €
TOTAL	880,80 €

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 utilizada no combate ao stress hídrico da vinha e uma redução das perdas de água. 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 viticultor poderá conseguir reduzir os custos com água, com a eletricidade usada para o bombeamento da água, com os combustíveis 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 vinha no Douro Verde e de acordo com os módulos selecionados, assume-se que os custos com mão de obra poderão sofrer uma diminuição de 3%, representando uma poupança de 612€ por ano. Esta poupança justifica-se, sobretudo, pela melhoria na produtividade da colheita, através do controlo dos operadores.

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

Dado que a otimização da rega atravéz do acesso ao módulo clima, tanto pode 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 da vinha, alcançado pelo uso do software, permitirá que o empresário possa aumentar a produtividade da sua exploração em 1,75%, o que significa 980 kg adicionais de uva por ano no caso da exploração-tipo, ou seja, um acréscimo de 441€ 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 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.

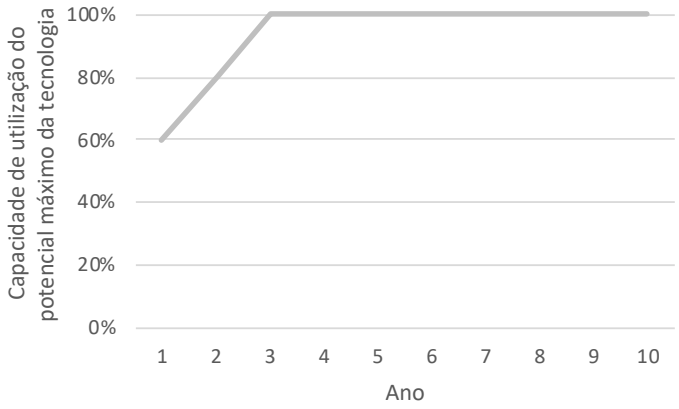

Gráfico 1 - Curva de aprendizagem para o Software de Gestão da Exploração.

Prevendo-se que o software permanecerá útil e adequado 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	**Uva**	264,60€	352,80€	441,00€	...	441,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	367,34€	489,79€	612,23€	...	612,23€
TOTAL		631,94€	842,59€	1.053,23€	...	1.053,23€

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	631,94€	842,59€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€	1.053,23€
Despesa Adicional	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€	880,80€
Balanço Anual	-248,86€	-38,21€	172,43€	172,43€	172,43€	172,43€	172,43€	172,43€	172,43€	172,43€
Balanço Incremental	-248,86€	-287,07€	-114,64 €	57,80€	230,23€	402,66€	575,10€	747,53€	919,97€	1.092,40€

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

Perante os resultados apresentados, pode-se concluir que a implementação da tecnologia na exploração é viável, sendo esta constatação evidenciada pelo payback de 4 anos. O balanço incremental ao final do período de vida útil do software situa-se próximo dos 1.100€. Deste modo, o rendimento gerado pelo uso da tecnologia na empresa-tipo do Douro Verde é satisfatório.

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 uva conseguirão alcançar o incremento de rentabilidade descrito para esta tecnologia. Desta forma, procedeu-se ao exercício de modo a apurar como a viabilidade económica do uso do Software de Gestão da Exploração varia consoante o nível de incremento de rentabilidade da exploração associado à implementação desta tecnologia na gestão da mesma. Efetuou-se, ainda, a determinação do impacto que a dimensão da vinha tem nos resultados económicos alcançados com a implementação do Software. Esta análise procurou descobrir, sobretudo, qual o limiar de rentabilidade, ou seja, o ponto crítico a partir do qual a utilização desta tecnologia seja rentável.

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

A análise de sensibilidade realizada para determinar qual o limiar de rentabilidade correspondente aos benefícios derivados da utilização do Software de Gestão indica que bastará ao empresário garantir um benefício económico anual de 930 € (tabela 7) para tornar o investimento viável, ou seja, para obter um balanço incremental nulo ao fim do período de vida útil (considerando um preço médio de venda da uva de 0,45€/kg). É, portanto, este o registo que corresponde ao ponto de sensibilidade. A título de exemplo, isto significa que será suficiente garantir, em simultâneo, um incremento de produção de uva na ordem dos 870 Kg anuais e uma

redução de 92 horas anuais de mão de obra. 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. Todos os registos superiores alcançados a estes, representarão indicadores mais favoráveis quanto à rentabilidade do investimento.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Uva**	1,6%	870 kg	390€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	2,7%	92 horas	540€
TOTAL		-	-	930 €

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 vinha no Douro Verde, é de 6,2 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 do combate ao stress hídrico. 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 água a administrar em diferentes setores da vinha.

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 a vinha está a ser atacada 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 exaustiva 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 da vinha.

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 da vinha 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 videiras, 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

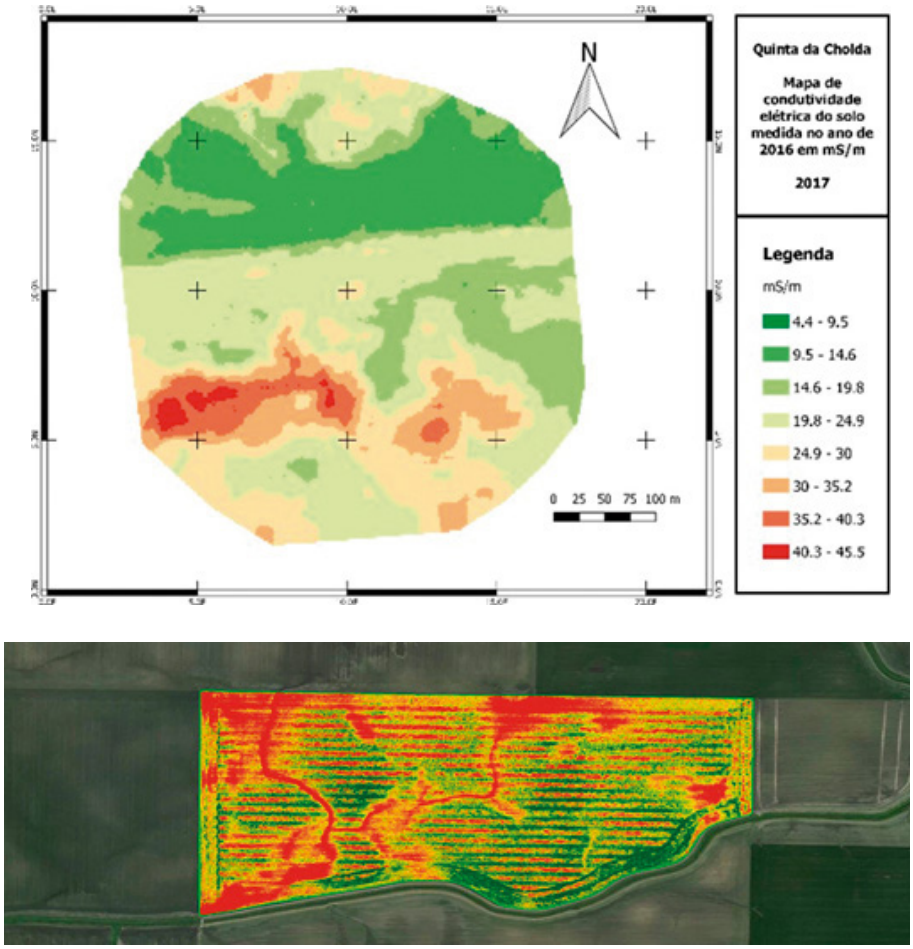

Figura 2 - Imagens aeroespaciais captadas pelos satélites, relativamente à condutividade elétrica do solo e ao NDVI.

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	245,00€ [1]
Recolha de amostras e processamento em laboratório	25,00€ / hectare	43,75€
Cartografia dos nutrientes	6,00€ / hectare	10,50€
Assistência e aconselhamento técnico	187,50€ / mês	750,00€ [2]
Deslocação da equipa técnica	100,00€ / deslocação [3]	100,00€
TOTAL	-	1.399,25€

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, 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 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 parte dos custos não serão pagos 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 vitícola.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Através das Imagens Aeroespaciais e das análises complementares de solo, o viticultor obterá informação valiosa para efetuar uma aplicação diferenciada de fertilizantes em diferentes zonas da vinha, 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 a vinha são detetados e resolvidos atempadamente, potenciando a quantidade de uvas produzidas. 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 da vinha é realizada, sem necessitar deslocações muito frequentes à mesma.

Com o uso desta tecnologia, crê-se que seja possível obter um incremento de 3% na quantidade de uvas produzidas, o equivalente a 1 680kg anuais no caso da exploração-tipo, ou seja, 756€ de receitas adicionais, assumindo-se um preço médio de 0,45€/kg. Já a mão de obra poderá ser diminuída em cerca de 1% (poupança anual de 35 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 da vinha será neutralizado pelo tempo despendido pelo produtor na análise e interpretação dos dados sem 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 da vinha em estudo. Sem acompanhamento, a curva de aprendizagem seria ainda mais penalizadora.

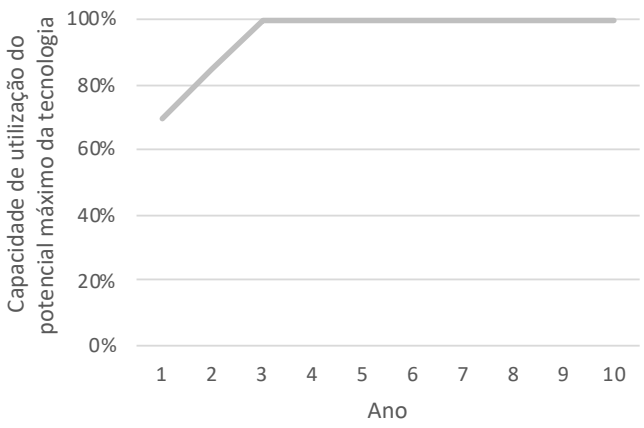

Gráfico 2 – Curva de aprendizagem associada ao uso de Imagens Aeroespaciais.

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	**Uva**	529,20€	642,60€	756,00€	756,00€	...	756,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	142,85€	173,47€	204,08€	- €	...	- €
TOTAL		672,05€	816,07€	960,08€	756,00€	...	756,00€

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 aumento de 5% no consumo).

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	**Uva**	529,20€	642,60€	756,00€	756,00€	...	756,00€
Decréscimo de Custos	**Fertilizantes**	56,99€	69,20€	81,41€	81,41€	...	81,41€
	Mão de Obra	142,85€	173,47€	204,08€	- €	...	- €
TOTAL		729,04€	885,26€	1.041,49€	837,41€	...	837,41€

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**	56,99€	69,20€	81,41€	81,41€	...	81,41€

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	672,05€	816,07€	960,08€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€
Despesa Adicional	1.399,25€	1.041,75€	966,75€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€
Balanço Anual	-727,20€	-225,68€	-6,67€	351,75€	351,75€	351,75€	351,75€	351,75€	351,75€	351,75€
Balanço Incremental	-727,20€	-952,88€	-959,55€	-607,80€	-256,05€	96,70€	447,45€	799,20€	1.150,95€	1.502,70€

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	729,04€	885,26€	1.041,49€	837,41€	837,41€	837,41€	837,41€	837,41€	837,41€	837,41€
Despesa Adicional	1.399,25€	1.041,75€	966,75€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€	404,25€
Balanço Anual	-670,21€	-156,49€	74,74€	433,16€	433,16€	433,16€	433,16€	433,16€	433,16€	433,16€
Balanço Incremental	-670,21€	-826,69€	-751,96€	-318,00€	114,36€	547,52€	980,68€	1.413,84€	1.847,00€	2.280,16€

Tabela 14 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização das Imagens Aeroespaciais segundo as características delineadas para a exploração-tipo (co 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	672,05€	816,07€	960,08€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€	756,00€
Despesa Adicional [4]	1.456,24€	1.110,95€	1.048,16€	485,66€	485,66€	485,66€	485,66€	485,66€	485,66€	485,66€
Balanço Anual	-784,18€	-294,88€	-88,08€	270,34€	270,34€	270,34€	270,34€	270,34€	270,34€	270,34€
Balanço Incremental	-784,18€	-1.079,06€	-1.167,06€	-896,81€	-626,47€	-356,13€	-85,79€	184,55€	454,89€	725,23€

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 nos primeiros 3 anos em virtude do acompanhamento técnico que será realizado na exploração durante esse período, sendo possível compensar esse balanço nos anos seguintes. Observa-se, ainda, que em todos os cenários se consegue alcançar um balanço incremental positivo antes do término do período de estudo. Enquanto que no cenário com diminuição de 5% no consumo de fertilizantes, esse marco será alcançado ao 5º ano, no cenário de aumento de 5% no consumo de fertilizantes será alcançado somente no ano 8, e no caso de não se verificar nenhuma variação no consumo de fertilizantes, o ano

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.

de recuperação do investimento é alcançado no ano 6. Nos três cenários, o balanço incremental varia aproximadamente entre os 725€ e os 2.280€, 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 vinha no Douro Verde e que apenas se verificarão no caso de o empresário não superar os índices de rentabilidade expostos anteriormente.

- **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	**Uva**	52,4%	1 360 kg	610€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	1,8%	27 horas	160€
TOTAL		-	-	770€

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	**Uva**	2,1%	1 180 kg	530€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,7%	24 horas	140€
TOTAL		-	-	670€

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	**Uva**	2,7%	1 530 kg	690€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,9%	32 horas	190€
TOTAL		-	-	880€

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 770€ 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 cerca de 2,4% na quantidade de uva produzida (incremento de 1 360 kg de uva) e reduzir aproximadamente 0,8% no tempo de trabalho desempenhado na exploração (poupança anual de 27 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 770€ mencionados.

Um empresário que consiga reduzir a quantidade de fertilizantes aplicados não necessitará de registos tão favoráveis, apenas de um benefício económico total anul de 670€. Em sentido inverso, caso a exploração passe a consumir mais fertilizantes, os registos mínimos exigíveis serão superiores, tanto na quantidade de uva produzida, como na mão de obra. Com um aumento de 5% neste parâmetro, será necessário garantir um benefício total mínimo de 880€ no terceiro ano 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: 5,5 hectares;**
- **Poupança de 5% no consumo de fertilizantes: 5 hectares;**
- **Aumento de 5% no consumo de fertilizantes: 6,2hectares.**

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 uva 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 montadas 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 viticultor 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 na sua vinha.

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 íngreme 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 da vinha 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 na vinha, 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 viticultor, 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.

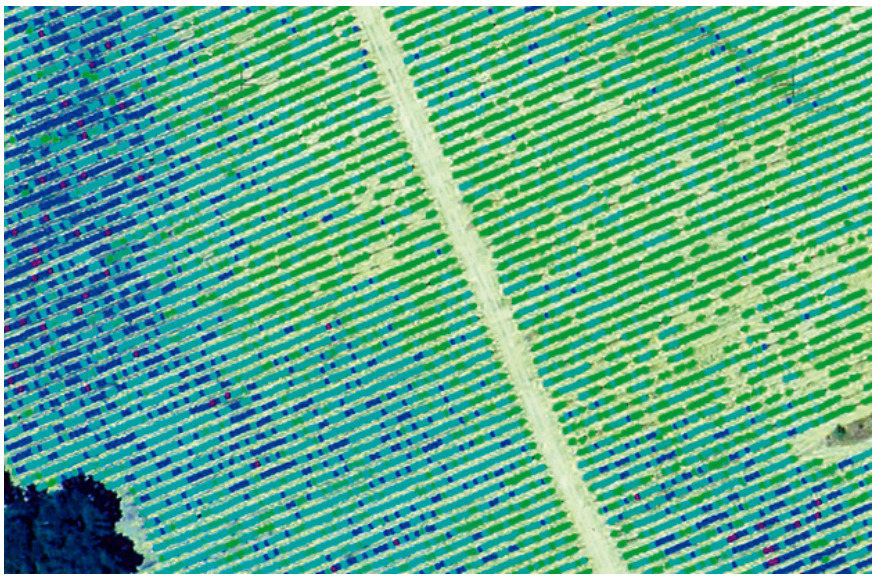

Figura 3 - Imagem captada por um drone, relativamente ao NDVI.

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 a sua vinha de forma mais diferenciada e "personalizada". Apresentamos na tabela seguinte algumas empresas 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	210,00€ (1 voo de drone)
Levantamento da Condutividade Elétrica Aparente	35,00€ / hectare	245,00€ [5]
Recolha de amostras e processamento em laboratório	25,00€ / hectare	43,75€
Cartografia dos nutrientes	6,00€ / hectare	10,50€
Assistência e aconselhamento técnico	187,50€ / mês	750,00€ [6]
Deslocação da equipa técnica	100,00€ / deslocação [7]	200,00€ (2 deslocações)
TOTAL	-	1.459,25€

Tabela 20 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de Imagens Aéreas e análises complementares na gestão da exploração-tipo (7 hectares).

Assume-se como provável a necessidade da realização de apenas 1 voo de drone por ano, sendo que apenas deve ser realizado enquanto as videiras possuírem folhas, uma vez que os índices vegetativos apenas são relevantes nesse período. Nessa visita será necessário que a equipa técnica execute 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 videiras.

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.

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 vitícola.

- **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 na vinha, 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 superior na produtividade, no caso de o produtor optar por recorrer a Imagens Aéreas captadas por drone.

Ademais, com esta tecnologia será possível efetuar um controlo mais preciso da maturação das uvas na vindima, permitindo uma segmentação da mesma (uvas com maior teor de açúcares e, consequentemente, de álcool no processo de vinificação, serão mais valorizadas). Assim sendo, crê-se ser possível obter um acréscimo de 4,5% nas receitas alcançadas, ao invés dos 3% alcançados através das Imagens Aeroespaciais. A diferença não é maior em virtude do facto de as imagens de drone serem bem mais esporádicas do que as geradas através de satélites, não permitindo um acompanhamento tão contínuo da vinha, apesar de possuírem uma resolução muito maior. Com um acréscimo de 4,5% neste parâmetro, será possível obter na exploração-tipo cerca de 1.130€ de receita extra anual, o equivalente a 2,5 toneladas adicionais de uva por ano, quando considerado um preço médio de 0,45€/kg de uva. 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 (35 horas anuais), enquanto recorrer a aconselhamento técnico.

Por sua vez, o consumo de fertilizantes poderá ou não sofrer variações significativas. Assim sendo, doravante, serão simulados, novamente, 3 cenários (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.

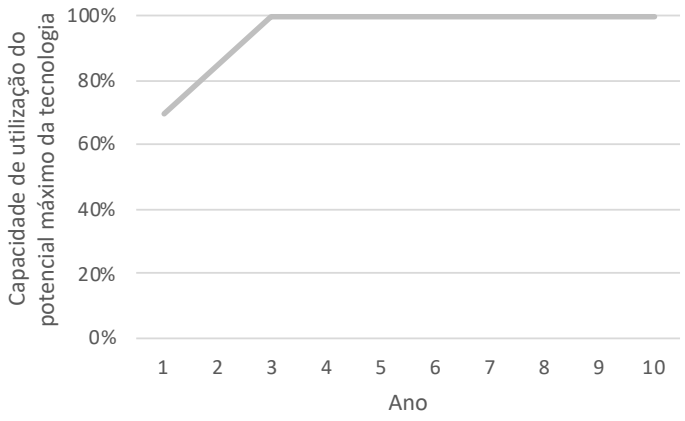

Gráfico 3 - Curva de aprendizagem associada ao uso de Imagens Aéreas.

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	**Uva**	793,80€	963,90€	1.134,00€	1.134,00€	...	1.134,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	142,85€	173,47€	204,08€	- €	...	- €
TOTAL		936,65€	1.137,37€	1.338,08€	1.134,00€	...	1.134,00€

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	**Uva**	793,80€	963,90€	1.134,00€	1.134,00€	...	1.134,00€
Decréscimo de Custos	**Fertilizantes**	113,97€	138,40€	162,82€	162,82€	...	162,82€
	Mão de Obra	142,85€	173,47€	204,08€	- €	...	- €
TOTAL		1.050,63€	1.275,76€	1.500,90€	1.296,82€	...	1.296,82€

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**	113,97€	138,40€	162,82€	162,82€	...	162,82€

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	936,65€	1.137,37€	1.338,08€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€
Despesa Adicional	1.459,25€	1.101,75€	1.026,75€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€
Balanço Anual	-522,60€	35,62€	311,33€	669,75€	669,75€	669,75€	669,75€	669,75€	669,75€	669,75€
Balanço Incremental	-522,60€	-486,98€	-175,65€	494,10€	1.163,85€	1.833,60€	2.503,60€	3.173,35€	3.842,85€	4.521,60 €

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	1.050,63€	1.275,76€	1.500,90€	1.296,82€	1.296,82€	1.296,82€	1.296,82€	1.296,82€	1.296,82€	1.296,82€
Despesa Adicional	1.459,25€	1.101,75€	1.026,75€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€	464,25€
Balanço Anual	-408,62€	174,01€	475,15€	832,57€	832,57€	832,57€	832,57€	832,57€	832,57€	832,57€
Balanço Incremental	-408,62€	-234,61€	239,54€	1.072,11€	1.904,68€	2.737,25 €	3.569,82€	4.402,39€	5.234,96€	6.067,53€

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	936,65€	1.137,37€	1.338,08€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€	1.134,00€
Despesa Adicional [8]	1.573,22€	1.240,75€	1.189,57€	627,07€	627,07€	627,07€	627,07€	627,07€	627,07€	627,07€
Balanço Anual	-636,57€	-102,78€	148,51€	506,93€	506,93€	506,93€	506,93€	506,93€	506,93€	506,93€
Balanço Incremental	-636,57€	-739,35€	-590,84€	-83,91€	423,02€	929,95€	1.436,88€	1.943,81€	2.450,74€	2.957,67€

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%).

Todos os cenários são penalizados nos primeiros 3 anos em virtude do acompanhamento técnico que será realizado na exploração durante esse período, sendo possível compensar esse balanço nos anos seguintes. Observa-se, ainda, que em todos os cenários se consegue alcançar um balanço incremental positivo antes do término do período de estudo. Enquanto que no cenário com diminuição de 10% no consumo de fertilizantes, esse marco será alcançado no ano 3, no cenário de aumento de 10% no consumo de fertilizantes será alcançado somente no ano 5 e no caso de não ocorrer uma variabilidade no uso de fertilizantes é alcançado no ano 4. Nos três cenários, o balanço incremental varia aproximadamente entre os 2.960€ e os 6.070€, 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 vinha no Douro Verde e que apenas se verificarão no caso de o empresário não superar os índices de rentabilidade expostos anteriormente.

- **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 aéreas, 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. Esta análise incidiu nos 3 cenários em avaliação.

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.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Uva**	2,7%	1 530 kg	690€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,6%	20 horas	120€
TOTAL		-	-	810€

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	**Uva**	2,1%	1 180 kg	530€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,5%	17 horas	100€
TOTAL		-	-	630€

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	**Uva**	3,3%	1 870 kg	840€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,7%	26 horas	150€
TOTAL		-	-	990€

Tabela 29 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos no ano 3 (com 10% de incremento 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 810 € 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 cerca de 2,7% na quantidade de uva produzida (incremento de 1 530 Kg de uva) e reduzir aproximadamente 0,6% no tempo de trabalho desempenhado na exploração (poupança anual de 20 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 810 € mencionados.

Um empresário que consiga reduzir a quantidade de fertilizantes aplicados não necessitará de registos tão favoráveis, apenas de um benefício económico total anual de 630 €. Em sentido inverso, caso a exploração passe a consumir mais fertilizantes, os registos mínimos exigíveis serão superiores, tanto na quantidade de uva produzida, como na mão de obra. Com um aumento de 10% neste parâmetro, será necessário garantir um benefício total mínimo de 990 € no terceiro ano e nos anos subsequentes.

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: 3,3 hectares;**
- **Poupança de 10% no consumo de fertilizantes: 2,8 hectares;**
- **Aumento de 10% no consumo de fertilizantes: 4,1 hectares.**

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

4.4 IRRIGAÇÃO DE PRECISÃO

a) Descrição

As Sondas de Solo possibilitam que o viticultor monitorize a humidade e temperatura do solo a várias profundidades, podendo também, no caso de alguns modelos de sondas, medir a salinidade, a eletrocondutividade e o pH do solo. A monitorização destes parâmetros permite ao produtor avaliar a eficiência do combate ao stress hídrico da vinha e a utilização de água pelas videiras.

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 o combate ao stress hídrico de forma diferenciada de acordo com cada setor. De forma a ilustrar esta funcionalidade, suponha-se que uma sonda presente num determinado setor 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 da vinha e efetuar um combate ao stress hídrico mais eficiente, ajustado às verdadeiras necessidades das videiras.

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, 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 n°63 - 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 38 – 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. Para uma área produtiva de 7 hectares, o empresário poderá investir numa sonda. Desta forma, poderá gerir o combate ao stress hídrico da sua vinha numa zona distinta selecionada criteriosamente pelo produtor, a definir de acordo com a variabilidade da mesma (diferentes parâmetros podem ser utilizados para definir esta zona, tais como a capacidade de drenagem do solo, a idade das videiras ou as castas).

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.

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 o combate ao stress hídrico 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	1	750,00€	750,00€
Data-logger	1	1.100,00€	1.100,00€
TOTAL	-	-	1.850,00€

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:

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.

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 de cerca de 395€.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Licença de utilização do software	321,60€ [10]
Manutenção e reparação dos equipamentos	74,00€
TOTAL	395,60€

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

- **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 o combate ao stress hídrico da vinha, 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 35 horas anuais em necessidades de mão de obra.

Face à otimização da irrigação da vinha, a produtividade da exploração também poderá ser potenciada, não sendo surpreendente um acréscimo de 2,5% na quantidade de uvas produzidas. Este acréscimo corresponde, no caso da exploração-tipo, a 1 400 kg adicionais de uva por ano. A um preço médio de 0,45€/kg, esta quantidade de uvas representa uma receita de 630€ 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 quantidade de água aplicada terá um impacto pouco significativo 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.

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

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.

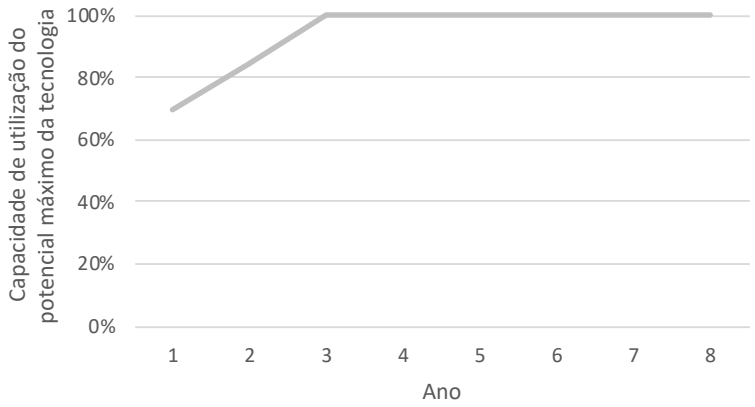

Gráfico 4 - Curva de aprendizagem associada ao uso de um sistema de Irrigação de Precisão.

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	...	Ano8
Acréscimo de Receitas	**Uva**	441,00€	535,50€	630,00€	...	630,00€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	142,85€	173,47€	204,08€	...	204,08€
TOTAL		583,85€	708,97€	834,08€	...	834,08€

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.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Benefícios	- €	582,85€	708,97€	834,08€	834,08€	834,08€	834,08 €	834,08 €	834,08 €
Despesa Adicional	- €	395,60€	395,60€	395,60€	395,60€	395,60€	395,60 €	395,60 €	395,60 €
Investimento	1.850,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-1.850,00€	188,25€	313,37€	438,48€	438,48 €	438,48 €	438,48 €	438,48 €	438,48 €
Balanço Incremental	-1.850,00€	-1.661,75€	-1.348,38€	-909,90€	-471,42€	-32,95€	405,53 €	844,01 €	1.282,49 €

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 6, 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 440€ a partir do terceiro ano, o empresário poderá prever um balanço incremental de aproximadamente 1.282€ 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 (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 2.207€ 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	- €	583,85€	708,97€	834,08€	834,08€	834,08€	834,08 €	834,08 €	834,08 €
Despesa Adicional	- €	395,60€	395,60€	395,60€	395,60€	395,60€	395,60 €	395,60 €	395,60 €
Investimento	1.850,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Apoio ao Investimento	925,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-925,00€	188,25€	313,37€	438,48€	438,48€	438,48€	438,48 €	438,48 €	438,48 €
Balanço Incremental	-925,00€	-736,75€	-423,38€	15,10€	453,58€	892,05€	1.330,53 €	1.769,01 €	2.207,49 €

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 660 € 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 da sua vinha em 2,0%, 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 540€ 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	**Uva**	2,0%	1 110 kg	500€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,5%	27 horas	160€
TOTAL		-	-	660€

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	**Uva**	1,6%	910 kg	410€
Decréscimo de Custos	**Mão de Obra**	0,6%	22 horas	130€
TOTAL		-	-	540€

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 5,5 hectares, no caso de o empresário não obter apoios ao investimento. Para esta área, considerou-se que serão necessárias 5 sondas de solo. 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 4,5 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 – Empresa fornecedora 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 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 vinha 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 7kWh por ano, tendo em consideração as características da exploração-tipo de vinha 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 vinha no Douro Verde.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

A instalação de sistemas de Tratamento Inteligente da Água por parte dos viticultores 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 na vinha 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.

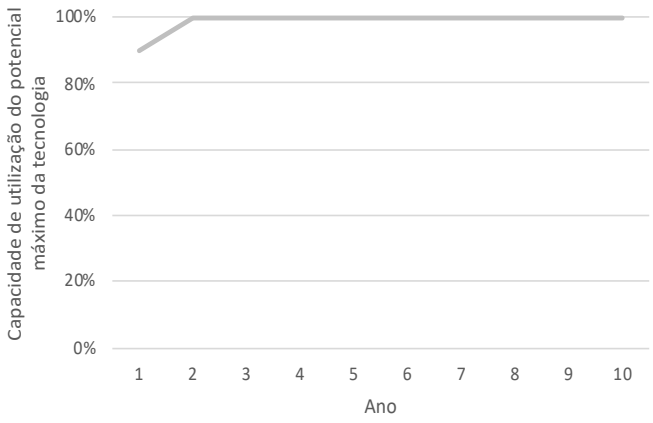

Gráfico 5 – Curva de aprendizagem associada ao uso do sistema de Tratamento Inteligente da Água.

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	**Uva**	907,20€	1.008,00€	...	1.008,00€
Decréscimo de Custos	**Eletricidade**	101,12€	112,35€	...	112,35€
	Fertilizantes	366,35€	407,05€	...	407,05€
	Manutenção de Equipamentos	26,40€	29,33€	...	29,33€
TOTAL		1.401,06€	1.556,73€	...	1.556,73€

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	- €	1.401,06€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€
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€	1.201,06€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€
Balanço Incremental	-10.000,00€	-8.798,94€	-7.442,21€	-6.085,48€	-4.728,75€	-3.372,02€	-2.015,29€	-658,56€	698,17€	2.054,90€	3.411,63€

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).

É notório que a empresa-tipo consegue rentabilizar o investimento nesta tecnologia. O retorno do investimento é alcançado no ano 8, 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 1.356 € a partir do segundo ano, o empresário poderá prever um balanço incremental de aproximadamente 3.411 € 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 (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 quarto 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	Ano 9	Ano 10
Benefícios	- €	1.401,06€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€	1.556,73€
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€	1.201,06€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€	1.356,73€
Balanço Incremental	-5.000,00€	-3.798,94€	-2.442,21€	-1.085,48€	271,25€	1.627,98€	2.984,71€	4.341,44€	5.698,17€	7.054,90€	8.411,63€

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).

- **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	**Uva**	3,1%	1730 kg	780€
Decréscimo de Custos	**Eletricidade**	23,4%	-	90€
	Fertilizantes	19,5%	-	320€
	Manutenção de Equipamentos	7,8%	-	20€
TOTAL		-	-	1210€

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	**Uva**	1,8%	1020 kg	460€
Decréscimo de Custos	**Eletricidade**	13,6%	-	50€
	Fertilizantes	11,4%	-	180€
	Manutenção de Equipamentos	4,5%	-	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 aproximadamente 1 210€ 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 da sua vinha em 3,1%, para além de poupar 23,4% em eletricidade, 19,5% em fertilizantes e 7,8% 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 5,5 hectares de vinha. Já com a obtenção de apoios ao investimento, 3,3 hectares serão suficientes para justificar economicamente a implementação de um sistema de Tratamento Inteligente da Água.

4.6 TECNOLOGIAS DE TAXA VARIÁVEL

a) Descrição

Nos últimos anos foram desenvolvidos Sensores que permitem criar Mapas da Exploração mais detalhados do que os gerados atualmente através de satélites multiespectrais. Os sensores trabalham em conjunto com um software próprio, que tem como objetivo principal transformar os dados registados pelos sensores em mapas temáticos sobrepostos. Este software permite ao empresário agrícola usar os mapas criados a partir dos dados registados pelos sensores, de forma a conceber programas de trabalho que implementam Tecnologias de Taxa Variável (VRT) na realização de atividades de campo com várias máquinas agrícolas (pulverizadores, espalhadores de matéria orgânica, irrigadores, rippers para chorumes, vindimadoras, etc.). A tecnologia VRT possibilita realizar a aplicação de produtos (fitofármacos ou adubos foliares, por exemplo) de modo diferenciado, consoante uma série de parâmetros medidos na vegetação ou no solo. Estes indicam a necessidade de maior ou menor quantidade de produto a aplicar em cada local do terreno.

Os sensores que serão abordados neste capítulo foram desenvolvidos especificamente para a caracterização do desenvolvimento vegetativo (porção aérea de uma planta ou cultura, formada pelo conjunto da copa individual das plantas) e do microambiente das culturas em sebe, como é o caso da vinha. Este equipamento combina um recetor GPS e uma série de sensores capazes de registar os seguintes parâmetros: Índice da Canópia (Índice da Área da Folha e Volume da Linha de Videiras), e Distância da Videira Alvo.

Figura 9 - Sensores para Tecnologias de Taxa Variável.

Os sensores possuem uma orientação especial e um amplo ângulo de visão que permite receber facilmente uma série de dados, uma vez que o sensor não é afetado pela vegetação que pode ser encontrada no espaço entre as linhas ou sob as linhas. Além disso, as medições do Índice da Canópia não são afetadas por variações de luz nas plantas (presença ou ausência de nuvens, elevação e ângulo do sol, sombreamento, etc.). Se o empresário agrícola adquirir dois sensores, quando passar com o trator nas entrelinhas da exploração, vai conseguir monitorizar as paredes vegetativas de ambos os lados em simultâneo.

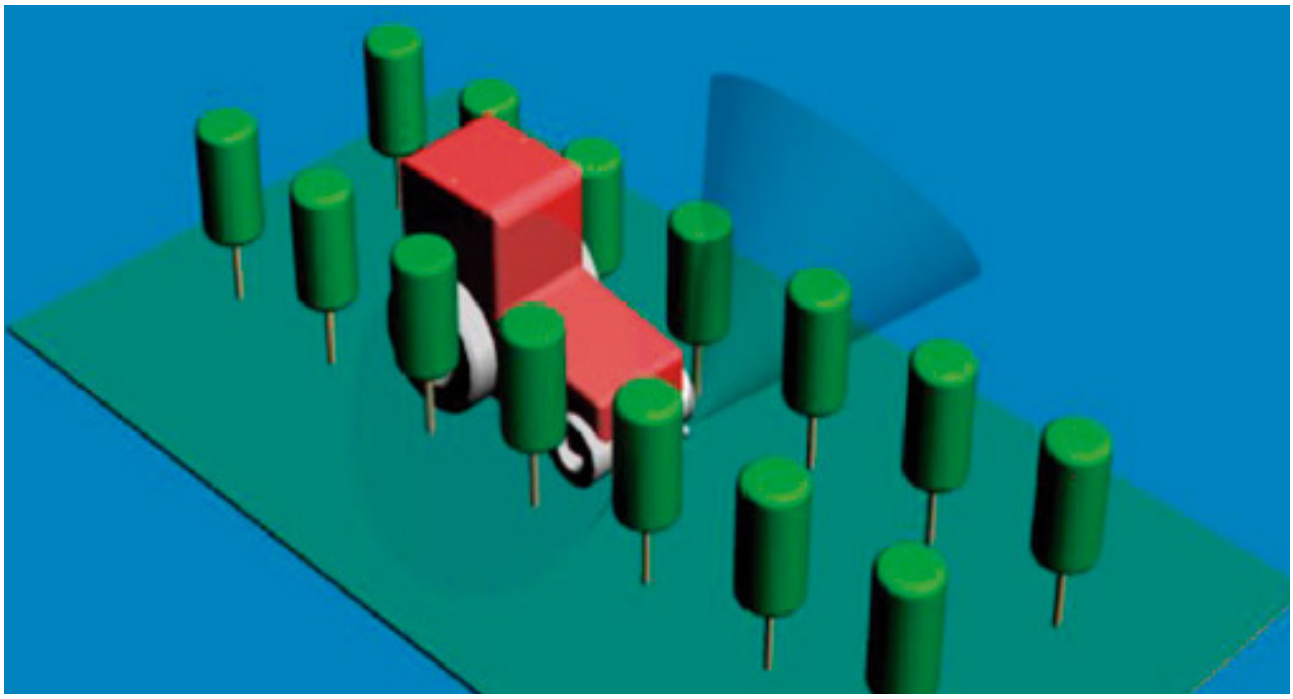

Figura 10 – Análise da canópia com recurso a Sensores para Tecnologias de Taxa Variável.

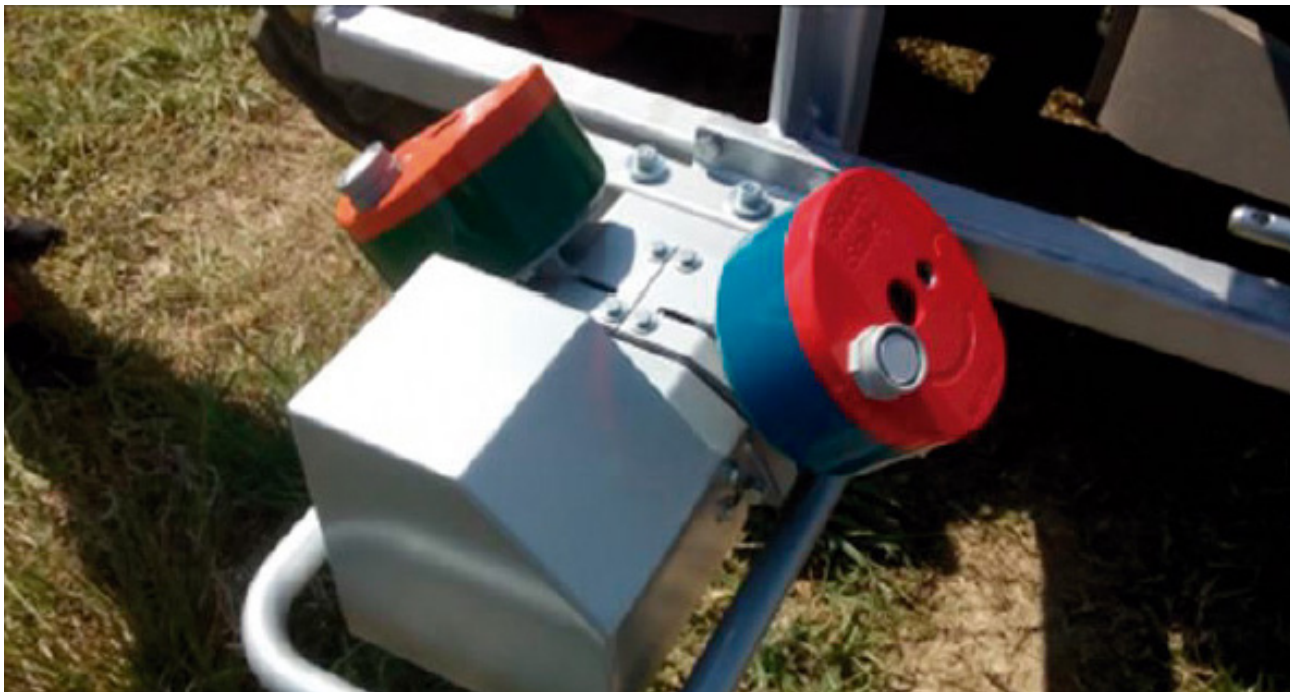

Figura 11 – Pormenor dos dois sensores instalados em simultâneo na traseira do trator.

A utilização destes sensores, aliados a um software específico, apresenta grandes vantagens para o empresário agrícola, pois permite uma maior eficiência na aplicação de fitofármacos e fertilizantes (adubos foliares com pulverizador ou matéria orgânica com espalhadores). Os dados são transmitidos dos sensores para o software através de uma pen de armazenamento. A pen permanece ligada aos sensores e posteriormente, quando ligado ao computador, transfere os dados para o software.

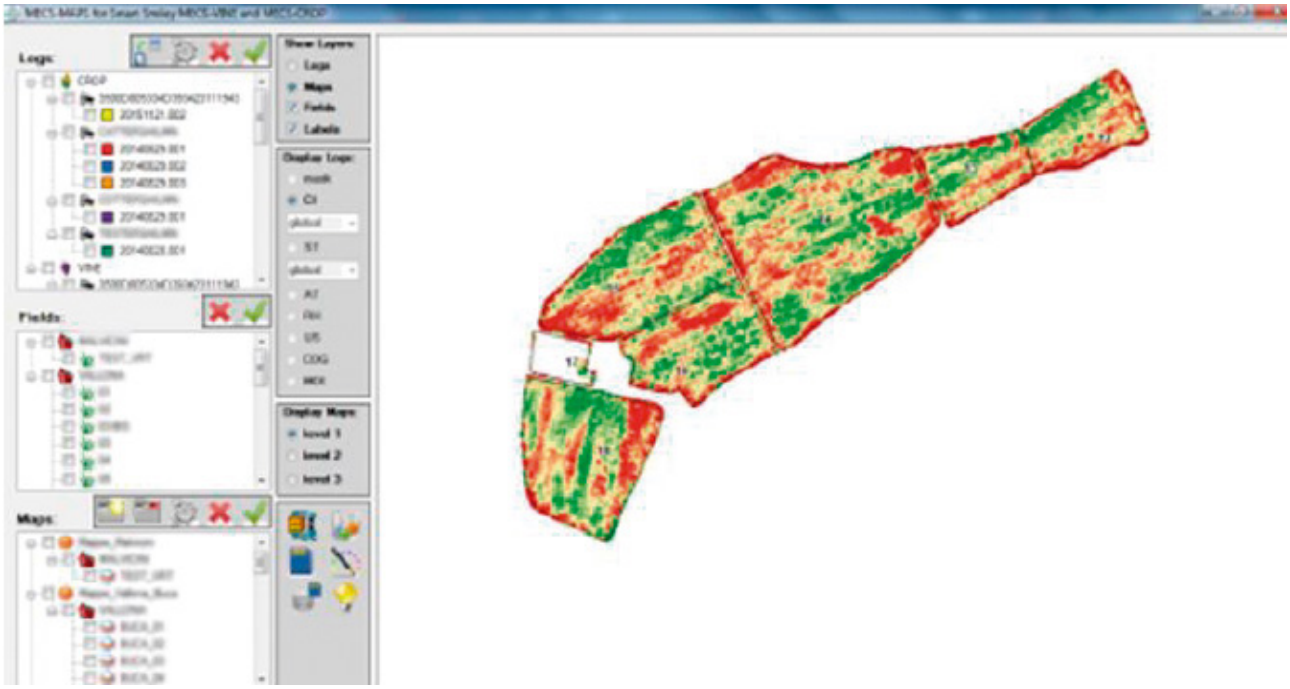

Figura 12 – Mapa da exploração gerado pelo software através dos dados registados pelos sensores.

Relativamente à pulverização (fitofármacos ou adubos foliares), as vantagens plenas do uso desta tecnologia apenas se revelam no caso de o empresário possuir um pulverizador apto a utilizar tecnologia VRT. Só assim será possível efetuar uma pulverização diferenciada de acordo com os dados constantes no mapa gerado pelo software. Para tornar o seu pulverizador apto a usar esta tecnologia, bastará instalar no mesmo um controlador do débito de aplicação. O mesmo se sucede com as restantes máquinas agrícolas que podem ser controladas através de tecnologia VRT, embora existam presentemente no mercado espalhadores de matéria orgânica que possuem um controlador já incorporado.

Num futuro próximo começarão a ser comercializados sensores melhorados, capazes de controlar em tempo real as máquinas habilitadas para a tecnologia VRT. Neste caso, os dados recolhidos pelos sensores colocados na frente do trator são utilizados para regular o trabalho realizado pelas máquinas (pulverizador, etc.) fixadas na traseira do trator, em tempo real. Uma das principais vantagens futuras será efetuar a operação técnica na devida altura, pois não se perde mais tempo entre a análise e a aplicação.

Devido ao facto de não ser comum a realização de adubação foliar nas vinhas do Douro Verde, ir-se-á assumir, doravante, que a tecnologia VRT apenas seria utilizada por um empresário deste ramo com o intuito de regular o débito de aplicação de fitofármacos. Esta funcionalidade é deveras importante para as empresas vitícolas da região, uma vez que se trata de um fator de produção de enorme magnitude na estrutura de custos desta atividade.

b) Empresas Identificadas

A Tecnologia VRT encontra-se em rápido desenvolvimento e evolução, ocorrendo com frequência inovações e avanços neste domínio. Na tabela 46, encontram-se presentes algumas empresas que desenvolvem ou fornecem as soluções mais recentes que se encontram disponíveis, atualmente, no mercado.

Empresa	Sede	Website	Contacto Telefónico
Ag Leader	Sluisweg 11, 6582 AG Heumen, Holanda (delegação europeia)	https://www.agleader.com/	+31 24 3434134
Terradat	Via Andrea Costa 17, Paderno, Dugnano 20037 (MI), Itália	http://www.terradat.it/	+39 347 5892466
Topcon	Essebaan 11 Capelle aan den IJssel, Holanda (delegação europeia)	https://www.topconpositioning.com/	+31 10 458 5077
Trimble	Industrieweg 187a, 5683 CC Best, Holanda (delegação europeia)	https://www.trimble.com/	+31 497 532 421

Tabela 56 – Empresas fornecedoras de equipamentos relativos a Tecnologias de Taxa Variável.

c) Viabilidade Económico-Financeira

- **Valores de Investimento**

O investimento a realizar para incorporar tecnologia VRT na aplicação de fitofármacos é bastante significativo, face ao preço avultado dos sensores usados. Com um preço unitário de 18 000€, considerou-se suficiente um único sensor, a ser instalado no trator sempre que se pretender avaliar a canópia da vinha. Embora a aquisição de dois sensores tornasse este processo mais célere, esta opção dificilmente poderá ser justificada, tendo em conta o investimento envolvido na mesma e a dimensão relativamente reduzida da exploração-tipo (7 hectares). Note-se, contudo, que este preço já contempla o respetivo software.

Adicionalmente, o empresário deverá investir num controlador do débito de aplicação de fitofármacos. Embora o custo deste equipamento varie consoante o pulverizador a adaptar, será expectável ter de se realizar um investimento a rondar os 5 000€ para este hardware.

Equipamento	Quantidade	Preço Unitário (€) s/ IVA	Investimento Total (€) s/ IVA
Sensor VRT (inclui software)	1	18 000,00€	18 000,00€
Controlador do débito de aplicação	1	5 000€	5 000€
TOTAL	-	-	23 000,00€

Tabela 47 – Investimento a realizar para a implementação de Tecnologia de Taxa Variável na exploração-tipo de vinha no Douro Verde.

- **Custos Operacionais Gerados pela Tecnologia**

Os custos operacionais anuais resumem-se, sobretudo, às despesas geradas pela manutenção e reparação do Sensor para Tecnologia VRT, bem como do controlador. Tendo-se assumido que esta rubrica corresponde, anualmente, a 4% do investimento efetuado, obtém-se um custo anual de 920€.

Tipo de Custo	Custo Anual Total (€) s/ IVA
Manutenção e reparação do equipamento	920,00€

Tabela 48 – Custos operacionais anuais gerados pela utilização de Tecnologia de Taxa Variável na exploração-tipo de vinha no Douro Verde.

- **Impacto na Realidade Económica da Empresa**

Tal como mencionado, os sensores permitem criar Mapas da Exploração detalhados quando sincronizados com o respetivo software, possibilitando a realização de tratamentos fitossanitários mais eficientes quando conjugados com um controlador de débito de aplicação. A utilização destes equipamentos pode originar uma redução da utilização de fitofármacos entre 20 e 50%. A título de exemplo, uma redução de 35% representará uma poupança superior a 2 300€ anuais em fitofármacos para uma empresa vitícola com as características da exploração-tipo. Consequentemente, o viticultor assegura grandes poupanças relativamente a um fator de produção com uma enorme preponderância na estrutura de custos da atividade.

A aplicação eficiente de fitofármacos também poderá potenciar a produtividade da vinha, não sendo exagerado contar com um incremento de 2% na produção total de uva, ou seja, 1 120 kg adicionais de uva por ano no caso da exploração-tipo (cerca de 500€ no caso de o preço da uva se situar nos 0,45€/kg).

Em sentido inverso, devido às várias passagens com o trator para efetuar a análise dos bardos com recurso ao sensor, será expectável um aumento do consumo de combustíveis, assim como uma maior necessidade de mão de obra. Pressupõe-se que será razoável prever um acréscimo de combustíveis na ordem dos 5% e um aumento de mão de obra a rondar os 2%. Estes registos equivalem para a exploração-tipo um custo anual adicional de cerca de 60€ e 400€, respetivamente.

Ainda assim, o produtor poderá minimizar estes custos adicionais, efetuando a análise dos bardos em simultâneo com outras tarefas que teria de realizar, imprescindivelmente, na vinha (por exemplo, trituração da vegetação na entrelinha ou aplicação de herbicidas na linha).

Quanto à curva de aprendizagem, será provavelmente necessário, no primeiro ano de utilização, que o produtor demore algum tempo a aperfeiçoar o uso desta tecnologia, não conseguindo alcançar a totalidade dos benefícios expectáveis. Assim sendo, assumiu-se que nesse ano não superará os 80% da capacidade de utilização do potencial máximo da tecnologia VRT. A partir do segundo ano, já poderá atingir os 100%, usufruindo das suas potencialidades máximas.

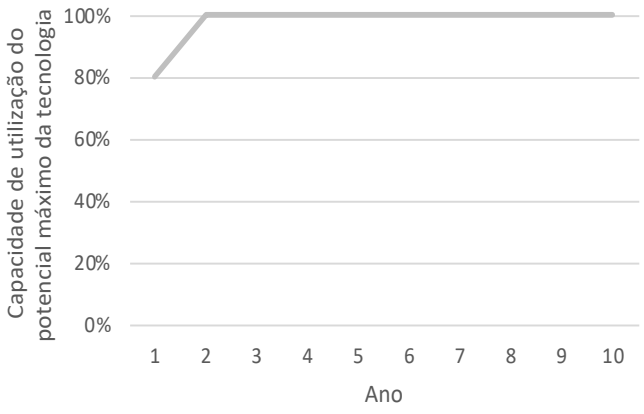

Gráfico 6 - Curva de aprendizagem associada ao uso de Tecnologia VRT.

Os benefícios económicos derivados da utilização desta tecnologia podem ser observados na seguinte tabela para os 10 anos estipulados (vida útil dos equipamentos).

Benefícios Económicos		Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Ano 10
Acréscimo de Receitas	**Uva**	403,20€	504,00€	504,00€	...	504,00€
Decréscimo de Custos	**Fitofármacos**	1.868,86€	2.336,08€	2.336,08€	...	2.336,08€
TOTAL		2.272,06€	2.840,08€	2.840,08€	...	2.840,08€

Tabela 49 – Benefícios económicos anuais provenientes da utilização de Tecnologias de Taxa Variável.

Por outro lado, os custos de exploração que seriam incrementados pelo uso da tecnologia são os seguintes.

Desvantagens Económicas		Ano 1	...	Ano 10
Acréscimo de Custos	**Combustíveis**	59,22€	...	59,22€
	Mão de Obra	408,16€	...	408,16€
TOTAL		467,38€	...	467,38€

Tabela 50 – Desvantagens económicas anuais provenientes da utilização de Tecnologias de Taxa Variável

- **Viabilidade do Investimento**

Perante o exposto, apresenta-se de seguida uma tabela contendo os dados apurados até ao momento e expondo qual o balanço anual e incremental obtidos para a presente operação.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	- €	2.272,06€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€
Despesa Adicional [11]	- €	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€
Investimento	23.000,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-23.000,00€	884,68€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€
Balanço Incremental	-23.000,00€	-22.115,32 €	-20.209,92€	-19.209,92€	-17.757,22€	-16.304,52€	-14.851,82€	-13.399,12€	-11.946,42€	-10.493,72€	-9.041,02€

Tabela 51 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de Tecnologias de Taxa Variável segundo as características delineadas para a exploração-tipo (sem apoio ao investimento).

Para o cenário em análise, o investimento a realizar é demasiado elevado ao ponto de não poder ser compensado pelo balanço anual obtido ao longo dos 10 anos de utilização. Assim sendo, quando este período termina, o empresário ainda teria de gerar mais cerca de 9.040€ para igualar os custos inerentes ao uso desta tecnologia VRT.

11. A despesa adicional constante nas tabelas 59 e 60 contempla tanto os custos operacionais gerados pela utilização da tecnologia, como o incremento dos custos de exploração (combustíveis e mão de obra).

Mais uma vez, frisa-se que estes resultados pressupõem que todo o investimento será efetuado com recurso exclusivo a capitais próprios, não se contemplando qualquer montante com origem em empréstimos bancários (que gerariam juros ainda mais penalizadores para os resultados económicos apresentados) nem financiamento comunitário.

Caso consiga obter financiamento comunitário, o empresário poderá contar com os registos que constam na seguinte tabela (usando como exemplo a Operação 10.2.1.1 do PDR 2020 – "Pequenos Investimentos nas Explorações Agrícolas"). Segundo estas condições, será possível financiar através desse instrumento, cerca de 11 500€ do investimento apurado, pelo que o payback será alcançado ao nono ano, como é possível observar na seguinte tabela. O balanço incremental no final da vida útil referenciado para esta tecnologia, será de cerca de 2 459€.

Rubrica	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Benefícios	- €	2.272,06€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€	2.840,08€
Despesa Adicional	- €	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€	1.387,38€
Investimento	23.000,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Apoio ao Investimento	11.500,00€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Balanço Anual	-11.500,00€	884,68€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€	1.452,70€
Balanço Incremental	-11.500,00€	-10.615,32€	-9.162,62€	-7.709,92€	-6.257,22€	-4.804,52€	- 3.351,82€	-1.899,12€	-446,42€	1.006,28€	2.458,98€

Tabela 52 – Balanço dos benefícios e desvantagens económicas da utilização de Tecnologias de Taxa Variável segundo as características delineadas para a exploração-tipo (com apoio ao investimento).

Neste caso, o investimento na tecnologia VRT em análise já seria viável, se bem que os resultados obtidos no final do período de análise não são suficientes para garantir com toda a segurança que se trata de uma tecnologia facilmente rentabilizada. Os registos apresentados demonstram não existir uma margem de erro significativa, pelo que, segundo as condições apresentadas, o empresário teria de encetar todos os esforços de modo a extrair o máximo proveito desta tecnologia. Caso algum imprevisto ocorra, esta operação poderá revelar-se infrutífera.

- **Análise de Sensibilidade**

a) Variação dos benefícios económicos da tecnologia na exploração

O ponto de sensibilidade relativamente à rentabilidade deste investimento situa-se num benefício económico total anual de 3 760€. Este montante mínimo poderá ser atingido caso o empresário garanta um incremento de 2,6% na quantidade de uvas produzidas (a um preço de 0,45€/kg), juntamente com uma redução de 46,4% no consumo de fitofármacos, sendo estes índices algo superiores ao que se julga serem expectáveis para esta tecnologia.

Note-se, ainda, que estes valores pressupõem que as restantes rubricas (despesas adicionais e investimento) se mantêm constantes.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Uva**	2,6%	1 490 kg	670€
Decréscimo de Custos	**Fitofármacos**	46,4%	-	3 090€
TOTAL		-	-	3 760€

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

Contemplando o financiamento comunitário referido, os registos mínimos exigíveis serão menos rigorosos, bastando um benefício económico total de 2 590€ por ano para tornar o investimento nesta tecnologia viável.

Ponto de Sensibilidade		Variação mínima exigível (%)	Unidades/ano	Quantia anual (€)
Acréscimo de Receitas	**Uva**	1,8%	1 020 kg	460€
Decréscimo de Custos	**Fitofármacos**	31,9%	-	2 130€
TOTAL		-	-	2 590€

Tabela 54 – Quadro-resumo do ponto de sensibilidade respeitante aos benefícios económicos obtidos (com apoio ao investimento)

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. Este parâmetro varia consoante o empresário obtém ou não apoios ao investimento:

- **Sem apoio ao investimento: 10,3 hectares;**
- **Com apoio ao investimento: 6,3 hectares.**

5. CONCLUSÃO

O sucesso na implementação de tecnologia de precisão numa exploração vitícola encontra-se bastante dependente tanto do perfil da empresa (área de produção e sua heterogeneidade, produtividade, modo de condução das videiras, 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.

Apesar do setor vitícola no Douro Verde apresentar rendimentos médios relativamente baixos, a adoção de soluções de Agricultura de Precisão nas explorações do território é possível. Das tecnologias analisadas no presente documento, constata-se que, quando aplicadas à exploração-tipo, apenas a Tecnologia VRT (quando o empresário recorre a capitais próprios para o investimento) não é economicamente viável, apesar de que quando o investimento nesta tecnologia é parcialmente atenuado através de financiamento comunitário, já se torna uma tecnologia economicamente viável para explorações com o perfil em estudo. Os Softwares de Gestão da Exploração, as Imagens Aeroespaciais, as Imagens Aéreas, a Irrigação de Precisão e o Tratamento Inteligente da Água, revelam-se como mais-valias para o empresário, gerando proveitos económicos suficientes para justificar a sua implementação.

No entanto, é possível encontrar na sub-região do Douro Verde explorações vitícolas de dimensões superiores à determinada para a exploração-tipo (7 hectares) e com um modelo de gestão diferente, pelo que os resultados apresentados não assumem o propósito de caracterizar o setor como um todo. Cada caso deve ser estudado de forma personalizada de modo a aferir qual a aplicabilidade das diversas soluções tecnológicas ao dispor, atualmente, no mercado.

Apesar de a generalidade dos empresários do setor vitícola no Douro Verde ainda não ter implementado qualquer Tecnologia de Precisão, existe um interesse notório sobre este domínio. Os viticultores possuem algum ceticismo relativamente à relevância destas tecnologias para a sua atividade, questionando-se se as mesmas serão rentáveis. O presente documento conseguirá responder a algumas dessas dúvidas, estabelecendo critérios mínimos que poderão servir de referência para a averiguação da viabilidade da implementação deste tipo de tecnologias na atividade vitícola.

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