

Universidade de Évora – Escola de Ciências Sociais

Mestrado em Economia e Gestão Aplicadas

Área de especialização | Agro-negócio

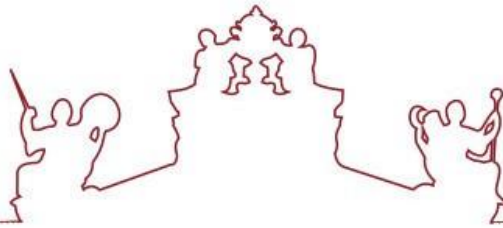
Dissertação

**O potencial económico da internet das coisas nas
empresas agrícolas do Alentejo**

Ana Marta dos Reis Mourão Nunes da Silva

Orientador(es) | Carlos Alberto Falcão Marques
Rui Manuel de Sousa Fragoso

Évora 2022



Universidade de Évora – Escola de Ciências Sociais

Mestrado em Economia e Gestão Aplicadas

Área de especialização | Agro-negócio

Dissertação

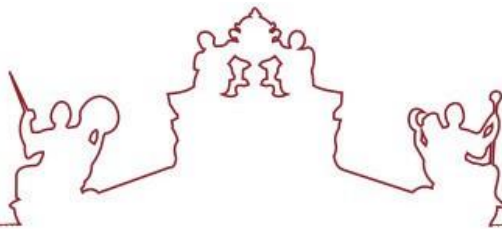
**O potencial económico da internet das coisas nas
empresas agrícolas do Alentejo**

Ana Marta dos Reis Mourão Nunes da Silva

Orientador(es) | Carlos Alberto Falcão Marques
Rui Manuel de Sousa Fragoso

Évora 2022





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências Sociais:

Presidente | Maria Raquel Lucas (Universidade de Évora)

Vogais | Paulo Fernando Lopes Resende da Silva (Universidade de Évora) (Arguente)
Rui Manuel Fragoso (Universidade de Évora) (Orientador)

Évora 2022



“It always seems impossible until it's done”
Nelson Mandela, 2001

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grata.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu pai por me mostrar que apesar das dificuldades não devemos desistir da nossa formação, que estamos em constante crescimento intelectual e pessoal. Obrigada pelo carinho e por construíres comigo o meu percurso, espero deixar-te orgulhosa.

Agradecer à minha mãe por ser um modelo de coragem, pelo seu apoio incondicional e por sempre me ouvir e apoiar nos momentos de desânimo e de alento.

À minha irmã pelo seu incentivo, amizade e paciência demonstrada e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo.

Ao José Serra, meu namorado, com amor, pela permanente preocupação com que sempre acompanhou este meu trabalho. Agradeço ainda a paciência e amor demonstrados nos meus momentos menos bons.

À minha grande amiga Rita Antunes, agradeço o apoio e motivação incondicional que ajudou a tornar este trabalho uma válida e agradável experiência de aprendizagem.

Aos meus orientadores Carlos Marques e Rui Fragoso, pelas suas ideias, sugestões e competente orientação, pela constante disposição em elucidar-me.

Por fim, ao Engenheiro António Noronha Lopes e à sua esposa Dr.^a Catarina Noronha Lopes por me permitirem ter acesso a dados confidenciais da exploração Monte da Comenda, sem eles a realização deste trabalho não teria sido possível.

RESUMO

O trabalho desenvolvido pretende compreender o impacto do investimento em tecnologias de internet das coisas na rendibilidade de uma exploração.

A metodologia baseia-se na elaboração de contas de atividade da vinha para os diferentes anos em análise e através do cálculo de outros indicadores de rendibilidade económica. Por motivos de conveniência a análise recaiu sobre a exploração Monte da Comenda e a recolha de dados foi feita através de um guião e uma folha de cálculo estruturada.

Com base nos dados obtidos realizou-se o apuramento e a análise de diversos indicadores económicos. Os resultados mostram um aumento de produção e uma redução nos custos totais, melhorando a rendibilidade da exploração vitícola.

A principal limitação prendeu-se à confidencialidade de alguns dados, o que limitou a análise de alguns indicadores. Apesar de não ter sido alvo deste estudo, importa salientar que há impactos da internet das coisas nas componentes ambiental e social.

Palavras-chave: Internet das coisas; investimento; contas de atividade; indicadores económicos; rendibilidade.

ABSTRACT

“The economic potential of the Internet of Things in agricultural companies in Alentejo”

The work developed aims to understand the impact of investment in internet of things technologies on the profitability of an exploitation.

The methodology is based on the preparation of accounts of vineyard activity for the different years under analysis and calculation of other indicators of economic profitability. For reasons of convenience, the analysis fell on the exploitation Monte da Comenda and data collection was done through a script and a structured spreadsheet.

Based on the data obtained, the clearance and analysis of various economic indicators was carried out. The results show an increase in production and reduction in total costs, improving the profitability of wine-growing.

The main limitation was the confidentiality of some data which limited the analysis of some indicators. Although it was not the target of this study, it is important to point out that there are impacts of the Internet of Things on environmental and social components.

Keywords: Internet of Things; investment; activity accounts; economic indicators; profitability

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABELAS	11
SIGLAS E ABREVIATURAS	12
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	13
1.1 Enquadramento do estudo.....	14
1.2 Problema e questão de investigação.....	15
1.3 Objetivos da investigação.....	16
1.4 Aspetos metodológicos.....	16
1.5 Estrutura da dissertação.....	17
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO EMPÍRICO	18
2.1 A Viticultura no Alentejo.....	18
2.2 Rumo à agricultura digital: Agricultura 4.0.....	20
2.3 O papel crescente da internet das coisas na viticultura.....	26
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	28
3.1 Descrição do estudo.....	28
3.2 Abordagem metodológica.....	28
3.3 Seleção da amostra.....	29
3.4 Métodos de recolha de informação.....	29
3.5 Tratamento e análise de dados.....	31
CAPÍTULO IV – ESTUDO DE CASO	33
4.1. Caraterização da exploração Monte da Comenda - Agroturismo, Lda.....	33
4.2 Análise da entrevista ao gerente da exploração Monte da Comenda – Agroturismo, Lda.....	34
4.2.1 Análise de contas de atividade da vinha	35
4.2.2 Análise de Indicadores de competitividade	38
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
6.1 Conclusões.....	39
6.2 Principais limitações e desenvolvimentos futuros.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	45
Anexo 1 – Entrevista realizada à exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda.....	45
Anexo 2 – Contas de atividade da vinha da exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda.....	48

Anexo 3 – Fórmulas dos Indicadores de Rendibilidade Económica	49
Anexo 4 – Cálculos auxiliares.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa representativo das regiões vitivinícolas de Portugal	14
Figura 2 - Principais pilares da Indústria 4.0	21
Figura 3 - Aplicabilidade da IoT	22
Figura 4 - Estrutura funcional dos sistemas IoT	23
Figura 5 - Evolução mundial de dispositivos conectados.....	24
Figura 6 - O futuro da agricultura	25
Figura 7 - Fórmulas de indicadores de rentabilidade económica	49
Figura 8 - Cálculo custo médio	50
Figura 9 - Cálculo ponto crítico de produção	50
Figura 10 - Cálculo rentabilidade global dos fatores.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da Área Total de Vinha - Portugal (ha)	18
Tabela 2 - Integrante do Excel - Informações gerais.....	30
Tabela 3 - Integrante do Excel - Proveitos.....	30
Tabela 4 - Integrante do Excel - Custos totais.....	31
Tabela 5 - Produção Anual do Produto Principal	35
Tabela 6 - Proveitos	35
Tabela 7 - Custos totais por operação cultural e ano.....	37
Tabela 8 - Variação dos resultados por ano.....	38
Tabela 9 - Conta de atividade.....	48

SIGLAS E ABREVIATURAS

CC – Capacidade de Campo

CF – Custos Fixos

CM – Custo Médio

CMVMC - Valor dos custos das mercadorias vendidas e matérias consumidas

CT – Custo Total

CT_{pp} – Custo Total do Produto Principal

CV – Custos Variáveis

CVRA - Comissão Vitivinícola Regional Alentejana

EC – European Commission

FSE – Fornecimentos e serviços externos

IoT - Internet das coisas

IVV - Instituto da Vinha e do Vinho

ML – Margem Líquida

OIV - International Organisation of Vine and Wine

PC – Produção Crítica

P_{ypp} - Preço de mercado do produto principal

RGF - Rendibilidade Global dos Fatores

RSSF - Redes de Sensores Sem Fios

VANT - Veículos Aéreos Não Tripulados

VPPT - Valor de produção padrão total

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Segundo o documento “Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects” da Comissão Europeia (2017), a conectividade é o pilar da transformação tecnológica e a Internet das coisas (IoT) é a chave que cada vez mais faz parte das diversas áreas de produção. Os sistemas de IoT aplicados à produção agrícola potencializam evoluções nos modelos de negócios através de uma melhor monitorização de todo o ciclo de produção (Sundmaeker, Verdouw, Wolfert & Freire, 2016).

De facto, a rápida evolução das tecnologias digitais faz com que as empresas tomem decisões estratégicas a fim de criar e melhorar capacidades que possibilitem explorar novos sistemas digitais, introduzindo inovação ao nível da produção. A inovação e o uso destas tecnologias oferecem soluções vantajosas para os sistemas de produção, não só por potencializarem benefícios para o meio ambiente, como também por alavancarem alterações na produtividade, nos custos e na gestão de desperdícios e resíduos.

Pretende-se com a presente dissertação compreender o impacto económico do uso de tecnologias de IoT enquanto ferramenta de apoio à gestão e tomada de decisão na maximização da produtividade e na minimização de perdas associadas a fatores bióticos e abióticos, e consequentemente o impacto que a mesma tem na rendibilidade das explorações vitícolas. Integrar as melhores práticas e diretrizes das explorações agrícolas com dados recolhidos através de drones, dados de satélite e sensores possibilita a criação de uma vantagem competitiva para o setor.

Segundo a Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (CVRA), as condições meteorológicas e a singularidade dos solos do Alentejo, concedem aos vinhos a tipicidade que os caracteriza, demonstrando o potencial para a produção de vinhos de qualidade. De acordo com os dados do Instituto da Vinha e do Vinho (IVV, 2021), em 2020, a área de vinha rondava os 25.000 hectares no Alentejo, o que equivale a 13% da área dedicada à cultura em todo o país, e com uma produção anual de 1.159.067 hl de vinho correspondente, correspondente a 18% da produção nacional.

No entanto, as alterações climáticas que têm ocorrido e as projeções para as próximas décadas trazem novos desafios para a viticultura, mais especificamente para a região do Alentejo (Fraga & Santos, 2018). Com o aumento da temperatura do ar e a diminuição da disponibilidade de água no solo espera-se um impacto prejudicial na fisiologia da videira e, em última instância, na produtividade. Para além disto, nesta região, as videiras estão sujeitas à presença de inúmeras doenças e pragas que podem prejudicar a quantidade e qualidade dos vinhos produzidos (Santos, 2016).

O trabalho desenvolvido em “O impacto da internet das coisas na rendibilidade económica de explorações vitícolas: estudo de caso no Monte da Comenda - Agroturismo, Lda”, surge com o propósito de compreender o impacto que as tecnologias digitais, nomeadamente a internet das coisas (IoT), têm nas produções

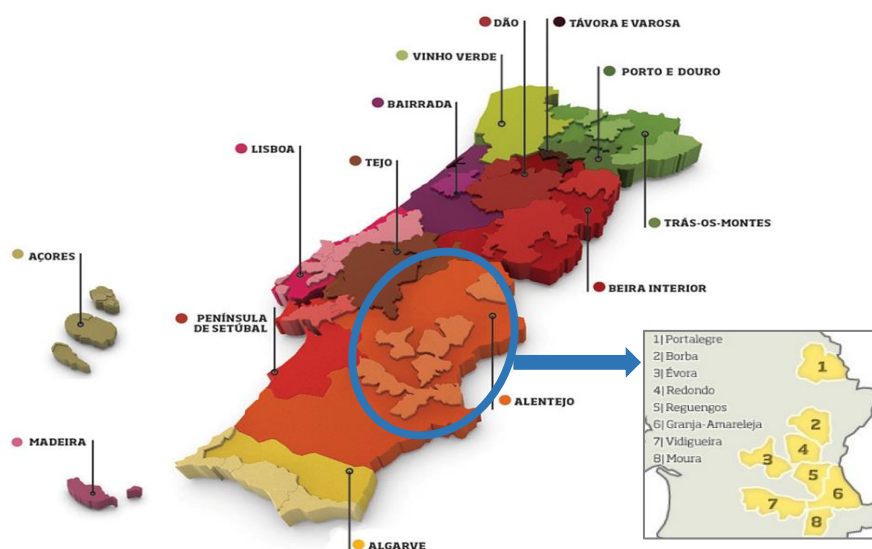
vitícolas no Alentejo, incidindo-se essencialmente sobre a forma como esta tecnologia modifica a rendibilidade da atividade económica da exploração Monte da Comenda - Agroturismo, Lda.

1.1 Enquadramento do estudo

Segundo o relatório “2019 Statistical Report on World Vitiviniculture” da International Organisation of Vine and Wine (OIV), Portugal ocupa o nono lugar no ranking mundial de área de vinha, perfazendo um total de 192 mil hectares em 2018, e correspondendo ao quarto maior país na União Europeia (EC, 2021) com 2,43% do território nacional ocupado com vinha, distribuído pelas várias regiões do país (IVV, 2020).

Portugal compreende 14 regiões vitivinícolas: Minho (Vinho Verde), Trás-os-Montes, Douro/Porto, Terras de Cister (Távora-Varosa), Beira Atlântico (Bairrada), Terras do Dão, Terras da Beira (Beira Interior), Lisboa, Tejo, Península de Setúbal, Alentejo, Algarve, Açores e Madeira [ver Figura 1]. A região vitivinícola do Alentejo é uma das maiores regiões vinícolas do país. Em 2020, esta região tinha cerca de 25 mil ha de plantação de vinha, divididos por 8 sub-regiões com Denominação de Origem (DO) (IVV, 2018).

Figura 1 - Mapa representativo das regiões vitivinícolas de Portugal



Fontes/Entidades: Instituto da Vinha e do Vinho e Clube Vinhos Portugueses, adaptado a partir de <https://www.ivv.gov.pt/np4/regioes/> e <https://www.clubevinhosportugueses.pt/turismo/vinhos-do-alentejo-sub-regiao-de-reguengos-2/>

De um modo geral, a região vitícola alentejana é caracterizada por planícies, com clima tipicamente mediterrânico, marcado por verões quentes e secos (Fraga et al., 2017), e os meses de inverno são um pouco chuvosos e frios. A baixa disponibilidade de água durante o verão limita criticamente o desenvolvimento da videira, o que juntamente com os efeitos esperados das alterações climáticas de aumento da temperatura e diminuição da precipitação, pode comprometer o rendimento e a qualidade da produção da região.

Existe uma necessidade por parte dos governos e organismos internacionais em abordar a rápida transformação dos sistemas de produção agrícola de forma disruptiva e diferenciadora, como forma de alcançar a “intensificação sustentável” (European Commission, 2017). Por outro lado, cada vez mais, os viticultores são alertados para questões ambientais e de sustentabilidade na sua atividade, cultivando atualmente no sentido de cumprir com os requisitos de uma prática de produção integrada, como a gestão racional dos recursos naturais e privilegiando a utilização dos mecanismos de regulação natural em substituição de fatores de produção. Neste sentido, existe um equilíbrio de diversos fatores de maneira a obter um produto final de uma forma sustentável a nível produtivo e económico.

Assim, a adoção de tecnologias no setor permite que os dados e o controlo da produção sejam cada vez mais determinantes nos custos e nos proveitos da atividade; as operações são cada vez mais automatizadas e digitalmente planeadas e administradas, tendo como base a IoT (Santos, 2020). De facto, a IoT permite estabelecer um ponto de união entre o mundo físico e o mundo da informação, tornando-se um dos maiores avanços da tecnologia digital, o combinar da monitorização do meio ambiente com a análises das informações recolhidas através dos sensores, tornam esta tecnologia numa ferramenta digital de apoio à tomada de decisão rápida e precisa (Yerpude & Singhal, 2017).

Percebe-se que o futuro da viticultura passa pela utilização de tecnologias e metodologias da IoT, permitindo que a tomada de decisão, baseada em dados obtidos em tempo real, melhore a eficiência e a eficácia do sistema produtivo e reduza efeitos negativos provocados pelas perdas significativas no meio envolvente (Muangprathub et al., 2019).

1.2 Problema e questão de investigação

A relação entre produção e sustentabilidade tem-se tornado um ponto fulcral para a continuidade do setor vitícola do Alentejo, além de uma prioridade para os produtores. A preocupação com o futuro sustentável do negócio vitivinícola tem-se tornado uma necessidade crescente na transformação disruptiva e diferenciadora dos sistemas de produção. Segundo o documento “Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects” da Comissão Europeia (2017), a conectividade é o pilar da transformação tecnológica e a IoT é a chave que cada vez mais faz parte das diversas áreas de produção. Os sistemas de IoT aplicados à produção agrícola potencializam evoluções nos modelos de negócios através de uma melhor monitorização de todo o ciclo de produção (Sundmaeker, Verdouw, Wolfert & Freire, 2016). De facto, a inovação e o uso da IoT oferece soluções vantajosas para os sistemas de produção, não só por potencializar benefícios para o meio ambiente, como também por alavancar alterações na produtividade, nos custos e na gestão de desperdícios e resíduos.

Por meio da transformação digital, o alavancar de uma sustentabilidade económica é garantido através de amplas oportunidades para o desenvolvimento de novos

empreendimentos agrícolas e a criação de novos empregos e da melhoria da competitividade das explorações. Também a sustentabilidade ambiental é assegurada com a introdução de novas tecnologias digitais, os impactos das consequências das mudanças climáticas podem ser controlados por meio do controlo de pesticidas, reduzindo o uso de água. Já no que concede à sustentabilidade social, as tecnologias digitais contribuem para o desenvolvimento de áreas rurais e regiões pobres (Hrustek, 2020).

A capacidade de obter informações detalhadas sobre o funcionamento da videira, tem permitido um impacto significativo na forma como se gerem as operações na cultura, alavancando um incremento da eficiência de utilização de recursos. De facto, segundo António Graça, responsável de I&D da Sogrape Vinhos, com uso de tecnologias digitais na viticultura *"(...) utiliza-se o mínimo possível dos recursos necessários (mão-de-obra, combustível, consumíveis na vinha, água, etc.) para obter o máximo efeito possível ao nível da quantidade produzida e da qualidade da produção (...)".*

Neste emaranhado de investimentos em transformações digitais e informações detalhadas sobre as culturas, há uma necessidade de compreender e demonstrar os benefícios de rentabilidade para os negócios.

1.3 Objetivos da investigação

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar e avaliar como a introdução de tecnologias basadas na IoT na atividade vitícola altera a rendibilidade da atividade na exploração Monte da Comenda - Agroturismo, Lda.

Para responder a este objetivo geral, foi imprescindível definir, analisar e avaliar os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os calendários e práticas culturais das atividades vitícolas antes e depois da introdução de tecnologias baseadas na IoT;
- Identificar as alterações na afetação de recursos e avaliação do resultado económico alcançado nos anos pré e pós-investimento;
- Quantificar e analisar eventuais alterações da rendibilidade da atividade com o uso de tecnologias de IoT na exploração em estudo.

1.4 Aspetos metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória, descritiva, quantitativa, e aplicada, ao basear-se:

- Na utilização de informação publicada, nomeadamente estatísticas, relatórios, estudos, dissertações e teses e, artigos em jornais de pesquisa para a caracterização da região vitícola alentejana;
- Na seleção de uma exploração da região do Alentejo;
- Na consulta de indicadores e na elaboração de contas de cultura de modo a simular o impacto na rendibilidade da introdução da IoT na atividade

vitícola da exploração em estudo.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos. Ainda no primeiro capítulo - e como referido, após uma abordagem mais global do tema, - passa-se a um foco nas ligações criadas entre o setor em análise e os sistemas de IoT, define-se o objetivo geral e os objetivos específicos a alcançar.

Após o capítulo inicial, segue-se uma abordagem de enquadramento empírico do setor vitícola no Alentejo, da Agricultura 4.0, e a contextualização da Internet das coisas.

Posteriormente, no terceiro capítulo, planeia-se a abordagem metodológica de investigação utilizada no caso de estudo, sendo o mesmo descrito como análise quantitativa de natureza aplicada e empírica.

No quarto capítulo passa-se à caracterização da exploração em estudo na presente dissertação, o Monte da Comenda - Agroturismo, Lda, evidenciando características das suas produções.

Em seguida, num quinto capítulo, apresentam-se os principais resultados obtidos, procurando apurar e analisar os indicadores de rentabilidade de modo a medir os possíveis impactos positivos, ou seja, compreender em que medida a adoção destas tecnologias foi benéfico para a rendibilidade da atividade vitícola do Monte da Comenda - Agroturismo, Lda.

Por fim, o sexto capítulo visa estabelecer as conclusões do trabalho, indicar as principais limitações e sugerir algumas recomendações para futuros trabalhos relacionados com o tema principal.

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO EMPÍRICO

Neste capítulo procede-se ao enquadramento empírico do tema da dissertação, em primeiro lugar, sublinhando alguns aspetos económicos e produtivos do setor vitícola no Alentejo, depois revendo os conceitos e estado da arte de tecnologias digitais avançadas, nomeadamente a internet das coisas, e acabando por fazer a ligação sobre a valor da internet das coisas no setor vitícola inserindo no contexto do trabalho de pesquisa, a região do Alentejo.

2.1 A Viticultura no Alentejo

A cultura da vinha está historicamente ligada a Portugal como atividade agrícola de grande importância quer económica quer social. De facto, esta produção desempenha um papel importante na estrutura produtiva agrícola portuguesa já que representa cerca de 5,3% do valor de produção padrão total (VPPT) a nível nacional (INE, 2016).

De todas as regiões vitícolas do país, é de destacar os avanços que têm ocorrido no Alentejo, passando de uma região secundária e quase sem expressão no setor a uma das principais regiões do país (Barroso, n.d.).

Segundo o IVV, a plantação de vinhas na região alentejana data da época romana, como atestam vestígios vários dessa época, nomeadamente grainhas de uva descobertas perto da Vidigueira. A partir da década de 80, o paradigma de agricultura nesta região começou a alterar-se, e com a adesão de Portugal à então Comunidade Económica Europeia, deu-se um incremento na plantação de vinha no Alentejo. Para esse efeito, muito contribuiu o programa comunitário VITIS, como instrumento financeiro com a missão de apoiar a reestruturação e reconversão das vinhas, tendo como objetivo a adaptação do potencial vitícola à procura do mercado e à melhoria das técnicas de gestão da vinha (GPP, 2007).

Mais recentemente, continuamos a observar a evolução positiva do setor vitivinícola na região Alentejo, sendo visível nos últimos anos o aumento da sua importância a nível nacional, verificando-se que este representa atualmente 13% do total de área de vinha nacional [Tabela 1].

Tabela 1 - Evolução da Área Total de Vinha - Portugal (ha)

Região Vitivinícola	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total - Continente	198 683	190 467	188 881	187 562	189 988	189 668
Alentejo	21 816	23 375	23 879	24 544	24 709	25 057
% Área Alentejo	11%	12%	13%	13%	13%	13%

Fontes/Entidades: Instituto da Vinha e do Vinho, adaptado a partir de <https://www.ivv.gov.pt/np4/7179.html>

Segundo a CVRA, a distribuição geográfica do plantio da vinha de Denominação de Origem "Alentejo" está inserida em 8 sub-regiões: "Portalegre", "Borba", "Redondo", "Reguengos", "Vidigueira", "Évora", "Granja-Amareleja" e "Moura".

Sistemas de produção

Dada que a exploração do cultivo de vinha remonta aos primórdios romanos, a sua expressão de produção – localização geográfica, extensão de área cultivada, sistemas de produção, desenho das parcelas e as castas utilizadas - sofreu alterações mais ou menos significativas, condicionadas por fatores temporais e espaciais suscitadas por determinantes diversos como políticos, técnicos, culturais e ecológicos (Freire & Ramos, 2019).

Atualmente a grande maioria das vinhas alentejanas está cultivada no sentido de cumprir com os requisitos de uma prática de produção integrada, uma vez que, cada vez mais, os viticultores são alertados para questões ambientais e de sustentabilidade na sua atividade (Amaro, 2013). Neste sentido, existe um equilíbrio de diversos fatores de maneira a obter um produto final de uma forma sustentável a nível produtivo e económico.

Desafios do setor vitícola no Alentejo

Considerando a importância em termos económicos, sociais e culturais da viticultura no Alentejo, tem sido importante compreender e avaliar a sua produção também do ponto de vista ambiental. Essa avaliação é crucial para garantir que a atividade vitícola permaneça económica e ambientalmente viável, quer atualmente, quer no futuro, isto é, seja sustentável (Ferrara & Feo, 2018). Segundo a OIV na resolução CST 1/2004 do seu Comité Técnico e Científico (OIV, 2004, p. 2), o conceito de sustentabilidade na vinha é definido como: *"Uma abordagem global para os sistemas de produção e processamento de uvas, que envolve a continuidade económica das estruturas e territórios, a obtenção de produtos de qualidade, a melhoria da viticultura de precisão, a avaliação dos riscos ambientais e segurança dos produtos, a salvaguarda da saúde dos consumidores, a valorização do património, dos aspetos históricos, culturais, paisagísticos e ecológicos"*.

A fase agrícola é uma das etapas da produção do vinho mais impactantes em termos ambientais, tendo este processo vários inputs como água, solo, fertilizantes, pesticidas, mão-de-obra, combustíveis e energia, entre outros (Ferrara & De Feo, 2018). Entre os fatores que afetam a produtividade da vinha destacam-se os fatores ambientais e as doenças e pragas.

O clima desempenha um papel predominante no crescimento da videira, uma vez que a fisiologia destas e as suas fases de desenvolvimento são determinadas principalmente por condições ambientais específicas (Fraga et al., 2013).

Apesar do Alentejo ser muito soalheiro, permitindo a perfeita maturação das uvas e as temperaturas muito elevadas no Verão e o frio seco no Inverno, possibilitarem adquirir a tipicidade que caracteriza os seus vinhos, a região enfrenta períodos de seca cada vez mais frequentes e rigorosos, alavancando a expansão do regadio e condicionando os recursos hídricos regionais. Além disso, as condições climatéricas altamente irregulares e a tendência para ocorrência de eventos climáticos extremos,

como ondas de calor, colocam novos desafios ao setor vitícola (Costa et al., 2020).

A carência hídrica na vinha influencia o desenvolvimento vegetativo da videira e o estado fenológico dos cachos, com reflexos no menor calibre das uvas e conseqüentemente no rendimento em mosto (sumo de uvas frescas prensadas destinado à fermentação alcoólica que posteriormente dá origem ao vinho) (Pirata, 2018). Por outro lado, o excesso de água poderá influenciar negativamente a qualidade do fruto devido ao instável equilíbrio entre qualidade e produtividade (Cifre et al., 2005), uma vez que a disponibilidade de água afeta a concentração de açúcares nos bagos. Assim, as relações hídricas nas videiras tornam-se uma questão complexa na produção de uvas para vinho.

Paralelamente, as doenças e as pragas que afetam a videira podem causar problemas de saúde humana (Ntzani et al., 2013), perdas de produção e conseqüências económicas (Pimentel, 2005). São imputadas às doenças cerca de 14% das perdas totais de produção, incluindo as perdas ocorridas no campo e em pós-colheita (FAO, 2016).

O modo, a intensidade e a gravidade dos ataques a que as videiras estão constantemente sujeitas são influenciadas pelas condições climatéricas, condução da vinha, tipo de casta, sanidade e pela qualidade de prevenção. Os viticultores estão em vigilância constante de forma a manter a vinha saudável, enfrentando quatro principais inimigos: doenças virais, doenças fúngicas, doenças bacterianas e pragas (GuildSomm, 2019).

2.2 Rumo à agricultura digital: Agricultura 4.0

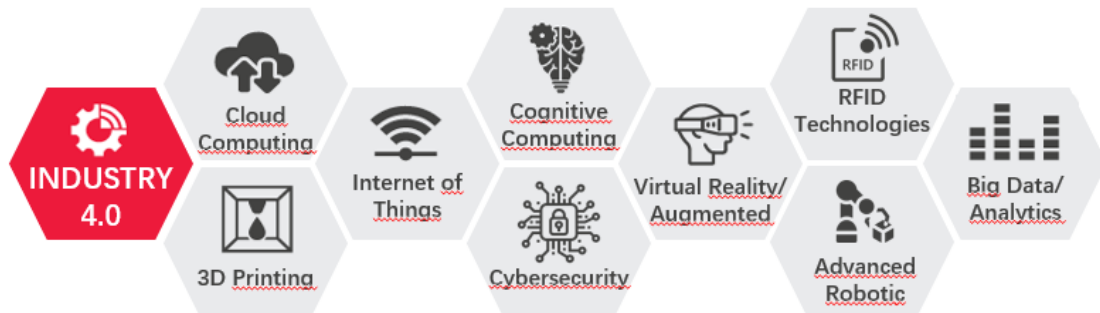
Desde os métodos artesanais do século XVIII até às indústrias modernas e automatizadas dos anos 2000, têm ocorrido diversos marcos importantes no mundo da indústria, como as próprias revoluções industriais, a criação de novas tecnologias e as mudanças no cenário económico (Menezes, 2016). Com o objetivo estratégico de desenvolver sistemas avançados de produção e de aumentar a produtividade e a eficiência da indústria mundial (Frank et al., 2019), surge a indústria 4.0.

A forma como as empresas gerem os seus negócios, se posicionam na cadeia de valor, desenvolvem os seus processos e produtos e os introduzem no mercado, devem ser repensados em conseqüência da complexa inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias da Indústria 4.0 (Coelho, 2016). De facto, as várias tendências, tecnologias e métodos disruptivos, que a indústria 4.0 abrange potencializa uma tendência crescente na adoção de tecnologias por parte de outros setores económicos, desencadeando transformações significativas na digitalização de empresas, das cadeias de valor e conseqüentemente da digitalização da economia.

Assim, as diversas tecnologias emergentes da indústria 4.0 [Figura 2] têm sido

apresentadas como soluções para os desafios com que o setor agrícola se depara (Rose et al., 2021). Com uma perspectiva de crescimento populacional mundial de 7.6 bilhões em 2020 (United States Census, 2020) para 9.7 bilhões em 2050 (UN DESA, 2019), novos desafios e adversidades decorrem do aumento das necessidades alimentares, estimando-se que até 2050 será necessário produzir mais 70% de produtos alimentares (Clercq et. al, 2018). Para além disto, a disponibilidade de recursos naturais e de terra arável e a sua conservação tem-se tornado um fator limitante à expansão e à intensificação destes sistemas.

Figura 2 - Principais pilares da Indústria 4.0



Fontes/Entidades: Saturno (2017), adaptado a partir de https://www.researchgate.net/figure/Technologies-for-industry-40_fig1_319944621

A inclusão destas tecnologias disruptivas avançadas juntamente com a agricultura de precisão, permitirão que a agricultura seja mais lucrativa, eficiente, segura e amiga do ambiente (Clercq et. al, 2018). Kovacs Imre & Husti Istvan (2018) referem que a agricultura 4.0 é a quarta revolução no setor agrícola, que precede à agricultura de precisão (terceira revolução agrícola). Segundo a mesma fonte, em meados de 2010, aquando da quarta revolução industrial, ocorre a evolução do conceito de agricultura de precisão, que até então utilizava apenas sistemas de monitorização, sistemas de posicionamento a partir de satélites (GPS) e Variable-Rate Application (VRA) para determinar condições numa determinada parcela de terreno.

Também para Michele Sott et. al (2020), a agricultura 4.0 tem uma maior abrangência que a agricultura de precisão, e surge na combinação desta com a indústria 4.0. Para estes autores, a agricultura 4.0 refere-se à adoção de tecnologias ao longo de toda a cadeia de valor, utilizando para tal tecnologias como Big data e Analytics e Inteligência Artificial.

Segundo o relatório no âmbito do projeto “Douro Agroalimentar 4.0”, realizado por Régia Douro Park e a INOVABIC, a agricultura 4.0 é definida como *“a continuação do processo de agricultura de precisão, cujo objetivo essencial é disponibilizar tecnologia e informação aos agricultores, facilitando a integração e interconetividade da mesma, de forma a assegurar que estes sejam capazes de produzir mais alimentos consumindo menos recursos naturais como água ou terra, de forma sustentável e garantindo um preço de consumo final razoável”*.

De facto, a base da agricultura 4.0 está na conetividade, potencializando ao setor

informações das suas produções provenientes de diferentes fontes e em tempo real, e consequentemente facilitar a tomada de decisão (European Commission, 2017).

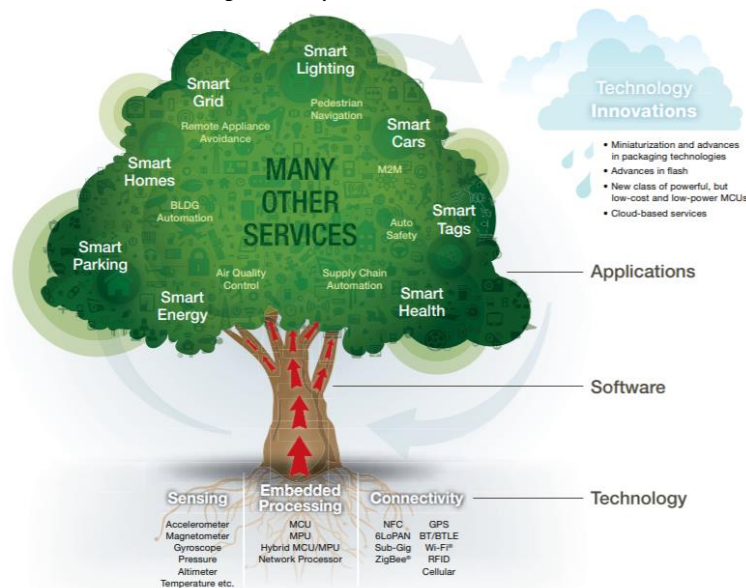
A Internet das coisas

O termo de “Internet das coisas” (IoT) foi usado pela primeira vez, em 1999, numa apresentação realizada para a Procter & Gamble (P&G) por Kevin Ashton que introduziu o conceito (RFID Journal, 2009). No entanto, a Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) defende, no seu *white paper* publicado em 2011, que a Internet das coisas surgiu entre os anos 2008 e 2010, momento em que o número de coisas ligadas à internet superou o número de pessoas.

A IoT é uma revolução tecnológica que representa o futuro da computação e das comunicações (Tan & Wang, 2010). Segundo a Internet Society, a IoT define-se, em sentido amplo, como *“a extensão da conectividade de rede e capacidade de computação para objetos, dispositivos, sensores e outros artefactos que normalmente não são considerados computadores”*. Deste modo, por meio de tecnologia de rede sem fios, a IoT permite que 'coisas' e 'objetos', como RFID (radio frequency identification – identificação por radiofrequência), sensores, atuadores, telemóveis, se conectem, comuniquem e compartilhem informações entre si, de modo a alcançar um objetivo comum (Hermann, 2016).

A capacidade que a Internet das coisas tem em conectar dispositivos que estão presentes no cotidiano de populações, como relógios, carros, etc., faz parte da base da revolução tecnológica que alavancou o desenvolvimento em diferentes áreas [Figura 3] e potencializou a introdução do conceito de domótica, *smart cities*, entre outras (Sonar & Upadhyay, 2014, pp.58-63).

Figura 3 - Aplicabilidade da IoT

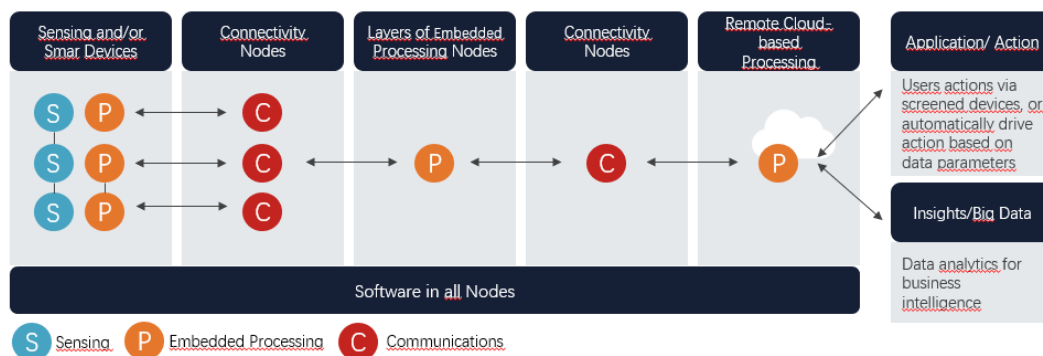


Fontes/Entidades: White paper NXP (2014), obtido a partir de <https://www.nxp.com/docs/en/white-paper/INTOTHNGSWP.pdf>

A IoT permite estabelecer um ponto de união entre o mundo físico e o mundo da informação, tornando-se um dos maiores avanços da tecnologia digital. Os sensores desempenham um papel muito importante para preencher a lacuna existente entre estes dois mundos. Os sensores recolhem dados do meio ambiente, gerando informações e aumentando a informação sobre o contexto (Tan & Wang, 2010). Assim, o combinar da monitorização do meio ambiente com a análise das informações recolhidas através dos sensores, tornam esta tecnologia numa ferramenta digital de apoio à tomada de decisão rápida e precisa (Yerpude & Singhal, 2017).

A estrutura de funcionamento dos sistemas de IoT baseia-se na recolha e partilha de dados, na análise e na resposta a estes. A **recolha de dados** é realizada por dispositivos e sensores, que **comunicam** através de uma rede para um destino, como por exemplo uma plataforma cloud [Figura 4]. Posteriormente, a **análise** desses dados cria informações em formato de relatórios, filtragem de dados, etc., e a ação é a **resposta** baseada nestas informações, como por exemplo, comunicação com outra máquina (M2M), e o envio de notificações (emails, mensagens, texto) (Santos, 2020).

Figura 4 - Estrutura funcional dos sistemas IoT



Fontes/Entidades: RAMACHANDRAN (2014), obtido a partir de <https://connectedtechnbiz.wordpress.com/category/ioeiot/>

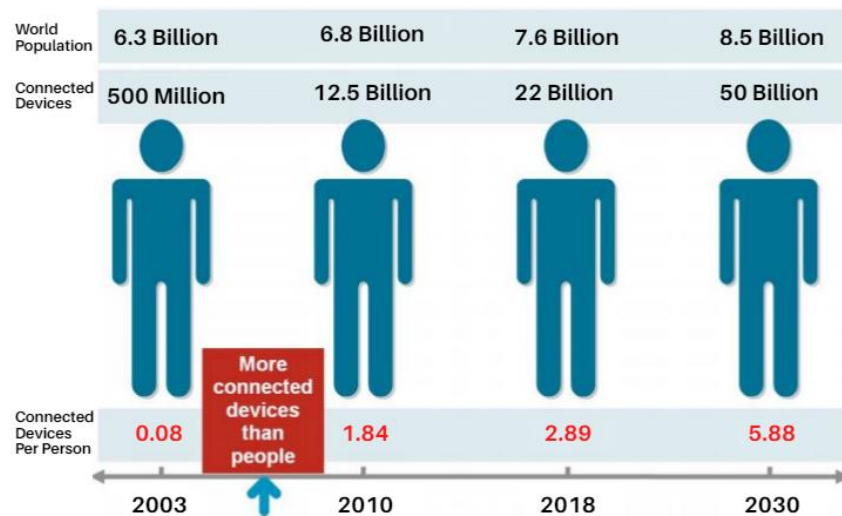
Em contexto empresarial, segundo Peng-fei Fan e Guang-zhao Zhou (2011), esta tecnologia disruptiva permite maximizar a eficiência e eficácia geral das empresas, fomentando a partilha de recursos entre as empresas, o aumento do lucro, a redução de custos, o aumento do nível dos serviços e o aumento significativo da competitividade das empresas.

Assim, os dados transmitidos juntamente com as informações relevantes recolhidas são convertidos em conhecimento, que ao ser aplicado no mundo empresarial traz vantagens competitivas. De facto, a tomada de decisão na hora certa é a chave para negócios de sucesso no ambiente dinâmico que existe atualmente (Yerpude & Singhal, 2017).

À medida que a sofisticação do hardware e software aumenta, uma parte cada vez maior de dispositivos eletrónicos conectados à internet são produzidos mundialmente. Segundo os dados estatísticas da Statista (2019), no final de 2018

havia cerca de 22 bilhões de dispositivos conectados, e estima-se que em 2030 o número ronde os 50 bilhões [Figura 5].

Figura 5 - Evolução mundial de dispositivos conectados



Fontes/Entidades: Adaptada com base em Cisco, Statista obtido a partir de https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loT_IBSG_0411FINAL.pdf, <https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>

Internet das coisas e a agricultura

A integração de tecnologias, como a internet das coisas, no setor agrícola permite que os dados e o controlo da produção sejam cada vez mais determinantes nos custos e nas receitas da atividade; as operações são cada vez mais automatizadas e digitalmente planeadas e administradas (Santos, 2020).

A utilização da IoT no setor agrícola é uma realidade incontornável que tem demonstrado níveis de performance cada vez mais elevados (Santos, 2020). Assim, em virtude das novas exigências inerentes ao aumento populacional e à crescente preocupação ambiental, tem vindo a acentuar-se a inclusão de IoT nos equipamentos agrícolas por parte dos seus fabricantes.

Percebe-se que o futuro da agricultura passa pela utilização de tecnologias e metodologias da IoT, permitindo que a tomada de decisão, baseada em dados obtidos em tempo real, tenha uma melhor eficiência e eficácia no sistema produtivo e reduza perdas significativas provocadas pelo meio envolvente (Muangprathub et al., 2019).

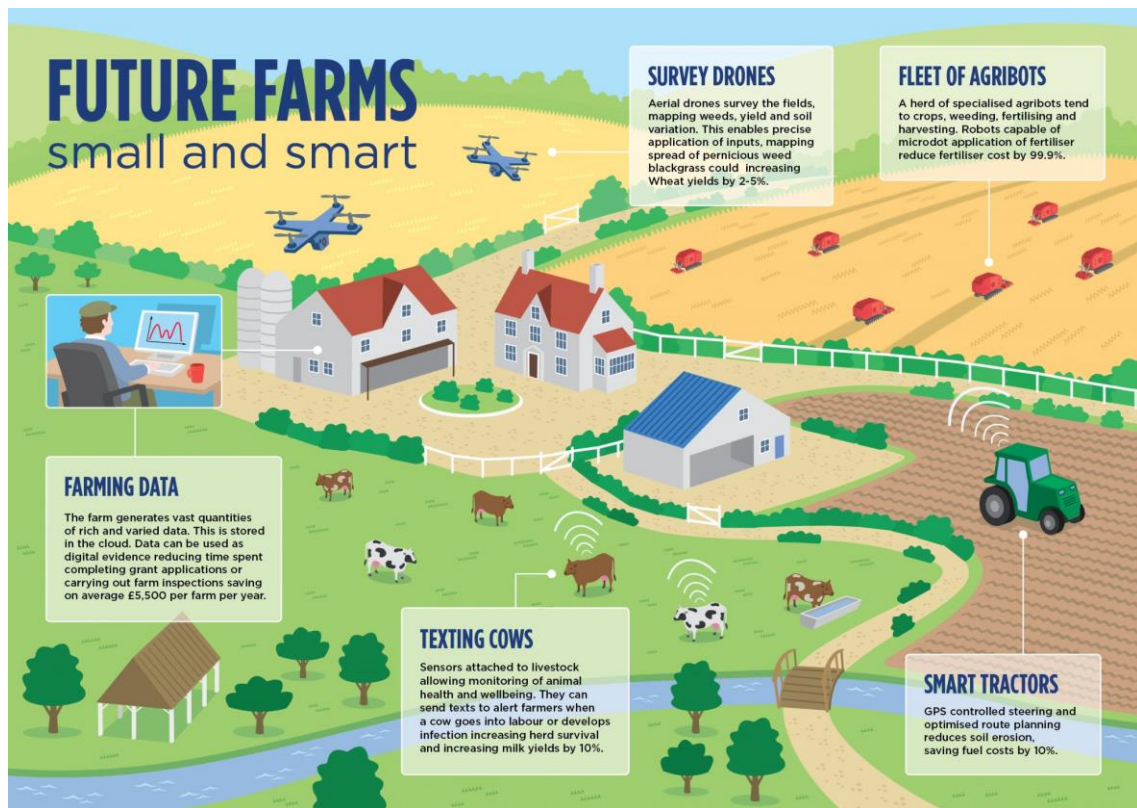
Estima-se que, em 2020, havia mais de 75 milhões de dispositivos agrícolas que recorriam a sistemas de IoT, e que este número irá aumentar atingindo, em 2050, 4.1 milhões de dados recolhidos diariamente comparativamente com os 190.000 de 2014 (Clercq et. al, 2018). Segundo a estatística da Statista, espera-se que o mercado agrícola global com uso de IoT alcance quase 30 bilhões de dólares em 2023.

Atualmente, já é possível evidenciar o uso de aplicações IoT em diversos contextos agrícolas [Figura 6], como por exemplo nos tratores agrícolas, no controlo de pragas

e doenças, no controlo de rega, na monitorização e manejo dos animais, entre outras (Chalimov, 2020).

Entre as tecnologias e metodologias de IoT existentes destacam-se, a “utilização de sensores sem fios, a utilização de *drones* e *robots*, a utilização de máquinas inteligentes que aprendem e analisam dados (*machine learning and analytics*), a utilização de energias renováveis e redução do seu consumo (···)” (Santos, 2020).

Figura 6 - O futuro da agricultura



Fontes/Entidades: Drees, 2017, obtido a partir de https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loT_IBSG_0411FINAL.pdf.

A crescente necessidade de dispor informação constante, atualizada e em tempo real, implica o uso de rede de sensores sem fios que permitem monitorizar as produções através da obtenção, tratamento e apresentação de dados abióticos (humidade e temperatura do ar, direção do vento, precipitação, humidade do solo, entre outros).

Por outro lado, a introdução de *drones* no setor agrícola permite a obtenção de imagens em tempo real, que juntamente com sensores incorporados são uma ferramenta fundamental para conhecer o seu estado de saúde e qualidade, as necessidades de rega, etc. (Malveaux et al., 2014).

Também a presença de robots na agricultura tem vindo a crescer nos últimos anos. A utilização de robots, através de mapeamento com laser e câmaras fotográficas, tem permitido o controlo, colheita e aplicação de pesticidas/fertilizantes nas produções (Aguiar et al., 2020).

A IoT assume-se assim como uma evidente mais-valia, na gestão das produções, permitindo maximizar a sua produção e minimizar as perdas associadas a fatores externos e potencializar uma intensificação sustentável das produções. De facto, esta tecnologia potencializa o setor agrícola a atingir os seus objetivos de desenvolvimento sustentável por meio de soluções conectadas que permitem aos agricultores maximizar a produção e reduzir o uso de recursos naturais.

2.3 O papel crescente da internet das coisas na viticultura

Embora a atividade vitícola ainda permaneça com uma grande e enraizada componente tradicional, a integração de tecnologias digitais nesta área pode melhorar a produtividade, aumentar a competitividade e facilitar os processos produtivos (Medela et. al, 2013). Os sistemas avançados incorporados a esta prática deverão ser entendidos como um meio de condução da produção, a partir de um conhecimento exaustivo de todas as variáveis em tempo real.

Com os novos desafios relacionados com as mudanças climáticas surgem novas medidas de adaptação por parte dos viticultores. De facto, durante a última década, os novos avanços da internet das coisas têm beneficiado o setor vitivinícola ao permitir enfrentar diversos desafios, como a variabilidade no clima e incerteza da irrigação, e o impacto económico causado por pragas e doenças agrícolas (Robinson, 2019).

As ações de prevenção a estes desafios requerem conhecimento avançado sobre fatores como tipo de vegetação, solo e clima. Com o aprimoramento das práticas agrícolas, através de sistemas de monitorização em tempo real, é possível obter-se valores históricos de vários parâmetros ambientais relevantes, produzindo estatísticas que podem auxiliar na tomada de medidas específicas para aprimorar os tratamentos a realizar (Pérez-Expósito et. al, 2017).

Com o objetivo principal de adquirir a máxima quantidade de informação nas vinhas, a tecnologia de IoT que tem ganho mais popularidade no setor são os sensores sem fios. A implementação de redes de sensores sem fios (RSSF) nas vinhas têm possibilitado a recolha de dados fundamentais sobre estas. Estes dados são depois encaminhados para as plataformas de software que processam estas informações e apresentam esses dados de uma forma que permita aos produtores tomarem uma decisão informada sobre as operações diárias da exploração (Urška, 2018).

Substituindo as imagens de satélite, também os veículos aéreos não tripulados (VANT), comumente designados por *drones*, têm ganho popularidade nos últimos anos. De facto, estes pequenos objetos voadores permitem aos viticultores obterem uma imagem mais clara, rápida, confiável e particularmente precisa do que está a

acontecer nas vinhas (Matese & Gennaro, 2015), como detetar estados de vigor (taxa de crescimento), de teor de azoto, a necessidade de água dentro de cada parcela (Bruscolini et al., 2021) ou a presença de pragas e/ou doenças (European Commission, 2017).

Por outro lado, o uso e acessibilidade, a tecnologias de automação e robótica na viticultura ainda está bastante longínquo (Matese & Gennaro, 2015). Apesar dos grandes avanços nos últimos anos, a maioria dos sistemas ainda depende de operadores humanos.

As soluções baseadas em IoT podem ajudar os produtores a monitorizar as variáveis ambientais e obter mais informações sobre o processo de produção, melhorando, assim, os rendimentos da exploração e minimizando os gastos desnecessários (Dunn, 2019). De facto, segundo a Comissão Europeia (2017), o uso de novas tecnologias promete reduzir os custos de produção entre 20 a 30%, que inclui a otimização de recursos hídricos (redução da quantidade de água por ano até 60%), fertilizantes, fungicidas e também de mão-de-obra na vinha (Urska, 2018), e potencializa o aumento da quantidade e a qualidade da produção (Akhter & Sofi, 2021). No entanto, o principal entrave do uso destas tecnologias por parte dos produtores é a capacidade de investir e de modernizar as suas práticas de produção (European Commission, 2017).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo tratam-se os aspetos metodológicos referentes quer à recolha de dados, quer ao seu tratamento e análise, nomeadamente em termos de elaboração de contas de atividade e determinação de resultados e indicadores da rendibilidade dos investimentos em tecnologias de IoT.

3.1 Descrição do estudo

A agricultura está a passar por uma fase de grande pressão, devido à perspetiva da população mundial atingir os 9.7 biliões de pessoas em 2050 (UN DESA, 2019). Com a limitante disponibilidade e conservação de recursos naturais, nomeadamente de terra, percebe-se que o aumento da produtividade, de forma sustentável, com qualidade e custos reduzidos é o grande desafio atual que se impõe às explorações agrícolas.

Neste contexto, a inovação e o uso de IoT oferece soluções vantajosas para os sistemas de produção, não só por potencializar benefícios para o meio ambiente, como também por alavancar alterações na produtividade, nos custos e na gestão de desperdícios e resíduos.

Estas duas realidades, levam a questionar se a utilização das tecnologias IoT poderá ser um fator benéfico enquanto ferramenta de apoio à gestão e tomada de decisão na maximização da produtividade e na minimização de perdas associadas a fatores bióticos e abióticos.

Assim, o estudo de caso foi o método de investigação escolhido para a realização deste trabalho de forma a analisar e avaliar o impacto que a implementação de tecnologias baseadas na internet das coisas na rendibilidade de uma exploração vitícola.

3.2 Abordagem metodológica

Segundo Hudson e Ozanne (1988, pp. 508-521) a metodologia de investigação é usada *“para referir a forma como alguém responde a questões de investigação. A metodologia inclui, não só as técnicas de recolha de dados, como também o desenho de investigação, o enquadramento, os assuntos e a elaboração de relatórios, entre outros”*.

Segundo Carrie Williams (2007) a natureza da abordagem metodológica poderá ser quantitativa, qualitativa ou mista. As pesquisas quantitativas enfatizam as medições objetivas e a análise estatística, matemática ou numérica dos dados recolhidos através de questionários. São quantitativas porque ao quantificar os fenómenos considera-se que possibilita uma melhor análise, de forma mais imparcial ou menos subjetiva. O rigor científico expressa-se através de explicações racionais dos fenómenos, além de objetividade e neutralidade na busca da verdade. Já as

pesquisas qualitativas têm como objeto o ser humano e a complexa rede que permeia o tecido social.

Por outro lado, a investigação pode ser predominantemente pura e teórica ou aplicadas e empíricas. Se tem por objetivo fundamentalmente a análise do estado da arte de uma ciência e o avanço da fronteira científica relativamente a um tema ou questão em análise, a investigação tem uma natureza pura e teórica. Se por outro lado o objetivo é gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos num determinado contexto real, o estudo será de natureza aplicada e empírica.

Em suma, a abordagem científica utilizada neste estudo é primordialmente do tipo quantitativa, mas também suportada em informação qualitativa no que respeita à caracterização das operações técnicas da tecnologia dos sistemas de produção vitícolas, e de natureza aplicada e empírica.

3.3 Seleção da amostra

Ao planear e executar uma pesquisa é necessário determinar os elementos que participarão no estudo, ou seja, a amostra da população que vamos considerar. O tipo da amostra é tão importante quanto o tamanho da mesma e é através desta que se obterão os dados de interesse para a pesquisa.

As técnicas de amostragem dividem-se em não probabilísticas e probabilísticas, acarretando cada uma vantagens e desvantagens. As amostragens não probabilísticas podem levar a boas estimativas das características da população. No entanto não permitem avaliar objetivamente a precisão dos dados da amostragem e como tal as estimativas obtidas não são estatisticamente projetáveis na população. Estas podem ser do tipo conveniência, julgamento, quotas ou snowball (Barratt & Shantikumar, 2018).

No caso deste estudo, a amostragem foi realizada por conveniência por motivo de a qualidade da informação a recolher depender muito da confiança entre o produtor e o pesquisador. Assim, foi selecionado um produtor vitivinícola que o pesquisador conhecia e com os quais mantinha uma relação de confiança desde o início do projeto. A exploração selecionada foi entrevistada e inquirida para levantamento de dados técnicos e económicos do plano de exploração das suas parcelas antes e depois da incorporação de tecnologias digitais baseadas na IoT.

A abordagem utilizada é um estudo de caso, sendo que entre as vantagens de se optar por um estudo de caso neste tipo de investigação, é de referir a possibilidade de ter um acesso adequado aos dados, análise mais aprofundada e detalhada.

3.4 Métodos de recolha de informação

A recolha de dados foi realizada mediante a aplicação de uma entrevista (anexo 1), na qual foi utilizada uma folha de cálculo estruturada que serviu de instrumento de

anotação e registo, produzido pelo autor, no Excel em que se questionou os dados referentes às contas da atividade vitícola da exploração para a situação antes e depois da adoção de tecnologias IoT (ver anexo 2).

De forma a comparar a rendibilidade da exploração nas duas situações em análise, foi necessário o recolher de diversos dados fundamentais da conta de atividade da vinha, tais como:

- **Informações gerais:** identificação da exploração, descrição, área e atividade [Tabela 2].

Tabela 2 - Integrante do Excel - Informações gerais

CONTA DE CULTURA DA VINHA
EXPLORAÇÃO:
REGIAO:
ANO:
ÁREA:

Fontes/Entidades: Folha de cálculo elaborado pelo autor

- **Proveitos:** recolha de dados que permitem apurar o valor dos proveitos a imputar à atividade de produção [Tabela 3]

Tabela 3 - Integrante do Excel - Proveitos

PRODUTO	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR
	€	Kg	€

Fontes/Entidades: Folha de cálculo elaborado pelo autor

- Custos totais e por operação cultural [Tabela 4];

Tabela 4 - Integrante do Excel - Custos totais

PRODUTO/OPERACAO	CUSTOS TOTAIS POR OPERACAO	
	Por hectare	Total
1. MANUTENÇÃO DO SOLO		
Controlo cultural (Enrelvamento)	€	€
Corte de relva entrelinha	€	€
Controlo Mecânico (mobilização solo)	€	€
Controlo Químico (Herbicida)	€	€
Aplicação herbicida na linha	€	€
2. FERTILIZAÇÃO/ADUBAÇÃO		
Adubo de manutenção	€	€
Aplicação adubo	€	€
3. PODA		
Pré-poda	€	€
Poda manual	€	€
Destroçar madeira poda	€	€
4. EMPA E LIGAÇÃO DAS VARAS		
Arame	€	€
Trabalho de condução da copa	€	€
5. INTERVENÇÃO A VERDE		
Esladramento	€	€
Orientação da vegetação	€	€
Desponta	€	€
Desfolha	€	€
Monda dos cachos	€	€
6. TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS		
Produtos Fitossanitários	€	€
Aplicação	€	€
7. COLHEITA E TRANSPORTE:		
Vindima	€	€
Transporte da Uva	€	€
8. REGA	€	€
9. SEGURO COLHEITA	€	€
10. AMORTIZAÇÕES		
Vinha	€	€

Fontes/Entidades: Folha de cálculo elaborado pelo autor

Para complemento à análise realizada foi também realizada uma entrevista telefónica aos responsáveis da exploração, de forma a perceber o conhecimento e a perspetiva destes em relação às vantagens e desvantagens do uso tecnologias baseadas na IoT, bem como a sua importância atual para o crescimento da exploração.

3.5 Tratamento e análise de dados

Como resultado da aplicação da entrevista obtiveram-se os dados que permitem fazer uma análise quer a nível da conta de atividade da vinha para os dois anos em

estudo como também a análise de outros indicadores de rentabilidade económica. A recolha de dados para as situações antes e após o investimento em tecnologias de IoT permite comparar a situação da exploração nas duas fases e avaliar o impacto do mesmo nas diferentes variáveis inquiridas e apuradas, i.e., nos níveis de fatores utilizados e nos custos dos mesmos.

A agregação dos dados contabilístico permitem a elaboração de uma conta de atividade da vinha, em que estão incluídos os custos totais por operação, bem como a produção do produto principal (uva). É possível através deste o cálculo dos principais indicadores, como a margem líquida (ML), que permitirá expressar o resultado económico alcançado.

A partir da conta de atividade dos anos pré e pós introdução de tecnologias de IoT é possível o cálculo de diversos indicadores, tais como o custo médio, ponto crítico de produção e a rentabilidade global dos fatores (anexo 3), e comparar os diversos anos.

O Custo Médio (CM) ou Preço Crítico obtém-se dividindo o Custo Total (CT) do produto principal (CT_{pp}) produzido pela atividade pela quantidade produzida desse produto (PT_{pp}).

O valor obtido de CM diz respeito ao custo médio da produção sem ter em conta o efeito dos subsídios no financiamento da atividade. Para fazer repercutir esse efeito no custo de produção, deverá deduzir-se o valor dos subsídios.

O CM é um bom indicador da competitividade da exploração na produção de um determinado produto, pois a sua comparação com o preço de mercado indica de imediato as reais possibilidades do produtor competir no mercado e de continuar a produzir ou não esse produto.

O ponto crítico de produção ou produção crítica (PC) obtém-se dividindo CT_{pp} pelo preço de mercado do produto principal (Py_{pp}), e indica-nos a produção mínima necessária para cobrir todos os custos a um determinado preço de mercado. Aqui também não deve ser considerado o valor dos subsídios.

A rentabilidade global dos fatores (RGF) é um índice abstrato que representa o número de unidades de proveitos por cada unidade do custo total, ou seja, o peso ou percentagem dos proveitos no custo total. Este indicador avalia o resultado final da atividade, expressando-o e comparando-o relativamente ao ponto crítico, em que os proveitos cobrem exatamente os custos.

Para além disto, a entrevista realizada ao gerente do Monte da Comenda – Agroturismo, Lda, teve como intuito perceber como a exploração e os seus funcionários veem a utilização das tecnologias baseadas em IoT na sua produção. As respostas resultantes desta entrevista permitiram uma melhor correspondência e compreensão da visão da IoT no setor vitícola.

CAPÍTULO IV – ESTUDO DE CASO

O presente capítulo é composto primeiramente pela caracterização sumária da exploração Monte da Comenda – Agroturismo, Lda, evidenciando a história e características das suas produções. Procede-se, em seguida, à apresentação e discussão dos resultados obtidos com o intuito de compreender a visão do conceito de IoT adotado pela exploração e a rendibilidade económica da atividade, comparando a situação pré e pós introdução de tecnologias de IoT. Neste último caso, num primeiro momento, serão analisadas as contas de atividade da exploração e posteriormente calculados alguns indicadores de rendibilidade económica.

4.1. Caraterização da exploração Monte da Comenda - Agroturismo, Lda

Com um *savoir faire* que vem de 1880, o Monte da Comenda foi fundado por Maria José de Almeida Margiochi, e é atualmente gerido por Maria de Lourdes S.A. de Noronha Lopes, pelo seu marido Eng. António Noronha Lopes e pelos seus filhos.

Compreendendo uma área de 750 hectares, o Monte da Comenda situa-se no concelho de Arraiolos em pleno Alentejo, (38° 45' 378"N // 7° 52' 231"O), e encontra-se aproximadamente 275 metros acima do nível médio das águas do mar. Localizado numa região caracterizada por um clima Mediterrâneo, o Monte da Comenda Grande apresenta uma precipitação relativamente abundante no Inverno e escassa no Verão.

Como periodicamente aconteceu no passado, as vinhas foram abandonadas, em detrimento da produção de cortiça, azeite, trigo e pecuária, de carne de bovino e de ovino. Já em 2000 a retoma da produção vitícola reiniciou-se numa pequena área de 30 hectares. A exploração do Monte da Comenda Grande, atualmente dedica-se à produção de vinhos, azeite e ao agroturismo.

A opção pela cultura da vinha resultou essencialmente da retoma de uma antiga atividade da casa agrícola, bem como do aproveitamento do espaço no ancestral "Monte", disponibilizado pela redução da área de cereais, para o qual este reúne condições ótimas. Hoje, já com 43 hectares de vinha, a exploração tem vindo a acompanhar a reconversão da agricultura alentejana, tendo realizado diversos investimentos de vulto nesse sentido.

Quer na vinha, mediante a seleção de castas e de um rigoroso acompanhamento e controlo da produção, quer na adega, mediante uma tecnologia adequada, a exploração utiliza modernos meios tecnológicos que aplica de forma muito criteriosa.

Na atividade vinícola da exploração são realizadas, atualmente, sete grupos de operações culturais, nomeadamente a manutenção do solo (corte de relva

entrelinha, controlo mecânico com mobilização solo, controlo químico com herbicida), a fertilização/adubação, a poda (pré-poda, poda manual, destroçar madeira poda), a empa e ligação das varas, intervenções a verde (esladramento, despona, desfolha, monda dos cachos), tratamentos fitossanitários e a colheita e o transporte.

Com o intuito de beneficiar das vantagens das tecnologias de IoT, a exploração investiu em 2015 em sensores, de forma a realizar a medição da humidade do solo.

4.2 Análise da entrevista ao gerente da exploração Monte da Comenda – Agroturismo, Lda

Internet das coisas é um termo com a qual a exploração não se encontra totalmente familiarizada. Contudo a aposta na introdução de tecnologias baseados neste conceito, com um objetivo técnico-financeiro bem definido tem vindo a ser concretizada na exploração. O gerente expõe na entrevista (anexo 1) prestada que a estratégia do investimento em tecnologias de IoT passa por aumentar a eficiência produtiva da exploração.

Atualmente, o uso de sensores na exploração permite a medição da humidade do solo definindo-se a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento, conseqüentemente *“Permitem-nos avaliar as necessidades hídricas das plantas e realizar regas mais eficientes para uma melhor utilização da água.”*

A informação recolhida por estes sensores é enviada posteriormente para um sistema informático onde é permitido após a sua análise ajustar o caudal de água da rega.

Uma das dificuldades sentidas após a implementação de IoT (sensores) foi ao nível dos funcionários, nomeadamente a limitação e interpretação da informação proporcionada pelos dispositivos por parte destes. Apesar de avaliar de forma positiva os efeitos potenciais da IoT na atividade na exploração, compreende-se que a introdução desta é limitada por existir alguma resistência nos colaboradores em aceitarem este tipo de tecnologias, muitas vezes devido ao nível de habilitações que estes possuem.

Por fim, apesar de considerar que o desenvolvimento do uso de aparelhos de IoT (nomeadamente os sensores e informatização) na sua exploração face às explorações concorrentes está num nível semelhante, prevê a introdução de novas tecnologias baseados neste conceito, considerando que *“A adoção de vários e novos conceitos e tecnologias tem oferecido oportunidades interessantes de colaboração, que podem ser exploradas de forma a agregar valor à atividade das explorações deste setor.”*

4.2.1 Análise de contas de atividade da vinha

A análise dos resultados da conta de atividade da vinha, apresentados na Tabela 5 indicam uma melhoria da produção do produto principal da atividade vinícola da exploração com a introdução de tecnologias de IoT. Esse aumento é no total de cerca de 10 toneladas ou 230 quilogramas por hectare, ou seja, cerca de 3 por cento. O aumento da quantidade de produção vai de encontro ao que afirmam Ravesa Akhter & Shabir Ahmad Sofi (2021) ao analisar dados provenientes da introdução de tecnologias de IoT.

Tabela 5 - Produção Anual do Produto Principal

PRODUTO	PRODUÇÃO TOTAL ANO PRÉ IOT		PRODUÇÃO TOTAL ANO PÓS IOT	
	POR HECTARE	TOTAL	POR HECTARE	TOTAL
Uva (kg)	8 139 kg	350 000 kg	8 372 kg	360 000 kg

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

Como a empresa utiliza a totalidade das uvas que produz para a produção de vinho, a estimativa dos proveitos da vinha obrigaria à utilização de um preço de transferência entre centros de resultados tendo como fonte a contabilidade analítica, que não é apurado pelo que não está disponível na empresa. Assim, o rendimento ou proveitos da uva foram estimados ao preço médio da uva entregue para transformação em adega na região. Assim, utilizando um valor médio do preço comercial da uva para a produção de vinho, e comparando os anos pré e pós-investimento é possível constatar um aumento nos proveitos de 6 500 euros ou cerca de 150 euros por hectare [Tabela 6].

Tabela 6 - Proveitos

PRODUTO	PRODUÇÃO TOTAL ANO PRÉ IOT			PRODUÇÃO TOTAL ANO PÓS IOT		
	Preço unitário	Quantidade Kg	Valor	Preço unitário	Quantidade kg	Valor
Uva	0,65€	350 000	227 500,00 €	0,65€	360 000	234 000,00 €

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

No que respeita aos custos totais, comparando os valores dos anos pré e pós-investimento [Tabela 7] verifica-se uma redução de 13 545 euros ou 6%, que se traduz em cerca de 315 euros por hectare. Apesar da literatura relatar que o uso de tecnologias de IoT poderá reduzir entre 20 a 30% os custos associados à produção, tal não se verifica nos resultados obtidos, importa salientar que neste caso de estudo se trata de uma comparação de valores logo no primeiro ano após a implementação (2017) destas tecnologias na exploração.

A exploração ao recorrer à aquisição de novos equipamentos tecnológicos permitiu a diminuição de custos em diversas operações culturais, nomeadamente na manutenção do solo, fertilização/adubação, intervenções a verde, tratamentos fitossanitários, e rega. Já no que consiste às operações culturais que não estão diretamente relacionadas com gestão de água, as diminuições dos custos

associados às mesmas devem-se ao facto de a informação recolhida permitir uma otimização de algumas operações culturais.

Ter uma maior precisão da quantidade necessária de água para a vinha e solo permite também prevenir problemas ambientais como por exemplo, lixiviação química para camadas mais profundas e águas subterrâneas e desperdício de recursos hídricos.

Por outro lado, determinar o equilíbrio entre a escassez e a saturação de água é fundamental para qualquer cultura. As plantas respondem negativamente ao aumento da pressão osmótica do solo, devido à quantidade de água e de sais disponíveis (Karkanis, 1983).

De facto, a humidade do solo, definida pela capacidade de campo (CC) – quantidade residual de água que permanece num solo de características uniformes após ter sido completamente saturado e deixado drenar livremente durante dois a três dias (USDA, 2008) – e o coeficiente de emurchecimento – teor de humidade no solo do qual já não é possível por parte das plantas recuperar a turgidez mesmo que posteriormente seja fornecida humidade suficiente (USA, 2008)-, tem um grande impacto no crescimento das plantas (Karkanis, 1983).

Tabela 7 - Custos totais por operação cultural e ano

PRODUTO/OPERACAO	CUSTOS TOTAIS E POR OPERAÇÃO ANO PRÉ IOT		CUSTOS TOTAIS E POR OPERAÇÃO ANO PÓS IOT		VARIAÇÃO PERCENTUAL
	POR HECTARE	TOTAL	POR HECTARE	TOTAL	
1. MANUTENÇÃO DO SOLO					
Controlo cultural (Enrelvamento)	- €	- €	- €	- €	-
Corte de relva entrelinha	100 €	4 300 €	85 €	3 655 €	-15%
Controlo Mecânico (mobilização solo)	45 €	1 935 €	40 €	1 720 €	-11%
Controlo Químico (Herbicida)	45 €	1 935 €	40 €	1 720 €	-11%
Aplicação herbicida na linha	55 €	2 365 €	50 €	2 150 €	-9%
2. FERTILIZAÇÃO/ ADUBAÇÃO					
Adubo de manutenção	300 €	12 900 €	280 €	12 040 €	-7%
Aplicação adubo	90 €	3 870 €	70 €	3 010 €	-22%
3. PODA					
Pré-poda	90 €	3 870 €	90 €	3 870 €	0%
Poda manual	750 €	32 250 €	750 €	32 250 €	0%
Destroçar madeira poda	60 €	2 580 €	60 €	2 580 €	0%
4. EMPA E LIGAÇÃO DAS VARAS					
Arame	200 €	8 600 €	200 €	8 600 €	0%
Trabalho de condução da copa	90 €	3 870 €	90 €	3 870 €	0%
5. INTERVENÇÃO A VERDE					
Esladroamento	300 €	12 900 €	280 €	12 040 €	-7%
Orientação da vegetação	- €	- €	- €	- €	-
Desponta	300 €	12 900 €	275 €	11 825 €	-8%
Desfolha	300 €	12 900 €	270 €	11 610 €	-10%
Monda dos cachos	250 €	10 750 €	200 €	8 600 €	-20%
6. TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS					
Produtos Fitossanitários	400 €	17 200 €	380 €	16 340 €	-5%
Aplicação	250 €	10 750 €	250 €	10 750 €	0%
7. COLHEITA E TRANSPORTE:					
Vindima	900 €	38 700 €	900 €	38 700 €	0%
Transporte da Uva	150 €	6 450 €	150 €	6 450 €	0%
8. REGA	400 €	17 200 €	300 €	12 900 €	-25%
9. SEGURO COLHEITA	50 €	2 150 €	50 €	2 150 €	0%
10. AMORTIZAÇÕES					
Vinha	256 €	11 000 €	256 €	11 000 €	0%
TOTAL CUSTOS TOTAIS	5 381 €	231 375 €	5 066 €	217 830 €	-6%

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

Por fim, ao se analisar o principal indicador de rentabilidade de uma empresa, a margem líquida [Tabela 8], é possível compreender que o investimento realizado trouxe benefícios económicos para a empresa, passando o resultado total negativo de cerca de 3 875 euros para um valor positivo de 16 170, ou seja, um aumento de 20 045 euros. Por hectare a rentabilidade da vinha cresce 466 euros por hectare.

Tabela 8 - Variação dos resultados por ano

	ANO PRÉ IOT (2015)		ANO PÓS IOT (2017)	
	POR HECTARE	TOTAL	POR HECTARE	TOTAL
MARGEM LÍQUIDA	-90 €	-3 875 €	376 €	16 170,00 €

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

4.2.2 Análise de Indicadores de competitividade

Através da conta de atividade da vinha é possível a obtenção de outros vários indicadores de interesse ao estudo.

Conforme anexo 3, para o custo médio (CM) ou preço crítico obteve-se 0,66€/kg e 0,61€/kg respetivamente, para os anos de pré e pós introdução de tecnologias de IoT, respetivamente.

A comparação dos valores obtidos para o CM (€/lt 0,66 e 0,61), com o preço de mercado do produto, que segundo o IVV tem um valor médio de 0,65€/kg, indica que na exploração, a implementação de IoT promove a capacidade da empresa ser competitiva, porque o preço que o empresário vai receber por cada quilo vendido é superior ao custo médio de produzir esse quilo na exploração. Antes da introdução desta tecnologia verificava-se exatamente o contrário.

Já os valores obtidos para o ponto crítico de produção por hectare nos anos pré (8 278,5 kg) e pós introdução de tecnologias de IoT (7 793,8 kg), indicam a produção mínima de uva que se deve produzir, para que essa quantidade, vendida ao preço de €/Kg 0,65 consiga cobrir todos os custos. Como a produção é 8 139 kg e 8 372 kg, nos anos pré e pós introdução de tecnologias de IoT respetivamente, a exploração só consegue superar a produção crítica no último caso, verificando-se uma diminuição da produção crítica de praticamente 485 kg/há que representam cerca de 6%.

Por fim, os valores da rentabilidade global dos fatores de 0,983 e 1,074 do ano pré e pós-investimentos respetivamente, revelam que os proveitos da atividade cobrem 98% e 107% dos custos totais, pelo que o seu resultado final se traduz num ganho no ano pós a introdução de tecnologias baseadas em IoT.

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este sexto e último capítulo é dedicado às principais conclusões da dissertação, recomendações, limitações do estudo e pesquisas futuras.

6.1 Conclusões

Como a maioria dos setores da agricultura, também o setor vinícola está em constante evolução e graças aos novos avanços na Internet das Coisas (IoT) tem sido possível melhorar sua eficiência e eficácia por meio de análises de dados e produção de conhecimento para apoio à decisão em tempo real e recomendações de precisão.

Deste modo, o objetivo geral deste estudo foi avaliar como o investimento em tecnologias baseadas em IoT pode contribuir para o aumento da rentabilidade das explorações do setor vinícola. No sentido de dar resposta a este objetivo estabeleceram-se um conjunto de objetivos específicos.

Relativamente ao objetivo específico de “Caracterizar as operações culturais das atividades vinícolas antes e depois da introdução de tecnologias baseadas na IoT” foi possível evidenciar uma diminuição dos custos associados às operações culturais de manutenção do solo, fertilização/adubação, intervenções a verde, tratamentos fitossanitários, e rega após a implementação de sensores nas vinhas.

No que se refere ao objetivo específico “Identificação das alterações na afetação de recursos e avaliar resultado económico alcançado nos anos pré e pós-investimento”, não foi possível identificar detalhadamente o recurso afetado em cada operação cultural, no entanto foi possível evidenciar uma diminuição dos custos totais de várias operações culturais nomeadamente na manutenção do solo, fertilização/adubação, intervenções a verde, tratamentos fitossanitários, e na rega.

No que consiste às operações culturais que não estão diretamente relacionadas com gestão de água, as diminuições dos custos associados às mesmas devem-se ao facto de a informação recolhida permitir uma otimização de algumas operações culturais uma vez que a humidade do solo afeta diretamente o desenvolvimento da vinha.

No que diz respeito ao último objetivo específico “Quantificar e analisar eventuais alterações da rentabilidade da atividade com o uso de tecnologias de IoT na exploração em estudo”, foi possível constatar, através da análise de vários indicadores económicos, um aumento dos resultados da exploração após a introdução das tecnologias de IoT na produção. De facto, com a introdução de tecnologias de IoT verificou-se uma diminuição de custos totais afetos à atividade.

É perceptível que práticas produtivas modernas através de novos conceitos e da introdução de novas tecnologias, nomeadamente baseadas na Internet das Coisas, aumentam a produtividade, bem como diminuem os custos associados à atividade.

6.2 Principais limitações e desenvolvimentos futuros

Já que no concede às limitações, o autor deparou-se com algumas. Tendo a Internet das coisas ganho popularidade nos últimos anos, um dos desafios maiores foi identificar a literatura mais relevante e selecionar as questões mais abrangentes a tratar no imenso material literário existente. Para além disto, sendo um termo recente a ausência de dados referentes às implicações e alterações financeiras ocorrentes após o investimento em tecnologias digitais tornou o processo de investigação bastante moroso.

Por não se encontrar nenhum relatório de avaliação ou estudo similar a esta pesquisa, qualitativo ou quantitativo, que permita comparar ou relacionar os resultados obtidos, a discussão ficou limitada aos resultados obtidos sobre o rendimento da exploração em estudo.

Por outro lado, existiram algumas limitações por parte da exploração em estudo, não havendo uma resposta minuciosa às questões elaborados.

Para futuras investigações, seria interessante procurar aprofundar e diversificar o tema, nomeadamente através de:

- Análise minuciosa aos recursos afetos com a implementação de tecnologias de IoT;
- Estudo de viabilidade do rendimento a longo prazo;
- Estudo comparativo entre entidades do mesmo setor;
- Efeitos na qualidade do vinho e que fatores enológicos são beneficiados e prejudicados por estas tecnologias;
- Como é promovida sustentabilidade da vinha e do vinho;
- Avaliação social e ambiental destas tecnologias;
- Avaliação do impacto económico, ambiental e social na cadeia de abastecimento do vinho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A., Santos, F., Cunha, J., Sobreira, H., Sousa, A. (2020). Localization and Mapping for Robots in Agriculture and Forestry: A Survey. *Robotics*. 2020; 9(4):97.
- Amaro, P. (2003). *A proteção integrada da vinha*. Lisboa: ISA/Press. ISBN: 972-8669-12-7
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7), 97-114
- Barratt, H., Shantikumar, S. (2018). Methods of sampling from a population. *HealthKnowledge*. Retrieved from <https://www.healthknowledge.org.uk/public-health-textbook/research-methods/1a-epidemiology/methods-of-sampling-population>
- Barroso, J. (n.d.), A evolução vitícola do Alentejo. *Vine to Wine Circle*. Retrieved from <https://www.vinetowinecircle.com/inovacao/artigos/a-evolucao-viticola-do-alentejo/>
- Bureau, C. (2020). U.S. and World Population Clock. United States Census. Retrieved from <https://www.census.gov/popclock/>
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H., Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinífera* L.). An open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106(2-3), 159 – 170.
- Coelho, P. (2016). *Rumo à Indústria 4.0*. (Master's thesis unpublished). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (n.d.), *Indicação Geográfica Alentejana*, Retrieved from <https://www.vinhosdoalentejo.pt/pt/vinhos/indicacao-geografica-alentejana/>
- Commision, E. (July, 2017). Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects. Digital Transformation Monitor. Retrieved from <https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-07/Industry%204.0%20in%20Agriculture%20-%20Focus%20on%20IoT%20aspects%20%28v1%29.pdf>
- Costa, J. M., Oliveira, M., Egipto, R. J., Cid, J. F., Fragoso, R. A., Lopes, C. M., & Duarte, E. N. (2020). Water and Wastewater management for sustainable viticulture and oenology in south Portugal—A review. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 35(1), 1-15.
- De Clercq, M., Vats, A., & Biel, A. (2018). Agriculture 4.0: The future of farming technology. *Proceedings of the World Government Summit, Dubai, UAE*, 11-13.
- Evans, D. (2011). The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. (Working Paper no. 4). *Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)*. Retrieved from https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- Fan, P. F., & Zhou, G. Z. (2011, September). Analysis of the business model innovation of the technology of internet of things in postal logistics. In 2011 IEEE 18th international conference on industrial engineering and engineering management (pp. 532-536). IEEE.

- Ferrara, C., Feo, G. (2018). Life Cycle Assessment Application to the Wine Sector: A Critical Review. *Sustainability*, 10(2), 395.
- Fraga, H., & Santos, J. A. (2018). Vineyard mulching as a climate change adaptation measure: Future simulations for Alentejo, Portugal. *Agricultural systems*, 164, 107-115.
- Fraga, H., de Cortázar Atauri, I. G., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., & Santos, J. A. (2017). Viticulture in Portugal: A review of recent trends and climate change projections. *Oeno One*, 51(2), 61-69. DOI: 10.20870/oeno-one.2016.0.0.1621
- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., & Santos, J. A. (2013). Future scenarios for viticultural zoning in Europe: ensemble projections and uncertainties. *International Journal of Biometeorology*, 57(6), 909-925.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Freire, M., Ramos, I. (2019). *Paisagem da Vinha no Alentejo. Processos e períodos de transformação desde finais do século XIX*. Paper presented at the 11^o Simpósio de vitivinicultura do Alentejo, Évora, Portugal.
- Gabinete de Planeamento e Políticas. (2007). Vitivinicultura: Diagnóstico Sectorial, *MARDP*, 1- 52.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS) (pp. 3928-3937). IEEE.
- Hrustek, L. (2020). Sustainability driven by agriculture through digital transformation. *Sustainability*, 12(20), 8596.
- Hudson, L. A., & Ozanne, J. L. (1988). Alternative ways of seeking knowledge in consumer research. *Journal of consumer research*, 14(4), 508-521.
- Instituto da Vinha e do Vinho. (2018). *ANUÁRIO 2018*. Instituto da Vinha e do Vinho, I.P., Lisboa. ISBN: 978-972-8023-42-3
- Instituto Nacional de Estatística. (2016). *Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2016*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa. ISBN: 978-989-25-0429-2
- Karkanis, P. G. (1983). Determining field capacity and wilting point using soil saturation by capillary rise. *CBE Journal*, 25, 19-21.
- Kovács, I., & Husti, I. (2018). The role of digitalization in the agricultural 4.0—how to connect the industry 4.0 to agriculture? *Hungarian agricultural engineering*, (33), 38-42.
- Lezoche, M., Hernandez, J. E., Díaz, M. D. M. E. A., Panetto, H., & Kacprzyk, J. (2020). Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. *Computers in industry*, 117, 103187.

Malveaux, C., Hall, S. G., & Price, R. (2014). Using drones in agriculture: unmanned aerial systems for agricultural remote sensing applications. In 2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014 (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Menezes, F., 2016, A linha do tempo na Engenharia de Produção, *LinkedIn*, Retrieved from <https://www.linkedin.com/pulse/linha-do-tempo-na-engenharia-de-produ%C3%A7%C3%A3o-felipe-morais-menezes/?originalSubdomain=pt>

Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and electronics in agriculture*, 156, 467-474.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (2004). Development of Sustainable Vitiviniculture, (July), 1–2.

Pinto, L. (2018, October 07). Drones e robôs já são habituais nas vinhas para ajudar a aperfeiçoar a qualidade. *Dinheiro Vivo*. Retrieved from <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/drones-e-robos-ja-sao-habituais-nas-vinhas-para-ajudar-a-aperfeiçoar-a-qualidade-12681681.html>

Pirata, M. (2018). *Estudo do stress hídrico da vinha – castas aragonês e trincadeira*. (Unpublished Doctoral dissertation). Universidade de Évora, Évora.

Quivy, R., Campenhoudt, V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (2nd ed.). Lisboa, Portugal: Gradiva

Régia Douro Park, INOVABIC (2019). Catálogo de tecnologias 4.0. *DOURO AGROLIMENTAR 4.0*. Retrieved from <https://www.douroagroalimentar.com/estudos/>

Roca, P. (2019). *2019 STATISTICAL REPORT ON WORLD VITIVINICULTURE*. Report presented at the 42nd World Congress of Vine and Wine, Geneva.

Rose, D., Wheeler, R., Winter, M., Lobley, M., Chivers, C. (2021). Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy, Volume 100*.

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80, 1-50.

Santos, F. (2016). *Utilização de modelos agrometeorológicos na previsão de ocorrência de Plasmopara vitícola (Berk. e Curtis), aplicado às castas Antão Vaz e Alfrocheiro da região da Vidigueira*. (Master's thesis unpublished). Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja, Beja.

Santos, F. (2020). A Internet das Coisas utilizada em agricultura. Departamento de Agronomia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Shalimov, A. (2020, July 7). IoT In Agriculture: 8 Technology Use Cases For Smart Farming (And Challenges To Consider). *Eastern Peak*. Retrieved from <https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-technology-use-cases-for-smart-farming-and-challenges-to-consider/>

Sonar, K., & Upadhyay, H. (2014). A survey: DDOS attack on Internet of Things. *International Journal of Engineering Research and Development*, 10(11), 58-63.

Sott, M., Furstenau, L., Bender, M., Dias, J. (2020). Sustainable processes and industry 4.0: challenges and opportunities for digital transformation. Paper presented at the Congresso Internacional de Administração, Brazil.

Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., & Freire, L. P. (2022). Internet of food and farm 2020. In *Digitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds* (pp. 129-151). River Publishers.

Tan, L., & Wang, N. (2010, August). Future internet: The internet of things. In *2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE)* (Vol. 5, pp. V5-376). IEEE.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights*. ST/ESA/SER.A/423.

USDA Natural Resources Conservation Service (2008, June). Soil Quality Indicators. Retrieved from https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053288.pdf

Williams, C. (2007). Research methods. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 5(3).

Yerpude, S., & Singhal, T. K. (2017). Internet of Things and its impact on Business Analytics. *Indian Journal of Science and Technology*, 10(5), 1-6.

Anexo 1 – Entrevista realizada à exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda

A presente entrevista foi realizada telefonicamente no passado dia 06 de outubro de 2021, ao Engenheiro António Noronha Lopes, gerente da exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda.

Transcrição da Entrevista

Já tinha ouvido falar sobre o conceito de Internet das coisas (IoT)?

“Não, é um conceito que não estou familiarizado.”

Independentemente de conhecer ou não o termo, já tinha conhecimento do uso destes aparelhos (drones, sensores, ...) no setor?

“Sim, ao contrário do que se pensa, o sector vitivinícola sempre viveu em constante evolução técnica e científica, e é importante estar a par destas evoluções.”

Atualmente, que tipo de aparelhos baseado em IoT são utilizados atualmente na exploração? E como considera o desenvolvimento do uso de aparelhos de IoT na sua exploração face às explorações concorrentes?

“A herdade atualmente dispõe de aparelhos baseados dessas tecnologias, como sensores sem fios para a controlo da produção. Considero que estejamos numa fase semelhante às outras explorações nacionais.”

Prevê a introdução de novas tecnologias baseados em IoT? Quais os objetivos que pretendem alcançar através da transformação digital?

“Sim, sem dúvida. A adoção de vários e novos conceitos e tecnologias tem oferecido oportunidades interessantes de colaboração, que podem ser exploradas de forma a agregar valor à atividade das explorações deste setor. São vários os objetivos, mas a estratégia de introdução destas tecnologias passou pelo aumento da eficiência produtiva, reduzir custos associados a fatores externos, melhorar a tomada de decisão, e reduzir tempo e custos associados, por exemplo, à mão-de-obra desnecessária.”

Para si, quais as potenciais desvantagens do uso de tecnologias baseadas em IoT?

“A meu ver, há uma limitação na sua utilização ou interpretação por parte de alguns colaboradores”

Considera então que a visão que os colaboradores da exploração têm sobre a implementação de tecnologias digitais avançadas na exploração seja um fator limitante?

“Sim, existe alguma resistência por parte dos funcionários em aceitar este tipo de tecnologia. Talvez pela capacidade pessoal de alguns colaboradores, relacionadas com as suas habilitações.”

Por fim, na sua perceção, como avalia os efeitos potenciais das tecnologias baseadas em IoT na atividade na exploração?

“Considero bastante positivo, traz diversas vantagens à exploração, não só ao nível da produção, mas também a níveis económicos.”

Transcrição da entrevista

A presente entrevista foi enviada juntamente com a folha de cálculo no passado dia 13 de julho de 2022 ao Engenheiro António Noronha Lopes, gerente da exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda, de forma a esclarecer algumas dúvidas surgidas após a entrevista telefónica.

1. Que tipo de sensores estão instalados na vinha e quais as informações que fornecem?

R: Por vezes são utilizadas sondas capacitivas para medição da humidade do solo definindo-se a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento. sondas com 90 cm de profundidade.

1.1. Em termos do processo produtivo, quais os benefícios dessas informações?

R: Permitem-nos avaliar as necessidades hídricas das plantas e realizar regas mais eficientes para uma melhor utilização da água.

1.2. Que dificuldades sentiu na instalação e utilização desses sensores, incluindo as necessidades de mão de obra com as competências adequadas?

R: Em termos de instalação apenas a definição do local ideal. Utilização e mão de obra foi necessário o recurso de pessoas especializadas

2. Que tipo de informação e que fontes de informação utiliza para operar com as tecnologias baseadas na IoT?

R: Apenas software de gestão e faturação.

3. Quais são as operações culturais realizadas atualmente na vinha e quais delas sofreram alterações após a introdução de tecnologias baseadas em IoT?

R: Tratamentos fitossanitários, aplicação de herbicidas, fertilizações, poda, despampana, monda de infestantes e colheita. (IoT não aplicável)

4. Antes da adoção da IoT quais eram os principais drivers dos custos na exploração, ou seja, do ponto de vista da infra-estrutura quais eram os principais equipamentos e instalações utilizados?

R: (não respondido)

5. A adoção da IoT concerteza que levou à realização de novos investimentos, que investimentos foram esses e como é que foram financiados?

R: (não respondido)

Anexo 2 – Contas de atividade da vinha da exploração Monte da Comenda Agroturismo, Lda

Tabela 9 - Conta de atividade

PRODUTO/OPERACAO	PROV./CUSTOS TOTAIS POR OPERAÇÃO ANO PRÉ IOT	PROV./CUSTOS TOTAIS POR OPERAÇÃO ANO PRÉ IOT
RENDIMENTO	227 500 €	234 000 €
1. MANUTENÇÃO DO SOLO		
Controlo cultural (Enrelvamento)	- €	- €
Corte de relva entrelinha	4 300 €	3 655 €
Controlo Mecânico (mobilização solo)	1 935 €	1 720 €
Controlo Químico (Herbicida)	1 935 €	1 720 €
Aplicação herbicida na linha	2 365 €	2 150 €
2. FERTILIZAÇÃO/ADUBAÇÃO		
Adubo de manutenção	12 900 €	12 040 €
Aplicação adubo	3 870 €	3 010 €
3. PODA		
Pré-poda	3 870 €	3 870 €
Poda manual	32 250 €	32 250 €
Destroçar madeira poda	2 580 €	2 580 €
4. EMPA E LIGAÇÃO DAS VARAS		
Arame	8 600 €	8 600 €
Trabalho de condução da copa	3 870 €	3 870 €
5. INTERVENÇÃO A VERDE		
Esladramento	12 900 €	12 040 €
Orientação da vegetação	- €	- €
Desponta	12 900 €	11 825 €
Desfolha	12 900 €	11 610 €
Monda dos cachos	10 750 €	8 600 €
6. TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS		
Produtos Fitossanitários	17 200 €	16 340 €
Aplicação	10 750 €	10 750 €
7. COLHEITA E TRANSPORTE:		
Vindima	38 700 €	38 700 €
Transporte da Uva	6 450 €	6 450 €
8. REGA	17 200 €	12 900 €
9. SEGURO COLHEITA	2 150 €	2 150 €
10. AMORTIZAÇÕES		
Vinha	11 000 €	11 000 €
TOTAL CUSTOS	231 375 €	217 830 €
MARGEM LÍQUIDA	-3 875 €	16 170 €

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

Anexo 3 – Fórmulas dos Indicadores de Rendibilidade Económica

Figura 7 - Fórmulas de indicadores de rendibilidade económica

Margem Líquida (ML) = Proveitos – Custos Totais (custos variáveis + custos fixos)

$$\text{Custo Médio (CM)} = \frac{\text{Custo Total do produto principal}}{\text{Quantidade Produzida produto principal}}$$

$$\text{Ponto Crítico de Produção (PC)} = \frac{\text{Custo Total do produto principal}}{\text{Preço de mercado produto principal}}$$

$$\text{Rendibilidade global dos fatores (RGF)} = \frac{\text{Proveito Total do produto principal}}{\text{Custo Total do produto principal}}$$

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor

Anexo 4 – Cálculos auxiliares

Figura 8 - Cálculo custo médio

<i>CUSTO MÉDIO ANO PRÉ IOT (2015)</i>	<i>CUSTO MÉDIO ANO PÓS IOT (2017)</i>
$CM = \frac{231\,375}{350\,000} = 0,6611 \text{ €/Kg}$	$CM = \frac{217\,830}{360\,000} = 0,6051 \text{ €/Kg}$

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

Figura 9 - Cálculo ponto crítico de produção

<i>PONTO CRÍTICO DE PRODUÇÃO ANO PRÉ IOT (2015)</i>	<i>PONTO CRÍTICO DE PRODUÇÃO ANO PÓS IOT (2017)</i>
$PC = \frac{5381}{0,65} = 8\,278,5 \text{ Kg}$	$PC = \frac{5066}{0,65} = 7\,793,8 \text{ Kg}$

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo

Figura 10 - Cálculo rendibilidade global dos fatores

<i>RENDIBILIDADE GLOBAL DOS FATORES ANO PRÉ IOT (2015)</i>	<i>RENDIBILIDADE GLOBAL DOS FATORES ANO PÓS IOT (2017)</i>
$RGF = \frac{227\,500}{231\,375} = 0,983$	$RGF = \frac{234\,000}{217\,830} = 1,074$

Fontes/Entidades: Elaborado pelo autor a partir dos dados recolhidos da folha de cálculo