

Agricultura 4.0 - A Tecnologia como uma Nova “Alfaia” ao Serviço dos Agricultores

Maria Martins de Matos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Empreendedorismo e Criação de Empresas
(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Prof^a. Doutora Cláudia Sofia Lourenço Dias
Coorientadora: Prof^a. Doutora Maria José Aguilar Madeira

Outubro de 2024

Declaração de Integridade

Eu, Maria Martins de Matos, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M12608 de/o Empreendedorismo e Criação de Empresas da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 09/10/2024

Agradecimentos

Na conclusão deste trabalho de investigação, e conseqüentemente, do percurso académico, não poderia deixar de agradecer a alguns elementos importantes que o tornaram possível e mais leve.

Em primeiro lugar, aos meus pais, pelos valores transmitidos e por todos os esforços que fizeram para que nada me faltasse a nível pessoal, escolar e académico. Tanto pela resiliência do meu pai, que sempre me serviu de exemplo para não desistir, como pelo carinho e preocupação da minha mãe, pelas palavras certas nas horas certas. A presença deles foi, sem dúvida, essencial.

Em segundo lugar, ao meu namorado, pela compreensão nos dias mais complicados e por estar ao meu lado em todas as etapas da minha vida pessoal e académica.

Ao meu irmão e à minha cunhada, por me ajudarem a encarar este caminho com leveza, trazendo sempre uma perspetiva positiva.

Aos meus avós, que fizeram parte do meu crescimento e desenvolvimento pessoal, estando sempre presentes quando precisei.

À minha orientadora, Prof. Doutora Cláudia Dias, por todo o apoio e presteza para me ajudar com as dificuldades que surgiam ao longo do meu trabalho. Gostaria também de expressar o meu agradecimento à Prof. Doutora Maria José Madeira pela sua constante disponibilidade ao longo deste percurso académico, sempre com uma palavra de apoio e orientação.

Por fim, deixar também uma palavra de agradecimento aos entrevistados que se mostraram disponíveis para contribuir empiricamente para a realização deste estudo.

Resumo

A agricultura foi, desde sempre, um dos setores mais relevantes a nível mundial. Assim sendo, é crucial que, com a chegada da Agricultura 4.0, seja prioritário perceber quais as carências e preocupações dos empresários agrícolas pois, a capacidade de utilização de tecnologias digitais é fundamental para o sucesso da Agricultura 4.0 e, compreender os fatores que influenciam essas capacidades é primário tanto para orientar políticas públicas como estratégias empresariais.

O presente estudo tem como principal objetivo compreender os fatores que influenciam a utilização de tecnologias digitais nas pequenas e médias empresas (PMEs) agrícolas, de forma a promover a criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas. Mais precisamente, esta investigação foi conduzida através da seguinte questão: De que forma o uso de tecnologias digitais pode promover a criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas?

Com a principal finalidade de tentar dar resposta a este objetivo e questão de investigação, realizou-se um estudo de casos. Os casos selecionados correspondem a empresários agrícolas do distrito da Guarda. Como instrumento de recolha de dados optou-se, essencialmente, por entrevistas semi-estruturadas aos agricultores selecionados e, como técnica de tratamento de dados, utilizou-se a análise de conteúdo.

Os resultados obtidos indicaram essencialmente que o empreendedorismo no setor agrícola deve ser uma prioridade, e o recurso a tecnologias digitais um meio para que as PMEs agrícolas acompanhem a evolução do mercado. Para além disso, é essencial que exista apoio das políticas agrícolas, uma vez que a falta de financiamento pode constituir um dos principais entraves à utilização de tecnologias digitais. Da mesma forma, é notória a preocupação por parte dos pequenos agricultores em arranjar novas fontes de rendimento.

Palavras-chave

Agricultura 4.0; Digitalização; Empreendedorismo Agrícola; Inovação; PMEs; Sustentabilidade

Abstract

Agriculture has always been one of the most important sectors worldwide. It is therefore crucial that, with the arrival of Agriculture 4.0, it is a priority to understand the needs and concerns of agricultural entrepreneurs, because the ability to use digital technologies is fundamental to the success of Agriculture 4.0, and understanding the factors that influence these capabilities is primary both for guiding public policies and business strategies.

The main objective of this study is to understand the factors that influence the use of digital technologies in small and medium-sized agricultural enterprises (SMEs), to promote the creation or conversion of small agricultural businesses. More precisely, this research was conducted through the following question: How can the use of digital technologies promote the creation or conversion of small agricultural businesses?

With the main purpose of trying to answer this objective and research question, a case study was carried out. The cases selected were agricultural entrepreneurs from the district of Guarda. The data collection instrument was essentially semi-structured interviews with the selected farmers and content analysis was used as the data processing technique.

The results obtained indicate that entrepreneurship in the agricultural sector should be a priority, and the use of digital technologies a means for agricultural SMEs to keep up with market developments. In addition, support from agricultural policies is essential, as the lack of funding can be one of the main obstacles to the use of digital technologies. Similarly, there is a clear concern on the part of small farmers to find new sources of income.

Keywords

Agriculture 4.0; Agricultural Entrepreneurship; Digitalization; Innovation; SMEs; Sustainability

Índice

Capítulo 1. Introdução	1
Capítulo 2. Revisão da Literatura.....	4
2.1 Agricultura 4.0: Revitalizando a Agricultura com Tecnologias Inovadoras	4
2.1.1. Progresso Agrícola: da Agricultura Convencional à Agricultura 4.0	4
2.1.2. Tecnologias Emergentes na Agricultura	6
2.2 Empreendedorismo Agrícola.....	9
2.2.1 Empreendedorismo Agrícola e Sustentabilidade.....	13
2.3 Incitadores e Desafios na Utilização de Tecnologias Digitais	14
2.3.1 Fatores que Moldam as Escolhas Tecnológicas nas Explorações Agrícolas.	16
3. Modelo de Análise	19
Capítulo 3. Metodologia de Investigação	21
3.1 Tipo de Estudo.....	21
3.2 Contexto do Estudo	22
3.2.1 Caracterização Económica e Social	22
3.3 Seleção dos Casos	22
3.4 Instrumentos de Recolha de Informação	25
3.5 Análise e Interpretação da Informação	26
Capítulo 4. Análise e Discussão dos Resultados.....	28
4.1. Principais Resultados do Uso de Tecnologias Digitais nas PMEs Agrícolas..	28
4.1.1. Níveis e Fontes de Conhecimento	29
4.1.2. Aplicação de Tecnologias Digitais nas PMEs Agrícolas	31
4.2. Fatores que Afetam a Disseminação de Tecnologias Digitais	35
4.2.1. Conscientização e Acesso à Informação	35
4.2.2. Fatores Educacionais e Capacitação.....	36
4.2.3. Fatores Económicos e Políticas	37
4.2.4. Características das Explorações Agrícolas	38
4.2.5. Barreiras Comportamentais e Cognitivas	39
4.3. Empreendedorismo Agrícola como Estratégia de Adaptação às Mudanças Externas.....	41
4.3.1. Impacto das Tecnologias Digitais na Criação e Expansão de Negócios Agrícolas.	43
4.3.2. Multifuncionalidade e Pluriatividade na Criação e Reconversão de Pequenos Negócios Agrícolas	43
4.3.3. Sustentabilidade Ambiental e Financeira	44

4.4	Quadro síntese das Evidências Empíricas.....	46
Capítulo 5. Conclusões, limitações e futuras linhas de investigação.....		48
5.1	Principais Resultados	48
Capítulo 6. Referências Bibliográficas.....		51
Capítulo 7. Apêndices		63
7.1	Fase Inicial.....	63
7.2	Dados de Caracterização	63
7.3	Entrevista	63
7.4	Nuvem de Palavras mais citadas após a Introdução dos Códigos.....	64
7.5	Códigos mais Citados de forma Hierárquica.....	65

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo de Análise para estudar a Utilização de Tecnologias Digitais pelos Agricultores	20
--	----

Lista de Tabelas

Tabela 1. Designações para o Processo de Digitalização da Agricultura	5
Tabela 2. Resumo das Principais Tecnologias Digitais Aplicadas na Agricultura..	9
Tabela 3. Resumo dos Incitadores e Desafios da Literatura	19
Tabela 4. Caracterização dos Empresários/Empresas	24
Tabela 5. Principais Fontes de Conhecimento.....	30
Tabela 6. Tecnologias Digitais Utilizadas pelos Empresários Agrícolas	33
Tabela 7. Resultados do Uso de Tecnologias Digitais.....	34
Tabela 8. Fatores Influenciadores na Utilização de Tecnologias Digitais.....	40
Tabela 9. Estratégias de Adaptação às Mudanças Externas.....	42
Tabela 10. Principais Resultados da Literatura e das Entrevistas	46

Lista de Acrónimos

GRP	Gabinete de Relações Públicas
UBI	Universidade da Beira Interior
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
IoT	<i>Internet Of Things</i> (Internet das Coisas)
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
BDA	<i>Big Data Analysis</i> (Análise de Big Data)
AP	Agricultura de Precisão
IA	Inteligência Artificial
PAC	Política Agrícola Comum
FFMS	Fundação Francisco Manuel dos Santos
PIB	Produto Interno Bruto
WS	<i>Weak Sustainability</i>
SS	<i>Strong Sustainability</i>
PME	Pequena(s) e Média(s) Empresa(s)
AKIS	<i>Agricultural Knowledge and Innovation Systems</i>
RBV	<i>Resource Based View</i>

Capítulo 1. Introdução

1.1 Enquadramento do Problema e Pertinência do Tema

Desde a antiguidade, os seres humanos cultivam terras e criam animais para adquirir alimentos necessários à sua sobrevivência. Esta prática, conhecida como agricultura, evoluiu de forma progressiva e contínua (Tekinerdogan, 2018). A agricultura rudimentar, frequentemente referida como Agricultura 1.0, dependia quase exclusivamente da força física, humana e animal (Borém & de Paula Corrêdo, 2022). Com o tempo, evoluiu até à atual Agricultura 4.0, que surgiu da convergência de várias tecnologias. Esta nova fase, caracteriza-se pela integração de inovações, como a Internet das Coisas (IoT), Agricultura de Precisão (AP) e Análise de Big Data (BDA), que aumentam a eficiência da produção agrícola (Santos Valle & Kienzle, 2020). Termos como agricultura inteligente e agricultura digital são frequentemente utilizados para descrever a Agricultura 4.0 (Albiero et al., 2020).

Atualmente, a inovação é o principal motor de crescimento económico e produtividade. O uso de tecnologias sociais, móveis e IoT facilita a recolha, armazenamento, análise e partilha de dados, mudando a forma como o mundo funciona (Bucci et al., 2018). Com o advento dessas tecnologias, o desempenho agrícola já não é totalmente eficaz sem o recurso a essas ferramentas de precisão, que permitem aos agricultores otimizar as suas operações (Oliver et al., 2010) e ter acesso a informações atualizadas que os ajudam a antecipar e lidar com certas doenças que possam afetar a sua produção, bem como a monitorizar preços e logística de mercado (World Bank Group, 2016).

Pesquisas recentes referem que a utilização de tecnologias digitais é influenciada por inúmeros fatores-chave (Khanna & Kaur, 2023; Silveira et al., 2023). É essencial compreender que o uso eficaz dessas tecnologias depende não apenas da sua disponibilidade, como também da compreensão do seu potencial e funcionamento por parte de quem as emprega. No caso de Portugal, a agricultura enfrenta desafios específicos relacionados com o envelhecimento da força de trabalho. Em 2019, a idade média dos produtores singulares no país era de 64 anos, e apenas 10% dos produtores individuais tinham entre 25 a 45 anos (INE, 2019). Contudo, o Recenseamento Agrícola de 2019, destacou a crescente empresarialização e profissionalização do setor, indicando uma maior aceitação de tecnologias, especialmente entre os jovens agricultores (INE, 2019).

Assim, e dada a particularidade do setor que, por vezes, resultam numa menor capacidade para criar inovação, é crucial trazer novas abordagens para o renovar. A inovação e o empreendedorismo (Martinho, 2020) emergem como ferramentas chave

nesse processo, tornando-se uma prioridade analisar o papel do empreendedorismo agrícola como dinamizador do setor. Ainda assim, é necessário compreender melhor a adaptação das tecnologias digitais ao setor agrícola porque, apesar das suas vantagens, a sua incidência ainda permanece relativamente baixa, especialmente em pequenas explorações localizadas em áreas rurais marginalizadas (Blasch et al., 2022; Reichardt & Jürgens, 2009). A taxa de inovação no setor agrícola é lenta em comparação com outros setores, e há uma notória falta de literacia digital (Francisco et al., 2015), o que impede uma aceitação mais ampla dessas ferramentas.

A literatura científica direcionada para a agricultura digital tem-se concentrado maioritariamente nos aspetos técnicos da aplicação das tecnologias para aperfeiçoar as práticas agrícolas e a produtividade (Wathes et al., 2008). Assim, existe predominância da literatura orientada para temas como análise de BDA, AP, IoT ou o potencial transformador dessas tecnologias digitais para sistemas de produção agrícola (W. Amorim et al., 2019; Wathes et al., 2008; Zhao et al., 2019). No campo das ciências sociais, as análises têm abordado a gestão da digitalização e o seu impacto em pessoas, animais, ecossistemas e instituições (Klerkx et al., 2019). No entanto, há uma lacuna na literatura que trata dos fatores motivadores e dos desafios para a utilização dessas tecnologias (Thompson et al., 2019).

Neste sentido, surge a justificativa desta investigação, a escassez de literatura sobre a agricultura digital, e a fraca e lenta inserção de tecnologias digitais nas pequenas e médias empresas (PMEs) (Annosi et al., 2019). Assim, propõe-se uma análise da utilização de tecnologias digitais em PMEs agrícolas, com o objetivo de identificar os fatores que influenciam essa utilização e os desafios que muitas vezes a impedem. Por outro lado, será ainda importante compreender de que forma é que as tecnologias digitais podem promover a criação e o desenvolvimento de negócios agrícolas.

A investigação será realizada no distrito da Guarda, uma região com uma atividade agrícola significativa, mas com dificuldades no acesso a tecnologias digitais, seja devido ao elevado custo, à falta de informação ou à localização no interior.

1.2 Objetivos e Questão de Investigação

A utilização de tecnologias digitais apresenta um mundo de potencialidades para a agricultura moderna. No entanto, a sua inserção em explorações de pequena escala, um domínio de tradição e com condicionalismos únicos, ainda não foi totalmente concretizada (John et al., 2023). Face ao exposto anteriormente, o objetivo geral da investigação consiste em compreender como a utilização de tecnologias digitais nas PMEs agrícolas pode promover a criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas.

Mais particularmente, consideram-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e examinar os incitadores e desafios em relação à utilização de tecnologias digitais por PMEs agrícolas;
- Analisar que tipos de novos negócios agrícolas estão a ser promovidos pela utilização de tecnologias digitais.

Esta investigação tem ainda o intento de responder à seguinte questão de investigação: “De que forma o uso de tecnologias digitais pode promover a criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas?”

1.3 Estrutura do Trabalho

Relativamente à estrutura da dissertação, esta será a seguinte:

- No capítulo 1, é abordado o enquadramento do problema de estudo, onde é exposta a escolha do tópico a estudar, tal como os objetivos e a questão de investigação.
- No capítulo 2, encontra-se a revisão da literatura, onde são debatidos diversos conceitos, o tema principal em que assenta a investigação, assim como a importância de atividades empreendedoras no setor.
- No capítulo 3, é apresentado o desenho metodológico, onde será feita uma breve apresentação da metodologia a ser empregue, tal como dos casos e da técnica a ser utilizada.
- No capítulo 4, será elaborada a análise e discussão de resultados, na qual os dados obtidos serão divulgados, analisados e tratados de forma a apoiar o próximo e último capítulo.
- No capítulo 5, serão apresentadas as conclusões, tópico onde serão expostas as principais ideias da investigação, as suas limitações e futuras linhas de investigação.

Capítulo 2. Revisão da Literatura

2.1 Agricultura 4.0: Revitalizando a Agricultura com Tecnologias Inovadoras

A atividade agrícola, tem sido essencial para a sobrevivência humana (Moysiadis et al., 2021), desde a revolução Neolítica, quando as sociedades humanas passaram da recolha de alimentos para a produção (Reifschneider & Hussain, 2004). Esta secção aborda a trajetória evolutiva do setor, desde a agricultura tradicional até à atual Agricultura 4.0, onde as tecnologias digitais se tornaram ferramentas fundamentais.

2.1.1. Progresso Agrícola: da Agricultura Convencional à Agricultura 4.0

O setor agrícola já atua na inovação digital há décadas, integrando produtos físicos e digitais para criar soluções (Lee & Berente, 2012; Lezoche et al., 2020). No entanto, o uso mais difundido dessas tecnologias digitais no campo, surgiu para dar resposta à rápida expansão populacional, que gerou a necessidade de garantir um abastecimento alimentar apropriado para uma procura cada vez mais exigente (Wittwer, 1979).

Antes de explorar mais aprofundadamente o impacto da tecnologia na agricultura, é necessário compreender o que significa “tecnologia”. O termo deriva do grego “*techné*”, que se refere ao “saber fazer”, e “logia” do grego *logus*, que alude à “razão” (Veraszto et al., 2009). Assim, a tecnologia está relacionada com o conhecimento aplicado para alcançar resultados e resolver problemas, através da utilização de determinadas competências (Lan & Young, 1996). A introdução dessas tecnologias no setor agrícola visou atender à crescente procura de forma rápida e eficaz, permitindo que máquinas realizassem, em poucas horas, tarefas que, anteriormente, exigiam dias ou meses de trabalho manual. Este avanço procurava assegurar que a oferta de alimentos se mantivesse à frente da procura da população (Liu et al., 2021).

Com base na literatura científica (Liu et al., 2021; Ragazou et al., 2022), a evolução agrícola pode ser dividida em quatro grandes fases: Agricultura 1.0, Agricultura 2.0, Agricultura 3.0 e Agricultura 4.0. Durante a Agricultura 1.0, o trabalho agrícola dependia de ferramentas manuais como a enxada, a foice e o forcado, o que tornava o processo lento, exaustivo e de baixo rendimento (Liu et al., 2021). Com o advento da Agricultura 2.0, a produção agrícola aumentou significativamente, impulsionada pela Revolução Industrial e pela introdução de máquinas agrícolas e produtos químicos nos campos agrícolas (Zhai et al., 2020). Esse avanço, embora tenha aumentado a eficiência e a produtividade dos trabalhos, trouxe consequências negativas, como as contaminações químicas nos campos e o consumo excessivo de recursos naturais (Zhai et al., 2020).

No século XX, iniciou-se a Agricultura 3.0, que assinalou o início das operações mais eficientes e automatizadas, tendo sido também neste período que a AP - conhecida por ser a ciência que auxilia nas decisões de gestão mediante o recurso a sensores e análises de alta tecnologia (Ayoub Shaikh et al., 2022) - começou a dar os primeiros passos, existindo uma melhoria da capacidade de automação dos equipamentos (Yandun Narvaez et al., 2017). O Sistema de Posicionamento Global (GPS), desempenhou um papel central nessa fase, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos ao fornecer a localização exata de cada ponto de amostragem, essencial para detetar variabilidades nas explorações (Neto et al., 2005; Polymeni et al., 2023). Esse avanço também resultou na redução do uso de produtos químicos, melhorando a sustentabilidade da atividade agrícola (Zhai et al., 2020).

Com estas três revoluções no setor, a agricultura tradicional foi trocada pela industrial, com processos mais eficientes e seguros, tanto para os operadores quanto para o meio ambiente e com custos operacionais inferiores (Zambon et al., 2019).

Atualmente, está em curso uma nova revolução no setor agrícola: a Agricultura 4.0 (CEMA, 2017). Para compreender a magnitude desta transformação, é essencial explorar as principais terminologias associadas ao conceito. Na Tabela 1, são sintetizados os termos mais utilizados nesse contexto.

Tabela 1. Designações para o Processo de Digitalização da Agricultura

<i>Smart farming</i> (Agricultura Inteligente)	(Rose & Chilvers, 2018; Wolfert et al., 2017)
Precision agriculture (Agricultura de precisão)	(Busse et al., 2014; Eastwood et al., 2017; Wolf & Buttel, 1996)
<i>Decision Agriculture</i> (Agricultura de decisão)	(Baker et al., 2017)
<i>Digital Agriculture</i> (Agricultura Digital)	(Keogh & Henry, 2016; Rijswijk et al., 2019)
<i>Agriculture 4.0</i> (Agricultura 4.0)	(Lezoche et al., 2020; Rose & Chilvers, 2018)
<i>Agriculture Numérique</i> (Agricultura Numérica)	(Bellon-Maurel & Huyghe, 2016)

Fonte: Elaborado pela autora

A Agricultura 4.0 oferece aos agricultores um conjunto diversificado de ferramentas capazes de enfrentar os principais desafios de produção agrícola (Abbasi et al., 2022). Este tipo de agricultura, distingue-se de outros pela transformação dos sistemas de produção tradicionais em sistemas mais produtivos, inovadores e modernos (Andrade-Sanchez & Heun, 2010). Esta abordagem resultou da junção do conceito de AP e da Internet aplicada à atividade, que interliga diversas técnicas, tais como sensores de alta tecnologia, softwares profissionais e IoT (Abbasi et al., 2022). O objetivo é aprimorar as

condições de trabalho, melhorar a qualidade de produção, aumentar os rendimentos e promover a sustentabilidade das culturas (Zambon et al., 2019). Essas ferramentas formam sistemas produtivos que processam dados de forma eficiente e rápida, permitindo aos produtores tomar decisões com maior precisão (Polymeni et al., 2023). Nesta nova era, a Agricultura 4.0 permite o desenvolvimento de um ambiente em que todos os componentes estão interconectados de forma simplificada e contínua (Ferrández-Pastor et al., 2016). Além disso, os sistemas de gestão estão cada vez mais avançados, possibilitando a identificação de problemas que, através de inspeções visuais esporádicas, seriam difíceis de reconhecer (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020). A prática tradicional de visitar o campo para verificar o estado das culturas e tomar decisões com base na experiência acumulada tornou-se insustentável, especialmente em explorações agrícolas extensas, onde a gestão eficiente exige a satisfação de três critérios essenciais: eficiência, sustentabilidade e disponibilidade (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020). Mesmo para agricultores com vasta experiência no campo, as tecnologias podem identificar problemas imprevistos ou difíceis de detetar visualmente (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020).

A Agricultura 4.0 funciona através da recolha e análise de informações detalhadas sobre a produção. Esses dados são essenciais para gerar informações acionáveis, algo que apenas é possível através do uso de aplicações que processem e analisem grandes volumes de dados operacionais em tempo real (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020; Silva & Cavichioli, 2020).

2.1.2. Tecnologias Emergentes na Agricultura

Tendo por base o autor Kazancoglu et al. (2023), as tecnologias a serem aqui estudadas são, por este, consideradas como as que mais impacto têm na fase produtiva da agricultura digital, sendo essas: a IoT, BDA, AP, Blockchain, IA e Robótica e Sistemas Autónomos que, sendo tecnologias que permitem a recolha, processamento e análise de uma grande variedade de dados em tempo real, são fundamentais para a tomada de decisões e otimização de operações agrícolas. Além disso, a investigação terá ainda em conta as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), como dispositivo de comunicação que melhora a circulação de informações agrícolas, fomentando o conhecimento e a adoção de novas práticas (Aker et al., 2016), na Tabela 2 encontra-se uma sintetização destas tecnologias.

- Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)

O crescimento das TIC traz novas oportunidades de serviços de informação mais oportunos e acessíveis aos agricultores, além de apoiar a gestão das atividades agrícolas (Aker et al., 2016). Estas, além de sistemas de satélite, incluem dispositivos como televisões, telemóveis, redes, computadores, hardware e software (Pande & Deshmukh, 2015). Esses dispositivos são utilizados para diversos fins, como informar os interessados sobre novas técnicas agrícolas, gestão da produção e informações de mercado (Saidu et al., 2017). A utilização dessas ferramentas permite enfrentar desafios que prejudicam o desenvolvimento agrícola, como a má gestão de informação, divulgação fraca, baixa produtividade e rendimento (Ramli et al., 2015).

De acordo com Patel e Lliyas (2014), o impacto das TIC na agricultura pode ser avaliado a partir de duas perspetivas: como ferramenta direta, para aperfeiçoar a eficiência das explorações agrícolas e, como ferramenta indireta, que capacita os agricultores a tomarem decisões informadas, influenciando positivamente as suas práticas agrícolas.

- Internet das Coisas (IoT)

No contexto agrícola, a IoT, refere-se à rede que liga dispositivos físicos e aplicações, transformando ações e elementos agrícolas em dados. O conceito foi introduzido por Kevin Ashton, que descreveu a IoT como uma ideologia onde a internet está conectada ao mundo físico por meio sensores universais (Bucci et al., 2018). Esta, permite que dados de dispositivos, como GPS e sensores de irrigação, sejam recolhidos, processados e analisados, permitindo aos agricultores tomar decisões mais conscientes e otimizar a gestão de recursos (Mentsiev et al., 2023). A IoT abrange diversos aspetos, como a monitorização das condições climáticas, gestão da água, monitorização do solo e também da saúde animal (Sarni et al., 2016).

- Big Data Analytics (BDA)

O aumento do volume de dados gerados pelas atividades agrícolas exige a implementação de processos automatizados para extrair informações operacionais de grandes volumes de dados (Nandyala & Kim, 2016). As análises feitas através deste sistema inteligente, definidas pelos 5V's - volume, variedade, velocidade, valor e veracidade - (Silva & Cavichioli, 2020), representam uma nova geração de práticas agrícolas (Sonka, 2016). Com base nessas análises, os agricultores conseguem obter lucros a partir de uma enorme quantidade de dados (Lokers et al., 2016). No entanto, a aplicação de BDA depende do nível de tecnologia disponível em cada propriedade (Kunisch, 2016).

- Agricultura de Precisão (AP)

A AP é uma filosofia de gestão agrícola que visa identificar, analisar e responder à inconstância das culturas (Kazancoglu et al., 2023). Utilizando tecnologias de dados e conhecimento moderno, a AP é um procedimento económico que melhora o rendimento das colheitas (Jawhar et al., 2014). Entre as atividades associadas à AP estão a monitorização do desempenho, o mapeamento e identificação das culturas e a dosagem variável de produtos (Akhter & Sofi, 2022).

- Blockchain

O blockchain é uma tecnologia crucial na cadeia de abastecimento agrícola, trazendo benefícios como a rastreabilidade e maior transparência no fluxo de materiais e informações (Saetta & Caldarelli, 2020). O blockchain engloba seis componentes: algoritmo de consenso, modelo de rede, contratos inteligentes, sistema de arquivo, análise de segurança e teorema CAP (Consistência, Disponibilidade, e Tolerância de partições) (Prashar et al., 2020), permitindo aos empresários agrícolas monitorizar e verificar a origem e os procedimentos envolvidos na produção e distribuição de alimentos. Ao registar as transações e transferências de produtos agrícolas, o blockchain reduz a burocracia e os intermediários, contribuindo para a sustentabilidade e auxiliando no combate dos efeitos das alterações climáticas (Kazancoglu et al., 2023).

- Inteligência Artificial (IA)

A IA, capaz de aprender e processar grandes volumes de dados para oferecer soluções precisas para diferentes situações, desempenha um papel basilar na robótica e nos sistemas autónomos, fornecendo fluxos contínuos de dados (Saranya et al., 2023). A IA é usada para analisar dados agrícolas e ambientais, identificando padrões ocultos que seriam difíceis de detetar com outras ferramentas, tendo ainda a capacidade de fornecer diagnósticos de doenças, análises da saúde do solo e identificação de espécies diretamente a partir de dispositivos móveis, permitindo aos agricultores monitorizar o progresso agrícola em tempo real (Tanikawa, 2018).

- Robótica e Sistemas Autónomos

Os robôs agrícolas foram desenvolvidos para introduzir automação e inteligência nas operações agrícolas (Ghobadpour et al., 2022). Esses robôs, que podem operar de forma autónoma ou semiautónoma, realizam atividades como controlo de ervas daninhas e plantio, melhorando a eficiência e reduzindo a dependência de mão de obra (Vougioukas, 2019). Equipados com sensores e atuadores, eles captam e processam informações do

ambiente, permitindo uma interação eficiente com o meio envolvente (Milella et al., 2019). Esses sistemas contribuem para aumentar a produtividade e reduzir o impacto ambiental (Ghobadpour et al., 2019).

Tabela 2. Resumo das Principais Tecnologias Digitais Aplicadas na Agricultura

<i>Tecnologia Digital</i>	<i>Descrição</i>	<i>Fonte</i>
IoT	Rede de sensores, atuadores e biossensores	(Aamer et al., 2021; F. Ferrández-Pastor et al., 2016; Hadi Ishak et al., 2023)
BDA	Captura de uma grande quantidade de dados, armazenamento de dados, análise de dados e transferência de dados	(Cravero & Sepúlveda, 2021; Lioutas et al., 2019; Wolfert et al., 2017)
AP	GPS, análise de dados e detecção remota	(Gokool et al., 2023; Gorai et al., 2017; López-Riquelme et al., 2017)
IA	Automação de processos, análise de dados, otimização de recursos e robôs agrícolas	(Elbasi et al., 2023; Zhai et al., 2020)
Blockchain	Rastreabilidade, visibilidade e automação	(Liu et al., 2021; Rana et al., 2021; Y. Wang et al., 2019)
TIC	Acompanhamento e monitorização de produtos, colaborações e alianças e assessoria técnica	(Aker et al., 2016; Cole & Fernando, 2014; Lehmann et al., 2012; Ramli et al., 2015; Saidu et al., 2017; Vallauri, 2014)
Robótica e Sistemas Autônomos	Sistemas de ordenha automática, sementeira, regadio, análise do solo e veículos autônomos	(Auat Cheein & Carelli, 2013; Ghobadpour et al., 2019, 2022; A. J. John et al., 2016; Milella et al., 2019; Vougioukas, 2019)

Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, é essencial compreender que, no contexto das tecnologias digitais aplicadas à agricultura, não se pode adotar uma abordagem linear. Isso ocorre porque a literatura sobre o tema ainda não está inteiramente consolidada, apresentando diferentes interpretações. A tabela foi elaborada com base nos artigos que melhor se alinham com o foco desta investigação, os quais oferecem uma perspectiva sobre as tecnologias digitais voltadas para a fase produtiva da agricultura. Embora a tabela anterior apresente uma descrição detalhada de cada tecnologia, é importante ressaltar que essas ferramentas não se restringem apenas às tecnologias específicas abordadas nesta pesquisa, pois muitas delas podem ser aplicadas em diferentes contextos e enquadradas em diversas tecnologias.

2.2 Empreendedorismo Agrícola

Nos últimos anos, as mudanças políticas, sociais e ambientais têm mostrado aos agricultores que a persistência em modelos produtivistas tradicionais já não é vantajosa. Nesse cenário de modernização, emerge um comportamento empreendedor,

caracterizado pela procura de oportunidades (Morris et al., 2017). Assim, surge a necessidade de uma nova visão de inovação, que não abranja apenas a dimensão técnica ou tecnológica, mas também aspetos estratégicos, de gestão e de marketing (Masi et al., 2022). Os agricultores não aplicam ou desenvolvem necessariamente “novas” tecnologias, sendo que as novidades implementadas por eles surgem como resultado de diferentes formas de pensar, de fazer e da redefinição de conhecimentos de uma forma inovadora. A inovação, portanto, consiste tanto na solução de problemas quanto no aproveitamento de oportunidades, em resposta a fatores internos e externos (Masi et al., 2022).

Ainda assim, no setor agrícola, empreender pode ser desafiante devido a várias especificidades e à carência de apoio direcionado à inovação tecnológica (Vecchio et al., 2022). Em certos países da União Europeia, apesar da disponibilidade de fundos financeiros, as políticas agrícolas, como a Política Agrícola Comum (PAC), são consideradas injustas e ineficazes, pois beneficiam predominantemente grandes explorações e incentivam a produção voltada para a obtenção de subsídios (Martinho, 2020). Desde a década de 1990, a PAC tem-se restaurado para reduzir a dependência dos produtores do apoio público, alinhando o setor agrícola com os mercados globais (Morgan et al., 2010). Diante deste cenário, mais competitivo e global, os agricultores começaram a reavaliar as suas práticas e adotaram comportamentos mais empreendedores.

De acordo com Dias et al. (2019), no campo do empreendedorismo, Richard Cantillon, em meados do século XVIII, foi pioneiro ao descrever um “empreendedor” como um agricultor que pagava uma quantia fixa ao proprietário da terra, sem garantia de lucro. Jean-Baptiste Say, por sua vez, ampliou a definição de empreendedor ao considerá-lo não apenas como alguém que assume riscos, mas também um coordenador de fatores de produção (Paradkar et al., 2015). No entanto, é difícil definir empreendedorismo através do que a pessoa é ou faz relativamente a esse campo, servindo de exemplo o caso dos economistas alemães que descrevem um empreendedor como alguém capaz de criar destruição criativa e instabilidade e, por outro lado, os austríacos que consideram estes indivíduos como aptos em encontrar oportunidades de lucro (Dias et al., 2019). Assim o comportamento empreendedor é, fundamentalmente, uma característica comportamental inerente aos indivíduos que a possuem e não apenas uma ocupação (Wennekers & Thurik, 1999).

No que diz respeito ao risco associado à atividade empreendedora, compreende-se que ao se falar em inovação, fala-se também em incerteza pois, existe sempre um investimento de recursos substanciais em atividades que poderiam ser lucrativas, mas que não deixam de ser arriscadas devido à incerteza intrínseca a possíveis resultados

(Gilson & Shalley, 2004). Embora o risco seja frequentemente associado ao fracasso, alguns investigadores defendem que aceitá-lo é fundamental para estimular a criatividade (World Bank Group, 2020; H.-L. Wu, 2008). A disposição para correr riscos incentiva o empreendedorismo e é crucial para a inovação, pois permite a alocação de recursos para ideias diferenciadas (S. Wu et al., 2005).

Relativamente ao setor agrícola, antigamente visto como um setor pouco tecnológico e familiar é, atualmente, encarado como uma área onde a atividade empreendedora é fundamental para manter a sua relevância num ambiente cada vez mais complexo (McElwee, 2006). Atualmente, muitos agricultores procuram novas estratégias para complementar os seus rendimentos (Alsos, 2011), e o aumento das suas capacidades digitais tem-se mostrado vantajoso pois, ajuda a reduzir os custos na procura de informações e as restrições de financiamento, facilitando a aceitação de novos conceitos de gestão (Cheng et al., 2024). Assim, o empreendedorismo agrícola pode ser definido pela capacidade dos agricultores de criar oportunidades, seja para novos negócios ou para expandir os já existentes (Bryden, 1993).

A literatura sugere que o acesso à internet pode reduzir a assimetria de informações e facilitar o acesso ao crédito, promovendo o empreendedorismo agrícola (Tan & Li, 2022). No entanto, ainda são poucos os estudos que considerem o impacto da utilização de tecnologias digitais no empreendedorismo agrícola. Esse tipo de empreendedorismo envolve a combinação de recursos para explorar oportunidades (Fitz-Koch et al., 2018), destacando-se de outras formas empreendedoras dada a sua maior vulnerabilidade a fatores externos (Aldrich & Cliff, 2003).

Apesar de parecer uma escolha promissora, muitos agricultores evitam o empreendedorismo devido a barreiras internas, como limitações cognitivas, falta de capacidades empreendedoras ou receio de perda de identidade (Engelken et al., 2016; Li et al., 2023). Barreiras externas, como políticas e regulamentos sobre propriedade, impostos e heranças, também desempenham um papel significativo (Fitz-Koch et al., 2018). Além disso, fatores como as redes sociais e o ambiente empreendedor impactam diretamente as capacidades dos agricultores (Barnes et al., 2015; Yang et al., 2023).

A solução, segundo investigações na área, passa pela determinação das capacidades cognitivas, que inclui acesso à informação, conhecimento suficiente e flexibilidade de decisão (Björkluna, 2018). A adoção de uma atitude positiva perante a mudança também é considerada eficaz para melhorar o desempenho e a criatividade dos agricultores, ampliando o uso de recursos sociais e intelectuais (Shepherd & Patzelt, 2015).

O empreendedorismo agrícola também está relacionado com os conceitos de multifuncionalidade e pluriatividade, sendo uma prioridade esclarecer de que se tratam estas capacidades na agricultura, visto ser uma realidade cada vez mais presente no

mundo rural. Segundo Morgan et al. (2010), o conceito de multifuncionalidade na agricultura foi aplicado pela primeira vez em 1993, pelo Conselho Europeu de Direito Agrícola, na tentativa de consonar a legislação agrícola em todo o terreno europeu.

Atualmente, o conceito compreende todos os produtos, serviços e bens gerados pelas atividades agrícolas, referindo-se à versatilidade da atividade agrícola, que vai além da produção de alimentos, incluindo a gestão de recursos naturais renováveis, a conservação da biodiversidade e o reforço da viabilidade socioeconómica das zonas rurais (Renting et al., 2009). Já a pluriatividade agrícola, caracterizada como uma estratégia de diversificação das fontes de rendimento, representa, segundo Alsos e Carter (2006), o envolvimento dos agricultores em atividades potenciadoras de rendimento, além da produção tradicional. Ainda assim, se para alguns produtores, o empreendedorismo representa uma atividade de diversificação na exploração agrícola, para outros pode ser fundamental para a sobrevivência das empresas agrícolas (Mc Fadden & Gorman, 2016).

Em Portugal, o setor agrícola é um dos mais relevantes, empregando mais de 100 mil pessoas (GPP, 2023) e representando um PIB de 927 milhões de euros (Trading Economics, 2023). O setor enfrentou inúmeros desafios ao longo dos anos, como reformas políticas e reestruturações, desenvolvimento da integração vertical nas indústrias alimentares, que o transformaram em unidades agrícolas de maior dimensão. No entanto, as explorações mais pequenas e com uma gestão familiar tiveram de se adaptar, mostrando assim a sua resiliência e capacidade de adaptação para acompanhar as evoluções do setor (Fitz-Koch et al., 2018).

Estudos sobre empreendedorismo agrícola têm-se concentrado na capacidade dos agricultores para criar oportunidades, diversificando assim o negócio para que este resista ou evolua (Mcelwee & Robson, 2005), existindo o foco em investigar e compreender que estratégias são utilizadas pelos empresários agrícolas como mecanismo de resposta às transformações económicas, tecnológicas e institucionais a que o setor está sujeito (Cheriet et al., 2020). Nos últimos anos, houve um aumento do interesse pelo comportamento empreendedor, que se pode atribuir à existência de apoios europeus destinados à agricultura multifuncional. É ainda importante realçar que tal aumento não seria tão significativo se não tivessem existido investimentos nos campos da educação, nomeadamente formação educacional de agricultores, que auxiliaram na promoção da inovação e empreendedorismo no setor agrícola e investigação (Martinho, 2020).

2.2.1 Empreendedorismo Agrícola e Sustentabilidade

A relação entre empreendedorismo agrícola e sustentabilidade depende amplamente da estrutura de cada país (Adamisin et al., 2017). Para muitos envolvidos no setor, o resultado que esperam que surja dessa associação é a de serem capazes de conciliar a sua atividade com o contexto envolvente sem que neste existam interferências negativas (Methorst et al., 2017). Para outros, o interesse em promover negócios que visem resolver tanto problemas ambientais como sociais, apenas surge se existir apoio por parte de instituições como cooperativas, organizações e também universidades direcionadas para a transferência de tecnologia (Martinho, 2020).

Assim, a inserção de tecnologias digitais, auxiliadas por investimentos agrícolas, tem sido vista como a principal solução para reduzir os impactos ambientais e aumentar a resiliência das sociedades. Relativamente à sustentabilidade, existem dois paradigmas que se destacam: *weak sustainability (WS)* e *strong sustainability (SS)*. Esses paradigmas representam visões distintas sobre inércia e mudança (Heikkurinen & Bonnedahl, 2013). A WS defende que a sustentabilidade pode ser alcançada dentro da economia de mercado e do capitalismo, através do crescimento económico (Kallio et al., 2007). Segundo essa perspectiva, as reformas devem ser graduais, sendo as radicais vistas como irrealistas (Orsato & Clegg, 2005). A SS, em contrapartida, alega que o sistema económico atual é incompatível com os limites ecológicos e que as mudanças radicais e transformadoras são necessárias (Devkota, 2005; Næss & Høyer, 2009).

Esses paradigmas, embora com diferentes abordagens, mostram que as reformas são necessárias, sejam elas graduais ou radicais. No caso da WS, a falta de preocupação com questões ambientais surge da inércia, causada pela falta de tecnologia apropriada, de investimentos ou de transferência de conhecimento (Stål, 2015). A SS, por outro lado, acredita que as reformas isoladas não são suficientes, pois o sistema da economia de mercado tende a neutralizar os efeitos positivos dessas mudanças (Spangenberg, 2010). Para essa corrente, é necessário abandonar as práticas ambientalmente prejudiciais (Stål, 2015).

A sustentabilidade agrícola pode ser dividida em três dimensões: económica, social e ambiental (Zul Azlan et al., 2024), com destaque para a importância da sustentabilidade ambiental. A gestão consciente dos recursos naturais é crucial nesse contexto, sendo importante preservar a sua qualidade (Ostrom, 2009). Além disso, os recursos devem ser utilizados de forma que possam ser renovados no futuro, enquanto se procura minimizar os impactos negativos no ecossistema. A agricultura digital, ao aumentar a eficiência na aplicação dos recursos, desempenha um papel importante na promoção da sustentabilidade ambiental, sendo exemplo disso as ferramentas de AP, como a edição

de culturas, que contribuem para o uso eficiente dos recursos (Clapp & Ruder, 2020). Como resultado desta gestão, há um aumento na produtividade, redução de custos de produção e promoção da regeneração de recursos (Zul Azlan et al., 2024).

Portanto, a inovação direcionada para a sustentabilidade é tão importante para agricultores com explorações mais pequenas como o contrário pois, atualmente, os contextos mundiais exigem que exista essa gestão mais focada em práticas sustentáveis. Além disso, a inovação nesse campo beneficia tanto o bem-estar animal quanto o produtor visto que a preocupação com o meio ambiente é cada vez mais valorizada e recompensada no mercado.

2.3 Incitadores e Desafios na Utilização de Tecnologias Digitais

A segurança alimentar é uma preocupação global crescente, como tal, a exigência de produção de alimentos, com qualidade igualmente extrema, será cada vez maior (World Bank, 2007). Além disso, existe também a preocupação em satisfazer a procura de rendimentos por parte dos agricultores, dado o aumento do uso das terras para fins como a urbanização, conservação e produção de matérias-primas para bioenergia (Thrall et al., 2011). Paralelamente, a escassez de recursos energéticos e nutricionais aumenta os custos referentes a fatores de produção (West et al., 2014), forçando os agricultores a procurarem formas mais eficientes de produção, o que é benéfico tanto para o clima como para eles, economicamente (Thrall et al., 2011). Essas práticas também contribuem para a redução dos impactos ambientais, melhorando a qualidade da água, a saúde do solo e a preservação da biodiversidade (Hazell & Wood, 2007).

As alterações climáticas são também responsáveis pela mudança de paradigma pois, com estas, surge a imprevisibilidade e variabilidade que obriga os agricultores a ajustar as suas práticas de gestão (Sutherst et al., 2011). Essas mudanças também afetam indiretamente as suas decisões, exigindo estratégias de mitigação e respostas urgentes que afetam o acesso a recursos como a água e outros fatores de produção não renováveis. Uma das respostas necessárias é a adoção de práticas que incluam a fixação de carbono nas paisagens de produção (Thrall et al., 2011). Outra consequência das alterações climáticas diz respeito à alteração da disposição espacial das indústrias agrícolas viáveis, levando a mudanças nos ecossistemas agrícolas e impulsionando respostas evolutivas nos campos agrícolas (Dale, 1997).

Intervenções políticas, como a PAC, desempenham um papel crucial na promoção e diversificação das práticas agrícolas. Mediante a concessão de subsídios, os agricultores são incentivados a adotar práticas sustentáveis em troca de uma compensação financeira (Galioto & Nino, 2023). Apoios já existentes, como os que promovem o uso eficiente da

água e práticas de sementeira direta, são passos importantes porém insuficientes para cobrir a ampla gama de tecnologias disponíveis (GPP, 2022). Para que a digitalização seja inclusiva e acessível a todos os agricultores, é essencial que os decisores políticos, fornecedores de tecnologia e líderes da indústria trabalhem em conjunto na promoção dos benefícios da agricultura digital. Esses esforços devem incluir a oferta de formação, recursos e incentivos aos agricultores para o uso dessas tecnologias, melhorando tanto a rentabilidade das operações quanto a sustentabilidade, com foco em questões como as mudanças climáticas e a segurança alimentar (European Union, 2024).

Ao nível individual, é importante esclarecer alguns dos desafios e complicações que surgem para o produtor. A eficácia das políticas de agricultura digital depende da aceitação, compreensão e uso dessas tecnologias pelos agricultores (Chuang et al., 2020). As tecnologias digitais, apesar de consideradas como ferramentas poderosas para enfrentar grandes desafios do setor agrícola, se não forem utilizadas de forma adequada, podem acabar por se tornar ineficazes (Ghadim & Pannell, 1999). Sendo cada vez mais vasta a quantidade de tecnologias disponíveis, os agricultores veem-se obrigados a compreender os diferentes perfis de risco e as diferentes adaptações às parcelas deste. Como tal, e para tomarem as decisões mais acertadas, estes devem ter, em primeiro lugar, noção de que a tecnologia existe, em segundo, perceber em que é que consiste e a que fins é que se destina e, em terceiro, confiar no seu potencial, sendo ainda crucial que estes tenham noção de como a utilizar de forma eficaz (Bardhan & Mookherjee, 2012).

Para demonstrar a importância das tecnologias digitais na agricultura, a teoria “*Resource Based View (RBV)*” pode ser aplicada. Esta teoria inicialmente proposta por Birger Wernerfelt em 1984 e, posteriormente expandida por Jay Barney em 1991, enfatiza a vantagem competitiva sustentável (Barney, 1986) e a maximização do lucro, permitindo uma melhor compreensão da gestão de empreendimento, enfatizando que é crucial que uma empresa compreenda que recursos e estratégia deve desenvolver ou adquirir para evoluir (Wernerfelt, 1984). Assim, e aplicando esta teoria ao tema em questão, utilização de tecnologias digitais por agricultores, é importante falar em alguns elementos que a teoria dá ênfase. Em primeiro, para a RBV, “sustentabilidade” é um conceito que se encontra vinculado à vantagem competitiva, sendo um recurso visto como sustentável se proporcionar uma vantagem competitiva a longo prazo (Freeman et al., 2021). No caso do setor agrícola, a utilização de tecnologias pode contribuir para o desenvolvimento de uma vantagem competitiva sustentável, seja através da melhoria da eficiência, da produtividade ou da sustentabilidade das práticas agrícolas. Outro ponto importante é a capacidade de reconhecer quais os recursos essenciais para o alcance de uma vantagem competitiva (Dierickx & Cool, 1989), sendo essencial que exista clareza na distinção entre recursos tangíveis e intangíveis (Wernerfelt, 1984). Os recursos tangíveis são de fácil

avaliação, sendo facilmente adquiridos no mercado, servindo de exemplo, certos equipamentos tecnológicos ou instalações. Por sua vez, os intangíveis, abrangem ativos intangíveis da empresa, como é o caso do conhecimento tecnológico, reputação, cultura, entre outros. Estes últimos, são considerados como os principais ativos para a criação e sustentação de uma vantagem competitiva, dada a sua difícil imitação (Wernerfelt, 1984).

A RBV mostra que são os recursos possuídos e controlados por uma empresa que permitem que os seus produtos ou serviços tenham valor. Segundo Barney (1991), existem três categorias principais de recursos: físicos, humanos e organizacionais. Grant (1991) acrescentou ainda que os recursos tecnológicos, reputacionais e financeiros partilham da mesma importância, sendo crucial que estes sejam bem trabalhados para que exista um desempenho sustentável das empresas, sendo importante que os recursos possuam características especiais, devendo ser valiosos, insubstituíveis e raros (Barney, 1991).

Entretanto, é importante reconhecer que as explorações agrícolas apresentam grandes variações de desempenho, devido ao acesso assimétrico à informação e a diferentes formas de percepção e cognição, tendo de existir uma maior abrangência neste (Carvalho et al., 2014). Apesar do crescente número de estudos sobre o uso de tecnologias digitais, ainda há uma carência de investigações que aprofundem os fatores específicos que motivam ou impedem os agricultores de utilizarem tecnologias digitais nas suas explorações. Esta é uma lacuna crítica que necessita da atenção de mais investigadores se, realmente, existir interesse em resolver a questão da fraca utilização de tecnologias digitais pelos agricultores e, conseqüentemente, aumentar a produtividade agrícola.

2.3.1 Fatores que Moldam as Escolhas Tecnológicas nas Explorações Agrícolas

De acordo com Foster e Rosenzweig (2010) e Rehman et al. (2017), existem dois grandes fatores que determinam o sucesso da utilização de tecnologias digitais no setor agrícola: a disponibilidade e acessibilidade económica das tecnologias digitais, e as expectativas dos agricultores relativamente às vantagens oriundas desta utilização, principalmente ao nível da rentabilidade.

Para além destes, outros fatores podem facilitar ou restringir o uso de tecnologias digitais. Conforme os autores Akudugu et al. (2012) afirmam, o tamanho da exploração é um dos principais influenciadores, já que a dimensão da exploração afeta e é afetada por outros fatores. Explorações agrícolas de maior dimensão tendem a ter mais recursos financeiros, beneficiam de economias de escala, possuem equipas mais capacitadas e têm acesso a suporte técnico devido à sua localização em áreas mais desenvolvidas (Feder et

al., 1985). Em contraste, as explorações de menor dimensão que, por norma, têm uma gestão familiar e menos profissionalizada, não têm um acesso tão facilitado a serviços e suporte técnico e os recursos financeiros são escassos, existindo uma maior resistência à mudança, uma vez que as tecnologias digitais podem ser vistas como um risco desconhecido (Filho et al., 2011). Explorações agrícolas maiores também recebem um maior apoio governamental para utilizar este tipo de tecnologias, enquanto as menores enfrentam desafios adicionais que as impossibilitam de utilizar ferramentas tecnológicas (Giua et al., 2022).

Outro fator relevante é a idade dos agricultores. Quanto mais avançada a idade, menos probabilidade existe de prosseguir com esta aquiescência a tecnologias digitais (Khan et al., 2022; Tey & Brindal, 2012), muitas vezes devido à confiança em práticas tradicionais que foram bem-sucedidas ao longo dos anos e à limitação no acesso à educação (Roberts et al., 2004). Em contrapartida, agricultores mais jovens, nascidos na era digital, são mais familiarizados com a tecnologia e mais dispostos a empregá-la nas suas explorações (Larson et al., 2008). Têm uma maior disponibilidade para aprender e são mais sensíveis às mudanças do mercado. Contudo, jovens agricultores enfrentam dificuldades financeiras para adquirir as tecnologias devido à falta de capital acumulado (Wang et al., 2023). Em explorações familiares, essa diferença geracional pode ser uma vantagem, com os agricultores mais velhos a possuírem um melhor conhecimento e experiência de campo e, os mais jovens, a contribuírem com um conhecimento digital, sendo a digitalização uma ferramenta capaz de unir gerações (Schulman, 2023).

Os fatores comportamentais também desempenham um papel importante já que, os agricultores estão, em geral, mais dispostos a adotar tecnologias digitais se compreenderem os benefícios e se a utilização parecer simples. Caso contrário, se julgarem as tecnologias complexas, é menos provável que adotem (Tey & Brindal, 2012). O acesso à educação é fundamental para reduzir essa barreira (Bottrell & Ehler, 2000), pois uma formação adequada pode mudar a perceção sobre a complexidade tecnológica e criar uma atitude favorável à utilização de novas práticas (Vecchio et al., 2020; Waller et al., 1998). Indivíduos com níveis mais elevados de escolaridade tendem a ter uma visão mais precisa sobre tecnologias e maior disposição para entender e adotar inovações tecnológicas (Caswell et al., 2001).

Embora a educação seja um fator crucial, os dados mostram que a educação não é uma prioridade entre os agricultores portugueses. Em 1989, 51,1% dos agricultores tinham apenas o ensino básico, taxa que pode ser justificável pelo facto de, na época, os agricultores precisarem de dedicar a maior parte do seu tempo a atividades agrícolas, por ser o seu único meio de sustento, deixando assim pouco tempo e recursos para investir em educação formal. Em 2019, a tendência mantém-se, sendo o ensino básico o que mais

predomina entre todos, com 58,7%, revelando uma tendência alarmante. Com uma média etária dos agricultores acima de 60 anos, o baixo investimento em educação pode limitar a adoção de novas tecnologias (PORDATA, 2023).

O acesso a fundos é outro fator que influencia diretamente a utilização de tecnologias digitais. Sem apoio financeiro, os custos associados às tecnologias digitais podem afetar, de forma direta, a capacidade de os produtores investirem em tecnologias digitais (MOFA e SRID, 2020) já que, sem qualquer tipo de apoio, os custos associados à utilização de uma tecnologia são bastante significativos (Diederer et al., 2003). Assim, iniciativas financeiras, como subsídios de capital, redução de impostos e cortes nas taxas de juro são essenciais para que os agricultores possam investir em tecnologias que aumentem a eficiência e a competitividade para quem adotar estas ferramentas (Lehman et al., 1993).

A transmissão de conhecimento também desempenha um papel fundamental na difusão de inovações (Rogers et al., 2008). Geralmente, o conhecimento relacionado a práticas agrícolas é fornecido por consultores ou serviços de extensão agrícola, que tendem a ser públicos e de carácter generalista, dificultando o suporte personalizado para cada exploração agrícola (Tey & Brindal, 2012). Esta consciencialização tem também de ter em conta os receios dos produtores em adotar tecnologias digitais, sendo o uso inadequado dos dados das suas produções a maior preocupação destes, sendo fundamental esclarecê-los de que, em última análise, quem decide o destino dos dados são os próprios agricultores (Butkeviciene, 2023).

Para maximizar o sucesso da utilização de tecnologias digitais, é importante orientar os agricultores sobre as ferramentas que melhor se adaptam às suas necessidades (Barabanova & Krzysztofowicz, 2023), evitando a desistência por causa de expectativas não atendidas. Além disso, a era digital exige cooperação e partilha de conhecimentos entre diferentes partes interessadas, facilitando a otimização do uso das tecnologias digitais (Schulman, 2023).

Os incitadores e desafios mencionados podem resultar numa taxa reduzida de inovação e numa repartição iníqua do acesso ao conhecimento. Com a disparidade no acesso à tecnologia em toda a União Europeia, o potencial das políticas da PAC é limitado, reduzindo a competitividade e sustentabilidade das áreas rurais e do próprio setor agrícola (Masi et al., 2022). Para mitigar essas situações, foi criado o *Agricultural Knowledge and Innovation Systems* (AKIS), um modelo de inovação agrícola promovido pela Comissão Europeia e outras instituições ligadas ao desenvolvimento rural e agrícola, sendo uma organização multissetorial que reúne diferentes atores com o objetivo de contribuir para a coprodução de inovação dentro de um modelo interativo de inovação (EU SCAR AKIS, 2019). Esse modelo coloca o agricultor no centro da transferência de

conhecimento, influenciado por variáveis nos níveis micro (agricultor), meso (contextos regionais) e macro (políticas nacionais/europeias) (Masi et al., 2022).

Na tabela 3, estão sintetizados os principais incitadores e desafios à utilização de tecnologias digitais por agricultores.

Tabela 3. Resumo dos Incitadores e Desafios da Literatura

Incitadores e desafios	Descrição	Referências
Idade	Agricultores mais velhos, seguem as práticas tradicionais, os mais jovens estão mais familiarizados com tecnologias, tendo mais interesse em adotá-las	(Khan et al., 2022; Larson et al., 2008; Roberts et al., 2004; T. Wang et al., 2023; Tey & Brindal, 2012)
Educação e Capacitação	Falta de competências na utilização de tecnologias agrícolas e pouca disponibilidade de formação para agricultores e também decisores políticos	(Harvey et al., 2014; Misaki et al., 2018; Saidu et al., 2017; Steenwerth et al., 2014; Vecchio et al., 2020; Waller et al., 1998)
Acesso a fundos	Criação de políticas ou apoios, permitindo aos agricultores realizar investimentos estratégicos	(Steenwerth et al., 2014)
Propriedade, privacidade, segurança e transparência dos dados	Garantir privacidade aos agricultores, assegurando ao mesmo tempo a propriedade dos dados agrícolas e a segurança no processo de recolha e análise de dados em tempo real	(Jakku et al., 2019; Wiseman et al., 2019; Wolfert et al., 2017)
Alterações climáticas	Efeito da imprevisibilidade e variabilidade das mudanças climáticas que influencia as práticas agrícolas, tornando-as mais evolutivas e sustentáveis	(Dale, 1997; Haden et al., 2012; Hazell & Wood, 2007; Sutherst et al., 2011; Thrall et al., 2011; West et al., 2014)
Transmissão de conhecimento	Serviços de consultoria mais especializados, focados na singularidade de cada exploração e consciencialização relativa ao tipo de tecnologia que se adapte às necessidades e características de cada exploração	(Barabanova & Krzysztofowicz, 2023; Rogers et al., 2008; Tey & Brindal, 2012)
Confiança e responsabilidade	Confiança nas tecnologias agrícolas, compreensão clara dos benefícios e uma familiaridade da utilização	(Arbuckle et al., 2013; Steenwerth et al., 2014; Wiseman et al., 2019)
Tamanho da exploração	Explorações de menor dimensão não têm os mesmos recursos tecnológicos que as explorações de maior dimensão têm, seja devido ao custo, à falta de acesso ou suporte técnico	(Akudugu et al., 2012; Balogh et al., 2021; Feder et al., 1985; Meirelles de Souza Filho et al., 2011; Giua et al., 2022)

Fonte: Elaborada pela autora

3. Modelo de Análise

Com base na revisão da literatura, foi construído o modelo de análise (Figura 2). No que diz respeito aos tipos de tecnologias digitais incluídas na investigação, nomeadamente, às TIC, IoT, BDA, AP, Blockchain e IA, existirá um aprofundamento sobre cada uma e ainda um relacionamento com as capacidades digitais que os pequenos empresários agrícolas possuem, sendo ainda uma prioridade compreender de que forma é que estas

contribuem para a sustentabilidade ambiental e financeira, quais os obstáculos e benefícios que resultam da utilização destas e ainda que tipo de negócios surgem dessa utilização.

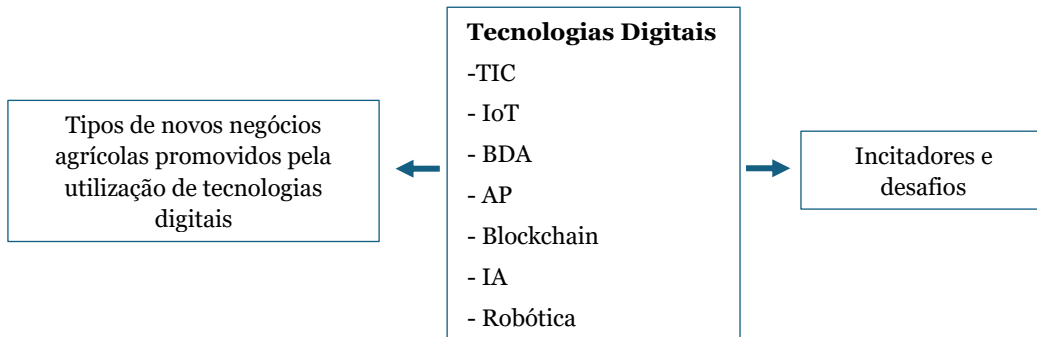


Figura 1. Modelo de Análise para estudar a Utilização de Tecnologias Digitais pelos Agricultores

Capítulo 3. Metodologia de Investigação

3.1 Tipo de Estudo

Após a identificação do objetivo de estudo, é essencial que se identifique a abordagem e investigação a empregar. Deste modo, considerando o objetivo definido, propôs-se a utilização de uma abordagem qualitativa, através do estudo de casos múltiplos.

Na investigação qualitativa existe um aprofundamento do tema, com uma compreensão e explicação de fenómenos, dos seus componentes e de como estes se interrelacionam, sendo que o que torna estes estudos pertinentes é o rigor dos laços instituídos entre as bases teóricas e a pesquisa empírica (Laperrière, cit. Martins, 2004). Ao longo das últimas décadas, a utilização da metodologia qualitativa tem vindo a crescer sendo, segundo Bogdan e Biklen (1994), compreendida mediante cinco características: (1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural, sendo o investigador o principal ativo na recolha desses dados; (2) o processo é mais relevante do que os resultados; (3) os dados recolhidos são, fundamentalmente, de carácter explicativo; (4) a compreensão do significado que os intervenientes atribuem às suas experiências, é o mais importante; e (5) a análise dos dados é realizada de forma indutiva. Assim, neste tipo de metodologia, a generalização não é uma preocupação pois, a prioridade é privilegiar aspetos como a procura de estruturas universais, intuição e imaginação (Holanda, 2006) com a finalidade de apurar o significado de um fenómeno no seu ambiente natural (Massukado, 2008).

O estudo de caso, segundo Yin (2003), corresponde a uma forma particular de investigação qualitativa que, mediante o levantamento de questões (“como” ou “porquê”) é capaz de desenvolver o raciocínio, através da pesquisa realizada no terreno, sendo feita de forma indutiva e descritiva (Borch & Arthur, 1995). Com estudos de caso, o objetivo é analisar resultados que sejam provenientes de casos individuais, capazes de gerar informação mais detalhada e útil para o fenómeno em estudo (Patton, 2014). No entanto, existem algumas desvantagens na realização de estudos de caso, tal como a necessidade de adotar um conjunto disciplinado de procedimentos, de forma a evitar a falta de rigor, o dispêndio de mais tempo consumido em documentos massivos e elegíveis e a necessidade de utilizar diversas fontes para que se alcance uma maior validade e confiabilidade (Yin, 2003).

3.2 Contexto do Estudo

3.2.1 Caracterização Económica e Social

O distrito da Guarda localiza-se no centro da região beirã, entre o Planalto Guarda-Sabugal e a Serra da Estrela, sendo composto por 43 freguesias. Segundo os Censos 2021, o distrito da Guarda, que abrange 14 concelhos, contabiliza um total de 142.974 habitantes. Em relação ao nível de escolaridade, é o ensino secundário que predomina (23,5%). Além disso, a taxa de população inativa no concelho, corresponde a 47,6% em 2021. Entretanto, a proporção de pessoas empregadas no setor agrícola apresentou um ligeiro aumento, passando de 2,5% em 2011 para 2,9% em 2021% (INE, 2022).

A dimensão média das explorações agrícolas no concelho é de 11 hectares (INE, 2019), com predominância de pequenas e médias explorações, que totalizam 1.065 unidades. As explorações por conta própria têm aumentado, passando de 1.850 em 2009 para 2.031 em 2019. Por outro lado, as explorações por arrendamento diminuíram no mesmo período, passando de 320 em 2009 para 136 em 2019. Quanto à Superfície Agrícola Utilizada (SAU), há um total de 8.520 explorações com uma área igual ou superior a 50 hectares destinados à atividade agrícola (INE, 2019).

Em relação ao regime de trabalho a tempo inteiro no setor agrícola, os dados do último Recenseamento Geral da Agricultura de 2019 indicam que apenas 4% dos trabalhadores se dedicam exclusivamente à atividade (INE, 2019). Esse número representa uma queda significativa em relação a 1989, quando o trabalho agrícola, a tempo inteiro, abrangia 16,4% dos trabalhadores. Em contrapartida, o trabalho agrícola a tempo parcial é muito mais prevalente, abrangendo 96% dos trabalhadores em 2019. A diferença em relação a 1989 é menos acentuada nesse caso (PORDATA, 2024).

3.3 Seleção dos Casos

Considerando o facto de que esta investigação é fundamentada num estudo de casos, é importante recordar que a amostra selecionada é determinada segundo as necessidades do estudo, assim foram selecionados criteriosamente agricultores de diferentes zonas do distrito da Guarda, pelo que pode considerar-se um estudo de casos múltiplos já que, de acordo com Yin (2003), viabiliza a comparação entre casos, possibilitando a criação de linhas de convergência e divergência.

Mais precisamente foram selecionadas nove PMEs, tendo por base os seguintes critérios: (1) dimensão: empresas que garantissem o cumprimento dos critérios instituídos na Recomendação da Comissão Europeia nº 2003/361/CE2 de 6 de maio de 2003 (European Commission, 2003), referentes à definição de micro, pequenas e médias

empresas (2) área geográfica – Guarda, existência, nesta região, de um setor agrícola tradicionalmente com importância económica, sendo uma área despovoada e com muitos pequenos agricultores com difícil acesso à tecnologia (3) inclui produtores que vendem produtos para o mercado e não são de subsistência.

É de referir que, a seleção destas PME's teve por base uma amostragem de conveniência (Malhotra, 1996), sendo a mais utilizada neste tipo de método, já que os indivíduos são selecionados por adequação pelo entrevistador (Acharya et al., 2013). Além do mais, na investigação qualitativa, a privacidade dos sujeitos da pesquisa deve ser sempre assegurada (Patton, 2014). Neste sentido, para que essa seja garantida, os empresários agrícolas que aceitaram participar nesta investigação serão referidos como entrevistado A, B, C, D, E, F, G, H e I. A tabela 4 mostra uma breve caracterização destas PME's.

Tabela 4. Caracterização dos Empresários/Empresas

	Entrevistado A	Entrevistado B	Entrevistado C	Entrevistado D	Entrevistado E	Entrevistado F	Entrevistado G	Entrevistado H	Entrevistado I
Género	Feminino	Masculino	Masculino	Feminino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Masculino
Idade	52 anos	22 anos	55 anos	48 anos	25 anos	27 anos	75 anos	26 anos	45 anos
Nível de escolaridade	Pós-Graduação	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Mestrado	Licenciatura	Básico	Mestrado	Licenciatura
Profissão	Professora de 1º ciclo	Estudante	Engenheiros Agroflorestal	Engenheira Zootécnica	Economista	Gestor de manadas	Administrativa	Engenheiro Agropecuário	Engenheiro Agrário
Situação na profissão	Empregado por conta de outrem	----	Empregado por conta de outrem	Empregado por conta de outrem	Empregado por conta de outrem	Empregado por conta de outrem	Reformada	Empregado por conta de outrem	Empregado por conta própria
Localização da exploração	Castanheira	Parada	Gagos	Vila Fernando	Videmonte	Vila Garcia	Famalicão da Serra	Avelãs da Ribeira	Montes do Jarmelo
Área agrícola e área total (ha)	1 ha/5 ha	70 ha/ 100 ha	90 ha/130 ha	2 ha/ 3 ha	15 ha/ 20 ha	42 ha/ 90 ha	4 ha/ 6 ha	3 ha/5 ha	4 ha/ 6 ha
Principal produto vendido	Produtos hortícolas	Bovinos de carne	Bovinos de carne	Coelhos vivos	Genética	Bovinos de carne	Ervas aromáticas	Produtos hortícolas	Mel
Nº de anos da empresa	5 anos	12 anos	28 anos	17 anos	2 anos	6 anos	10 anos	3 anos	7 anos
Experiência na agricultura	10 anos	5 anos	30 anos	18 anos	2 anos	20 anos	25 anos	4 anos	20 anos

Fonte: Elaborado pela autora

Através dos dados obtidos junto das nove PMEs (casos), percebeu-se a existência de quatro perfis diferentes, sendo esses: a existência de produtores que utilizam e confiam no potencial das tecnologias no setor agrícola; produtores que apesar de não utilizarem, têm interesse em fazê-lo; produtores que utilizam tecnologias, porém não compreendem o potencial destas; e, por fim, existe o perfil de produtores que não demonstram qualquer interesse em utilizar.

3.4 Instrumentos de Recolha de Informação

Para o método de investigação qualitativa, o processo de recolha de dados é crucial, sendo através desses dados que se define a volubilidade da investigação (Oun & Bach, 2014). De acordo com Sells et al. (1997), a qualidade de um estudo de caso depende da forma como se utiliza o método de recolha de dados, da relatividade dos dados e da capacidade do investigador para realizar a observação e interpretação. Na pesquisa qualitativa, existe a necessidade de obter dados descritivos mediante o contacto direto e interativo do investigador com a situação alvo de estudo assim, é frequente que nesta exista uma procura por compreensão dos fenómenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada, seguindo-se uma interpretação dos fenómenos estudados (Neves, 1996).

Num estudo de caso, as fontes de obtenção de dados são cruciais na medida em que permitem obter uma grande quantidade de informação que, mais tarde, possibilita a realização de uma análise em grande profundidade. Desta forma, as fontes de evidência possíveis de utilizar são: (1) entrevistas, (2) observações e (3) documentos e registos (Yin, 2003). Neste trabalho, foi realizada uma investigação empírica, onde se recorreu à realização de entrevistas (Patton, 2014) aos empresários agrícolas seleccionados.

Em relação à técnica da entrevista, é importante referir que existem três tipos, variando entre os mais informais até aos mais estruturados. As entrevistas basearam-se em métodos de conversação informal (Patton, 2014), onde o entrevistador é o responsável pelas diversidades individuais e alterações situacionais existentes (Yin, 2003), devendo sempre ser aplicadas num ambiente coloquial, onde os indivíduos se sintam à vontade para exporem os seus pontos de vista (Bogdan & Biklen, 1994). Assim, apesar de existirem graus de formalização diferentes (completamente formais, completamente informais e semiformais) existe um meio termo, que se enquadra no grau semiformal, conhecida como entrevista semiestruturada que, de acordo com a perspectiva de Bogdan e Biklen (1994), é uma abordagem que permite aos entrevistadores explorarem temas de forma mais aprofundada, existindo ainda a oportunidade de ter uma discussão em pormenores, marcada por uma liberdade da parte do entrevistador para orientar a entrevista com base na qualidade das respostas do entrevistado (Oun & Bach, 2014). Trata-se então de uma

ferramenta valiosa capaz de combinar estrutura e flexibilidade de forma a explorar a complexidade inerente ao fenómeno a estudar.

Para a recolha de dados, existiu um contacto prévio com alguns dos participantes, a fim de discutir um possível encontro para a realização dos encontros. Após a verificação da disponibilidade de cada entrevistado, foram agendadas as nove sessões para realizar as entrevistas. Como tal, a recolha de dados ocorreu mediante a realização de entrevistas semiestruturadas com os empresários agrícolas das PME's selecionadas, que tiveram lugar entre Abril e Maio de 2024, tendo sido oito realizadas numa associação agrícola apelidada de "Acriguarda", e uma na própria exploração do produtor, com uma duração média de 30 minutos cada. Este tipo de entrevista possibilita a combinação de perguntas abertas e fechadas, nas quais os entrevistados têm a alternativa de dissertar profundamente sobre o tema proposto.

Nas entrevistas efectuadas, organizou-se um guião com 14 perguntas, que pode ser consultado no apêndice 7.3. Na preparação destas questões, houve a preocupação da existência de um padrão, para que as mesmas pudessem ser confrontadas entre si, no entanto não foram determinadas regras exclusivas. Inicialmente, a entrevista foi submetida a um pré-teste junto de dois empresários agrícolas, que desempenham a sua atividade há muitos anos e que, dado isso, tinham uma grande experiência na área. Após esses testes, foram alterados alguns termos, de forma a que o entrevistado compreendesse com facilidade o que lhe era questionado. No que diz respeito à ordenação das questões, foi feita de acordo com o interesse do investigador em chegar à comparação de certas respostas, tendo ainda sido uma prioridade elaborar questões abertas para recolher fenómenos particulares (Britto Júnior & Júnior, 2011).

3.5 Análise e Interpretação da Informação

Na investigação, não deve apenas existir foco na análise de conteúdo de uma entrevista, mas sim, na análise de conteúdo de um conjunto de diferentes entrevistas (Lalanda, 1998). Assim, no sentido de obter um estudo aprofundado e com visões diversificadas, consideraram-se diversos empresários agrícolas com diferentes experiências e conhecimentos. Segundo Holanda (2006), este tipo de procedimento visa construir uma representação de diferentes realidades sociais relacionadas aos casos estudados e, é mediante esta conduta que, com uma perspetiva de construção da análise através de dados recolhidos, se diferencia do modelo tradicional que idealiza o aspeto racional da construção de teoria.

No que concerne ao tratamento da informação recolhida, optou-se pela utilização da análise de conteúdo, entendida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que visa alcançar, através de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo de

mensagens, indicadores que permitem as deduções de conhecimentos referentes às condições de produção dessas (Bardin, 2004). Como tal, após a realização das entrevistas, procedeu-se a uma transcrição das respostas para um documento Word, tendo estas ainda sido sujeitas a uma verificação e confirmação dos entrevistados. É ainda de destacar, que um dos entrevistados (Entrevistado C) se disponibilizou a mostrar as tecnologias empregues na sua exploração, de forma que a compreensão relativamente ao que tinha dito anteriormente na entrevista, fosse mais clara.

Por fim, foi utilizada uma abordagem de análise temática para analisar os dados (Braun & Clarke, 2006). Os dados foram codificados utilizando o software ATLAS.ti, uma plataforma de análise de dados qualitativos que auxilia na organização, análise e descoberta de *insights* em dados não estruturados. Paulus & Lester (2016) realçam o poder de análise vantajoso deste software e indicam as principais utilidades do ATLAS.ti. Segundo os mesmos, este software possibilita uma codificação direta de arquivos de áudio ou vídeo aliada a uma sincronização de transcrições, realçando-se ainda a sua estrutura de codificação plana e capacidade de suportar análises indutivas. Para complementar, Konopásek (2008), relata que é possível descrever-se o ATLAS.ti como um laboratório textual, onde cada aspeto de uma pesquisa pode ser interligado e visualizado instantaneamente.

Face a estas conveniências, neste estudo, como já referido, optou-se pelo uso do ATLAS.ti, onde se realizou uma análise individual de cada entrevista, gerando códigos das variáveis mais citadas e reagrupando-as, posteriormente, em grupos idênticos. O número de citações de cada código representa a importância das variáveis e, consoante essa, as que devem ser mencionadas.

Na fase inicial de utilização do software, a análise das entrevistas, previamente codificadas, possibilitou o reconhecimento de uma nuvem de palavras (ver Apêndice 7.4), permitindo assim a identificação das palavras-chave mais comuns das entrevistas. Da mesma forma, o software permitiu também agrupar, de forma hierárquica, os grupos de códigos que mais foram mencionados (ver Apêndice 7.5).

Capítulo 4. Análise e Discussão dos Resultados

O objetivo deste estudo, como já referido, passa por compreender a utilização de tecnologias digitais nas PMEs e se esta pode promover a criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas, bem como identificar os motivadores e desafios na utilização de tecnologias digitais, analisando ainda que novos negócios estão a ser promovidos por esta utilização. Todavia, foram reconhecidas outras variáveis que influenciam a decisão dos empresários agrícolas na aplicação de ferramentas tecnológicas. Este ponto aprofundará a análise, com base na revisão da literatura aliada à recolha de dados previamente feita.

4.1. Principais Resultados do Uso de Tecnologias Digitais nas PMEs Agrícolas

A primeira dimensão que este estudo pretende explorar, é o uso de ferramentas tecnológicas por empresários agrícolas de PMEs. Com a velocidade da expansão mundial, o abastecimento alimentar torna-se uma tarefa mais exigente (Wittwer, 1979), assim a aquisição de tecnologias digitais é vista como uma mais-valia que permite que a oferta permaneça à frente da procura (Liu et al., 2021).

Os resultados alcançados mostram que os empresários agrícolas entrevistados consideram as tecnologias digitais como fundamentais para o futuro do setor, tendo sido destacada a *“agilização do trabalho”* como a principal vantagem. De acordo com os entrevistados A, B, C, E, F, G e H, a tecnologia é fundamental para criar métodos mais eficientes, como também argumentam Clapp & Ruder (2020), reduzindo o esforço e tempo necessários para a execução das tarefas agrícolas pois, como afirma o entrevistado H, *“se a tecnologia já é essencial para a nossa vida quotidiana, então para um setor primário importantíssimo como é o da agricultura, mais importante e facilitadora é”*. Além disso, a *“dinamização do setor”*, conforme citado pelo entrevistado A, é crucial para manter a relevância das pequenas explorações agrícolas num mercado em constante evolução (Fitz-Koch et al., 2018). Embora haja confiança na nova era agrícola, o entrevistado C mostrou-se preocupado com a crescente *“dependência de tecnologias”*, que muitas vezes se desenvolve de forma involuntária. Contudo, é revelada uma ambiguidade neste ponto já que, se por um lado, essa dependência causa apreensão, por outro, é reconhecida como uma força motriz que aumenta exponencialmente a eficiência e produtividade das explorações (Zhai et al., 2020). A necessidade de rigor é outro fator primordial no setor e, no sentido de manter o *“rigor na qualidade”* de produção e respeitar as normas impostas (Vecchio et al., 2022; Zambon et al., 2019), o uso de tecnologias digitais torna-se imprescindível já que, de acordo com o entrevistado I *“(…) são muito superiores ao ser humano (...)”*. Além do rigor, as crescentes instabilidades climáticas também incentivam os empresários agrícolas a recorrer às

tecnologias (Sutherst et al., 2011). Essas ferramentas são vistas como essenciais para, como refere o entrevistado D, “(...) *ajudar a acalmar e controlar a imprevisibilidade a que o setor agrícola está sujeito*”. Aliado a esse “*controle de imprevisibilidade*”, está a “*otimização do trabalho*”, como apontado pelo entrevistado E, que abrange todo o processo das operações agrícolas, contribuindo para um aumento da eficiência na produção (Kazancoglu et al., 2023; Santos Valle & Kienzle, 2020) e promovendo uma comunicação mais rápida e fundamentada (Aker et al., 2016).

Como demonstrado na literatura, são diversas as razões que justificam a aceitação e o uso de tecnologias digitais por empresários agrícolas de PMEs. No entanto, na opinião de alguns autores, o principal benefício que resultou da ligação das tecnologias digitais com o setor agrícola, foi a possibilidade de usufruir de sistemas mais eficazes que garantam uma maior segurança aos operadores (Zambon et al., 2019). Com base nas informações recolhidas, é possível verificar que é uma opinião unânime já que, dentro do tema, o motivo que mais influencia no uso de tecnologias digitais é a agilização do trabalho.

Sustentar a atividade agrícola tem se tornado cada vez mais desafiante devido aos inúmeros requisitos, falta de apoios e às alterações climáticas. Diante disso, a pluriatividade surge como um mecanismo crucial para a sobrevivência dos pequenos empresários agrícolas, especialmente porque as grandes empresas já contam com um forte suporte tecnológico e presença consolidada no mercado (Alsos & Carter, 2006). Dessa forma, conforme a opinião do entrevistado A, para evitar o desaparecimento das pequenas empresas agrícolas, é necessário promover uma maior diversificação e dinamização direcionada para as PMEs, como tentativa de permitir que essas acompanhem a evolução do setor sem serem forçadas a desistir (Mc Fadden & Gorman, 2016).

No geral, os entrevistados concordam que as tecnologias digitais estão a transformar os sistemas de produção tornando-os mais produtivos e modernos (Andrade-Sanchez & Heun, 2010). Além disso, o entrevistado B destacou que essas ferramentas também garantem uma maior segurança dos dados referentes à produção. Contudo, a questão da segurança dos dados parece ser uma preocupação significativa para muitos agricultores a ponto de, em algumas situações, impedir o uso de tecnologias (Butkeviciene, 2023), com os entrevistados em questão, não foi o caso.

4.1.1. Níveis e Fontes de Conhecimento

Para garantir uma utilização eficaz das tecnologias digitais, é essencial que os empresários agrícolas tenham acesso à informação e conhecimento adequados, de forma a otimizar o desempenho (Björkluna, 2018). Ao analisar as respostas fornecidas pelos produtores, verifica-se que o conhecimento deles é predominantemente baseado nas necessidades

imediatas, muitas vezes sem um embasamento teórico correto. Por exemplo, o entrevistado D possui um conhecimento que se limita às necessidades atuais da sua produção, o que pode ser descrito como “*conhecimento necessário*”. Em contraste, o entrevistado C, combina esse conhecimento imediato com um “*conhecimento preventivo*”, permitindo-lhe estar preparado para exigências futuras.

Por outro lado, os entrevistados A, E, F e H, demonstram ter um “*bom conhecimento*”, esforçando-se para se manterem atualizados, dado que a constante evolução do setor exige uma base de conhecimento mais ampla. Em contraste, os entrevistados B, G e I possuem um “*conhecimento básico*”. No entanto, enquanto os entrevistados B e I expressam vontade de expandir esse conhecimento, o entrevistado G revela que não sente necessidade de “*(...) se enquadrar nesse novo mundo (...)*”.

Quando se trata das fontes de informação utilizadas para adquirir conhecimento, a maioria dos entrevistados recorre a dispositivos de comunicação. Esses meios são preferidos por facilitarem uma circulação de informações agrícolas mais rápida e acessível (Aker et al., 2016). No entanto, os empresários agrícolas recorrem ainda a “*feiras*”, “*associações*” ou “*cooperativas*”, de forma a obterem um conhecimento mais prático e real.

A partir do ATLAS.ti, na tabela 5, é possível observar as respostas fornecidas que serviram de exemplo para a dimensão relacionada com conhecimento:

Tabela 5. Principais Fontes de Conhecimento

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistado
Conhecimento	Formação	“(...) Participo em demonstrações (...)” “(...) já fiz algumas formações.”	3	A, D e F
	Conversas Informais	“(...) o que sei é mais baseado em conversas informais (...)” “(...) casos de amigos produtores que já adotaram.”	1	I
	Webinares	“(...) assistido a alguns webinares (...)”	2	H e I
	Internet	“(...) através de sites, vídeos, publicações de redes sociais (...)” “(...) muito com a ajuda das pesquisas que faço (...)”	7	A, C, D, E, F, H e I
	Feiras	“(...) as feiras também já investem muito em barraquinhas dedicadas a pequenas ou grandes tecnologias agrícolas.”	3	B, D e H
	Associações e Cooperativas	“(...) feedback de associações (...)”	2	E e I

Fonte: Elaborado pela autora a partir do ATLAS.ti

4.1.2. Aplicação de Tecnologias Digitais nas PMEs Agrícolas

A aplicação de tecnologias digitais nas explorações é vista como impulsionadora de uma agricultura mais moderna e completa. Entretanto, em explorações de menor escala, a utilização dessas ferramentas ainda é baixa (John et al., 2023). Isso é evidenciado pelas entrevistas realizadas, que revelam que a adoção destas ferramentas já não depende apenas do fator “*obrigatoriedade*”. Por exemplo, embora ainda existam casos em que a pressão regulatória é um fator decisivo, como nos casos dos entrevistados D e H, que exploram a ideia de que a utilização de tecnologias digitais é apenas um recurso para obter certos certificados pois, como afirma o entrevistado H “(...) *já somos praticamente obrigados a ter um nível de tecnologia razoável (...)*” existindo, da parte dos agricultores, uma organização das suas explorações, de acordo com os critérios estipulados, de forma a receberem subsídios (Martinho, 2020). Atualmente, a utilização é mais motivada pelo fator “*necessidade*”. Este aspeto é especialmente relevante porque a inserção destas novas ferramentas nas explorações agrícolas fornece aos agricultores utensílios que os ajudam a enfrentar desafios de produção (Abbasi et al., 2022), trazendo ainda novas oportunidades de serviços de informação e de formas de trabalhar mais oportunas e de baixo custo aos agricultores (Aker et al., 2016). Como explica o entrevistado A, estas ferramentas possibilitam uma “*redução de tempo*”, permitindo que ele, assim como os outros entrevistados (C, E, F e G, I), tenham tempo para realizar outras tarefas.

Entre os nove empresários agrícolas inquiridos, oito afirmam utilizar algum tipo de ferramenta tecnológica nas suas produções, o que salienta que a tecnologia desempenha um papel crucial na modernização e otimização das atividades agrícolas (Engelken et al., 2016). No entanto, um caso que se destaca é o do empresário agrícola mais jovem, 22 anos, que afirma não fazer uso de nenhuma ferramenta tecnológica, justificando a sua decisão com o facto de ainda não ter sentido “(...) *necessidade de alterar os métodos de trabalho (...)*”. Esta falta de interesse em tornar a sua exploração mais moderna pode estar relacionada com fatores como a perceção de necessidade ou conhecimento, que fazem com que o caso deste contraste com a tendência geral, o que destaca a importância da investigação das barreiras à utilização de tecnologias digitais que será discutida na devida secção.

Entre os empresários agrícolas que utilizam tecnologias digitais, foi identificada uma diversidade de ferramentas, que desempenham um papel crucial ao atender às necessidades específicas das explorações. Uma das tecnologias digitais mais mencionadas foram as “*coleiras de localização*” (entrevistados C, E e F), tecnologia IoT baseada em GPS que permite aos agricultores tomar decisões conscientes (Mentsiev et al., 2023), bem como uma deteção mais eficaz de alterações na produção (Polymeni et al., 2023), sendo utilizadas por estes para estarem sempre a par do paradeiro dos animais, evitando problemas como o “(...) *desaparecimento das vacas para outros terrenos (...)*” (entrevistado E), servindo ainda

para se estar a par da saúde e do comportamento dos animais, proporcionando um controlo mais preciso sobre a gestão do efetivo. Outra tecnologia que se destaca é o “*sistema de rega*” (entrevistados A, G e H), que permite uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, crucial para maximizar a produtividade e minimizar os gastos, sendo uma ferramenta automatizada e que tem a possibilidade de ser controlada remotamente (Bucci et al., 2018), enquadrando-se na tecnologia IoT.

Complementando estas ferramentas principais, foram mencionadas outras tecnologias digitais, o que reflete a amplitude de opções disponíveis para otimizar o setor agrícola. O entrevistado C destacou o uso do “*smartphone*”, dispositivo TIC, que facilita a inserção de informação na agricultura (Pande & Deshmukh, 2015), sendo considerado como ferramenta multifuncional, servindo para consultar aplicações relacionadas com a exploração e gerir informações relativas à produção. “*Programas de Gestão*”, empregues pelos entrevistados D e I, são essenciais para a administração eficiente das operações, utilizam tecnologia TIC e também BDA no sentido de, por vezes, existir uma análise de grandes volumes de dados (Nandyala & Kim, 2016). O entrevistado F mencionou os “*painéis solares robotizados*”, que se podem enquadrar na tecnologia Robótica já que é um aparelho que realiza as atividades de forma autónoma (Vougioukas, 2019) permitindo ao usuário fazer “(...) *medições de quanto é que se gasta.*”, possibilitando ainda o uso de uma energia mais sustentável. Softwares específicos, sustentados por tecnologia BDA, TIC e IA pois, no caso desta última, existem softwares que já incorporam a atividade da máquina, sendo importante para detetar padrões que em BDA estão ocultos (Tanikawa, 2018). O recurso a softwares foi mencionado pelo entrevistado H, auxiliando este no controlo de diferentes operações, como “(...) *apontar e ver as dosagens dos fitofármacos (...)*”. “*Sensores de humidade*”, suportados por tecnologia IoT, apontados pelo entrevistado A, controlam o estado do solo para uma irrigação precisa. Por fim, as câmaras de monitorização, usadas pelo entrevistado D, que se baseiam em tecnologia IoT, devido ao controlo remoto, oferecendo uma maior segurança e controlo da propriedade e ainda um “*sistema de deteção de falhas de energia*”, que utiliza tecnologia IoT e Robótica, por estar integrado a sistemas automatizados de gestão de energia, auxiliando na prevenção de desastres como a morte dos animais.

Em suma, é importante notar que todas as 9 tecnologias digitais acima mencionadas possuem a tecnologia de AP em comum pois, tratando-se esta de uma abordagem tecnológica que utiliza tecnologia de dados e conhecimentos modernos para desenvolver a produção (Jawhar et al., 2014) acaba por estar inserida em todas as ferramentas tecnológicas aqui mencionadas.

Na Tabela 6 é possível observar as respostas fornecidas que serviram de exemplo para a dimensão correspondente às tecnologias digitais empregues pelos entrevistados:

Tabela 6. Tecnologias Digitais Utilizadas pelos Empresários Agrícolas

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistado
Tecnologias Digitais Utilizadas	Sensores de Humidade	"(...) aplicação no telemóvel que me permite detetar o grau de humidade na terra."	1	A
	Sistema de Rega	"(...) utilizo computadores de rega que me permitem monitorizar tudo." "(...) permite-me acionar ou desativar o sistema de rega, consoante as necessidades."	3	A, G e H
	Smartphone	"Uso o meu smartphone onde tenho acesso à localização dos animais (...) faço uma gestão dos partos (...)"	1	C
	Coleiras de Localização	"(...) utilizo coleiras de localização para estar constantemente a par do seu paradeiro." "(...) a geolocalização fornece-nos dados para acrescentarmos a projetos (...)"	3	C, E e F
	Sistema de Detecção de Falhas de Energia	"(...) encontrar mais rapidamente falhas que possam prejudicar o bem-estar dos animais (...)"	1	D
	Câmaras	"(...) que nos possibilitam ver os animais através de uma aplicação (...)"	1	D
	Programas de Gestão	"(...) registo o efetivo da minha produção (...)"	1	D
	Painéis Solares Robotizados	"(...) que nos fazem medições de quanto é que estamos a gastar."	1	F
	Softwares	"(...) consigo apontar e ver desde as dosagens dos fitofármacos (...) perceber que equipamento é mais indicado."	1	H

Fonte: Elaborado pela autora a partir do ATLAS.ti

O uso destas tecnologias digitais permite que as PMEs adquiram uma vantagem competitiva em relação a produtores que não as utilizam. Isso foi confirmado nas entrevistas, onde a maioria das opiniões sobre este tópico foi positiva, sendo mencionado que, com o auxílio das ferramentas tecnológicas, existe uma maior *"rentabilidade"* (entrevistado A), visto que é possível controlar-se melhor os gastos na produção (Lehman et al., 1993), sendo ainda importante recordar que apenas existe uma maximização do lucro se houver uma compreensão clara da estratégia necessária e dos recursos para a alcançar (Barney, 1986). Além disso, a *"redução dos custos"* foi apontada pelos entrevistados E e B, destacando que a diminuição dos gastos em certos parâmetros resulta num aumento do desempenho do produtor (Zambon et al., 2019). Outro fator que diferencia os concorrentes é a capacidade de *"monitorização diária"* (entrevistado C), já que a maioria dos entrevistados utiliza aplicações de monitorização para estar sempre a par de tudo na exploração. Isso, segundo os entrevistados D e F, proporciona-lhes um maior *"rigor na qualidade"* e transmite uma maior *"tranquilidade"* aos compradores. Em contraste, o entrevistado G, expressou

ceticismo quanto ao impacto das tecnologias digitais no seu desempenho, preferindo manter uma ética de trabalho predominantemente tradicional.

No entanto, ao serem questionados sobre a possibilidade de gerirem as suas explorações exclusivamente com o uso de ferramentas tecnológicas, nenhum dos entrevistados se mostrou disposto a fazê-lo. Isto porque, ainda há tarefas que estas não conseguem executar com a mesma eficácia que o ser-humano. Como destaca o entrevistado C, “(...) não é a mesma coisa fazer um acompanhamento de um efetivo com drone ou estar mesmo perto dos animais (...)”. Há um consenso entre os entrevistados de que a melhor abordagem é integrar estas ferramentas tecnológicas com métodos tradicionais, nos quais os empresários agrícolas, sem dúvida, têm maior confiança.

Na Tabela 7, é possível analisar as respostas fornecidas que serviram de exemplo para a dimensão alusiva aos resultados do uso de tecnologias digitais:

Tabela 7. Resultados do Uso de Tecnologias Digitais

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistado
Resultados do Uso de Tecnologias Digitais	Agilização do Trabalho	"(...) para um setor primário (...) mais importante e facilitadora é." "(...) facilita a vida aos agricultores."	9	A, B, C, E, F, G e H
	Dinamização do Trabalho	"(...) já há pouco quem queira trabalhar na agricultura, se não houver estes preciosos auxiliares."	1	A
	Dependência das Tecnologias	"(...) vamos estar mais ligados a esse tipo de tecnologias (...)"	1	C
	Rigor na Qualidade	"(...) com uma máquina ou um software consigo ter muito mais rigor no meu trabalho (...)"	1	I
	Controlo da Imprevisibilidade	"(...) ajudar a acalmar e controlar a imprevisibilidade a que o setor agrícola está sujeito (...)"	1	D
	Otimização do Trabalho	"(...) podem vir a melhorar muito a nossa forma de trabalhar."	1	E
	Segurança dos Dados	"(...) os dados mais bem organizados, todos numa nuvem, sabemos sempre que estarão seguros."	1	B
	Rentabilidade	"(...) a produção torna-se mais rentável uma vez que (...) consigo controlar melhor o que gasto (...)"	2	A
	Redução dos Custos	"(...) acaba por me reduzir os custos em deslocação (...) só utilizo a quantidade de produtos necessária."	8	A, B, C, D, E, F, G e I
	Monitorização Diária	"(...) em 10 minutos posso encontrar os animais."	1	C
	Redução do Tempo	"(...) consigo controlar a minha produção sem despender tanto tempo"	7	A, C, E, G e I
	Menos Dependência de Mão-de-Obra	"(...) já não é necessária tanta mão-de-obra como antes (...)"	1	D

<i>Dimensão</i>	<i>Variável</i>	<i>Respostas</i>	<i>Nº de vezes citados</i>	<i>Entrevistado</i>
	Maior Precisão	"(...) há certos momentos em que é preciso atuar na hora (...) e as tecnologias ajudam precisamente nisso (...)"	2	I

Fonte: Elaborado pela autora a partir do ATLAS.ti

4.2. Fatores que Afetam a Disseminação de Tecnologias Digitais

A utilização de tecnologias digitais por PMEs é sempre um processo de aceitação delicado sendo, na grande maioria, estabelecido pelos níveis de aceitação e compreensão dos agricultores (Chuang et al., 2020). Torna-se imprescindível que estes tenham, em primeiro lugar, noção de que a tecnologia existe, em segundo, perceber em que é que consiste e a que fins é que se destina e, por fim, ter confiança no seu potencial (Bardhan & Mookherjee, 2012). Nas respostas obtidas à pergunta relativa aos motivadores da utilização, percebeu-se que o caminho a percorrer ainda é longo, isto porque, para agricultores de PMEs ainda existem mais desafios do que incitadores.

4.2.1. Conscientização e Acesso à Informação

O fator “*divulgação*” foi um dos mais citados (entrevistado A, D, I e H), queixando-se estes de não haver quem lhes faça chegar informação relativa às tecnologias digitais e como “(...) *os agricultores (...) nunca vão gastar milhares numa ferramenta que nem sabem bem para que é que serve (...)*” (entrevistado H), é importante que se insista numa divulgação clara e eficaz das vantagens oferecidas pelas tecnologias digitais na agricultura.

Dado que as empresas agrícolas apresentam diferenças significativas em aspetos como os interesses e desempenhos (Carvalho et al., 2014), é crucial adaptar a abordagem de transmissão da informação para assegurar que esta chegue de forma eficaz a todos os perfis. A carência de acesso à informação, especialmente entre agricultores mais velhos habituados a práticas tradicionais (Roberts et al., 2004), como mencionado pelo entrevistado G, que apesar de estar de acordo com a mudança, não pensa em aplicá-la pessoalmente, salienta a necessidade urgente de reformular a forma como a informação é disseminada, tornando-se crucial que se considerem elementos como o acesso assimétrico à informação, diferentes formas de perceção e cognição, entre outros aspetos que tornam o desempenho deste setor difícil (Carvalho et al., 2014).

Como tal, sendo a disponibilização de “*informação*” (entrevistado C, D e H) crucial para a tomada de decisão consciente por parte dos agricultores (Rogers et al., 2008), os empresários agrícolas apelam a que esta, além de precisa, “(...) *seja verdadeira e de*

confiança (...)” (entrevistado H). O entrevistado C ainda destaca que a divulgação eficaz deve incluir “*demonstrações de casos reais*” (entrevistado D e H) onde as ferramentas tecnológicas tenham sido implementadas com sucesso. Este tipo de evidência prática é vital pois muitos agricultores depositam mais confiança em relatos dos seus pares do que em especialistas externos (Balogh et al., 2021). Ao verem os resultados tangíveis, os agricultores ficam mais propensos a adotar essas tecnologias nas suas próprias explorações.

Embora menos citado que outros fatores, a “*consciencialização*” (entrevistado A) é igualmente relevante. Ela serve como um primeiro passo fundamental na aceitação e utilização de novas tecnologias digitais, funcionando como um processo de redefinição de conhecimentos (Masi et al., 2022). Muitos agricultores, conforme revelado nas entrevistas, ainda carecem de uma compreensão clara sobre o que são essas tecnologias e de que forma podem beneficiar as suas operações, destacando a importância desse incitador. Logo, além de proporcionar formação e informação, é fundamental estimular, a nível individual, uma atitude positiva em relação à mudança (Shepherd & Patzelt, 2015). Combater o medo do desconhecido é crucial, pois este desconhecimento traduz-se, muitas vezes, numa barreira significativa para a implementação de tecnologias digitais. A consciencialização, nesse sentido, atua como um incitador primário, pois ao compreenderem melhor as ferramentas disponíveis, os agricultores podem sentir-se mais confiantes e motivados.

4.2.2. Fatores Educacionais e Capacitação

Normalmente, a complexidade associada às tecnologias digitais tende a ter um efeito negativo na sua aplicação, que apenas pode ser alterado com recurso à educação (Bottrell & Ehler, 2000). A educação desempenha um papel fundamental nesse processo, pois tem o poder de incrementar uma atitude mais recetiva à utilização de novas práticas (Waller et al., 1998). Como é evidente, indivíduos com níveis de escolaridade mais elevados tendem a ter uma ideia mais clara relativamente aos conceitos tecnológicos (Caswell et al., 2001). Esse padrão foi observado nas entrevistas realizadas, onde os entrevistados A, C, E, F e H, com níveis de escolaridade mais elevados, demonstraram um conhecimento consistente sobre as TIC, IoT e BDA, falando mais abertamente sobre as funcionalidades dessas tecnologias, sendo exemplos de agricultores que investem ativamente na sua formação. Em contraste, o entrevistado com um nível de escolaridade inferior (entrevistado G), revelou maior dificuldade em se expressar sobre o assunto, apesar de já recorrer a algumas dessas tecnologias, para ele não é algo intuitivo. Para reverter essa realidade, é importante implementar incentivos que encorajem os trabalhadores a investir na sua educação, como garantia de melhoria nas perspetivas de qualidade de vida. Adicionalmente, é importante realçar que, de acordo com o INE (2019), cerca de 55% dos agricultores em Portugal têm 65

anos ou mais, fazendo da população envelhecida a maioria no setor. Esta realidade reforça a necessidade de criar programas de educação e capacitação adaptados para esse grupo, garantindo que as formações atendam às suas necessidades. Com o desenvolvimento de conhecimentos realistas e alcançáveis sobre novas tecnologias, esses programas educacionais podem ajudar a superar as barreiras cognitivas e comportamentais frequentemente associadas à idade, promovendo uma transição mais suave para práticas agrícolas contemporâneas.

Além disso, é necessário que haja um maior investimento em “*formações*” (entrevistado A e D) considerando, especialmente, a complexidade das ferramentas tecnológicas utilizadas na agricultura. Como apontado pelo jovem empresário agrícola (B), apesar de “(...) *nós jovens já termos nascido nesta era tecnológica e sermos prós em tecnologias como telemóveis, computadores (...)*”, as ferramentas tecnológicas aplicadas na agricultura são um desafio mais complexo sendo crucial que as formações sejam mais especializadas no uso dessas tecnologias digitais (Larson et al., 2008). Embora já existam várias formações disponíveis são poucas, na região da Guarda, as que se focam integralmente na promoção do uso dessas ferramentas, sendo “(...) *crucial que se invista em mais formações, divulgação sobre a existência dessas, que sejam acessíveis a todos!*”. Isso é especialmente relevante, dado que, embora o tema já seja abordado em algumas regiões, a maior parte das formações encontram-se concentradas em zonas em que a agricultura é mais desenvolvida e futurista.

4.2.3. Fatores Económicos e Políticas

A implementação de tecnologia nas explorações agrícolas depende muito do fator económico. Quando os preços das ferramentas são elevados, a incerteza sobre o retorno do investimento aumenta já que, embora teoricamente as tecnologias possam representar uma mais-valia para as explorações, os agricultores enfrentam o desafio de investir recursos substanciais em atividades que, apesar do potencial lucrativo, suportam riscos devido à incerteza intrínseca a possíveis resultados (Gilson & Shalley, 2004). O entrevistado E enfatiza essa questão, argumentando que um produtor apenas decide investir em tecnologia quando antecipa que essa ferramenta lhe trará um retorno financeiro.

No entanto, nem todos os agricultores estão em posição de fazer esse investimento por conta própria. Como observado pelo entrevistado C, existe um “desafio financeiro” significativo associado às tecnologias digitais, com “(...) custos iniciais de aquisição, e muitas dessas aplicações têm um custo anual (...)”. Diante deste cenário, muitos agricultores necessitam de apoio financeiro para atenuar os custos associados à utilização de tecnologias digitais (Diederer et al., 2003).

Assim, para garantir que a digitalização seja inclusiva e acessível a todos os agricultores, é fundamental que os decisores políticos promovam ativamente os benefícios da digitalização (European Union, 2024). Isso é especialmente relevante no contexto agrícola onde o “apoio das políticas agrícolas” emergiu como um dos incitadores mais significantes (entrevistado B, C, D, E, F e G). Dado que o custo de implementação de tecnologias digitais pode ser um obstáculo significativo, como mencionado pelos entrevistados, o apoio governamental torna-se essencial para reduzir esses custos e facilitar o acesso dos agricultores a essas ferramentas. Esta necessidade é ainda mais urgente considerando que muitos empresários agrícolas percebem as políticas atuais como socialmente injustas, favorecendo predominantemente as grandes explorações (Martinho, 2020). Portanto, um suporte financeiro equitativo, através de subsídios ou incentivos, é decisivo para que os agricultores se sintam confiantes para utilizar novas tecnologias digitais. Quando as políticas agrícolas são alinhadas com o objetivo de promover essas inovações, os agricultores tendem a adotá-las com mais confiança, visualizando-as como benéficas e sustentáveis a longo prazo. Combinando com os apoios monetários do governo, esse suporte pode oferecer a estabilidade necessária para que os agricultores façam investimentos significativos em tecnologias digitais, assegurando a modernização do setor.

4.2.4. Características das Explorações Agrícolas

O “*tamanho e localização da exploração*” é um dos principais fatores que influenciam a utilização de tecnologias digitais nas explorações agrícolas. Como mencionado por diversos autores, incluindo Akudugu et al. (2012), o tamanho da exploração não afeta apenas a utilização de tecnologias digitais, mas também está interligado a outros fatores críticos, como os recursos financeiros disponíveis, o acesso a suporte técnico e as capacidades de gestão.

Todos os entrevistados possuem explorações de pequena e média dimensão, localizadas em aldeias ou em áreas mais isoladas. Essa realidade gera uma série de desafios que dificultam ou impedem a utilização de tecnologias digitais. Um exemplo claro dessa dificuldade é apontado pela entrevistada E, que destaca a localização como um obstáculo, já que a sua exploração está situada numa zona montanhosa, onde a cobertura de rede móvel é limitada. A limitação financeira, já discutida anteriormente, emerge como o principal obstáculo à utilização de tecnologias digitais. Além das restrições financeiras, essas explorações geralmente são compostas por uma gestão familiar, o que pode resultar em menos profissionalização (Filho et al., 2011) e, conseqüentemente, numa maior resistência à mudança. Outro desafio significativo é o acesso limitado a serviços e “*suporte técnico*”. As explorações mais pequenas, frequentemente localizadas em zonas menos desenvolvidas,

têm dificuldade em aceder a esses recursos. Como destacou o entrevistado D, o suporte técnico disponível resume-se, muitas vezes, à venda da tecnologia, sem qualquer disponibilização para um auxílio futuro. Essa falta de suporte resulta numa perpetuação das práticas agrícolas tradicionais, criando ainda um medo entre os agricultores de que, sem a orientação adequada, a tecnologia possa ser mal utilizada, causando danos à produção, como enfatizou o entrevistado I.

4.2.5. Barreiras Comportamentais e Cognitivas

A utilização de tecnologias digitais por empresários agrícolas envolve uma série de desafios que tornam essa decisão complexa. Entre esses desafios, destacam-se as barreiras cognitivas, comportamentais e estruturais, cada uma com diferentes impactos no processo de modernização.

Primeiramente, as barreiras cognitivas desempenham um papel crucial. Seja por falta de reconhecimento de oportunidades ou por uma resistência intencional, essas barreiras podem levar os empresários agrícolas a desperdiçar oportunidades de modernização (Engelken et al., 2016). Para superar essas barreiras cognitivas, torna-se essencial verificar as capacidades dos empresários agrícolas e promover o acesso à informação e à flexibilidade na tomada de decisões (Björkluna, 2018). Além disso, uma atitude positiva em relação à mudança pode melhorar, de forma significativa, o desempenho agrícola, ampliando o uso de recursos sociais e intelectuais (Shepherd & Patzelt, 2015), é ainda crucial que se tenham em conta as barreiras externas que, por norma, são de cariz institucional, dada a existência de impedimentos relacionados com políticas ou regulamentos relativos à propriedade (Fitz-Koch et al., 2018).

Contudo, é também importante considerar as limitações técnicas das próprias tecnologias, como destacado pelo entrevistado E, que refere que as ferramentas utilizadas no setor agrícola são ainda bastante recentes e, por vezes, apresentam falhas, como, por exemplo, “(...) serem um pouco grandes para os animais (...)” e sujeitas a problemas de operacionalidade. Este fator pode contribuir para uma perceção negativa por parte dos agricultores, que podem ficar reticentes em adotar inovações que ainda não estão totalmente aprimoradas às suas necessidades específicas.

No entanto, é importante destacar que essas barreiras cognitivas tendem a afetar mais intensamente os agricultores mais velhos. Com o avanço da “idade”, existe uma diminuição da probabilidade de existir interesse em formas de modernizar a exploração, uma vez que esses agricultores confiam na experiência adquirida com práticas tradicionais (Khan et al., 2022; Roberts et al., 2004). Por sua vez, os mais jovens, apesar de já se encontrarem mais familiarizados com as tecnologias (Larson et al., 2008), possuindo ainda um maior interesse

em aprender e tendo um melhor acesso à informação transmitida, têm mais dificuldades na aquisição de certas tecnologias digitais já que, sendo jovens, não acumularam recursos financeiros suficientes para suportar esses custos (Wang et al., 2023).

Além das barreiras cognitivas, os fatores comportamentais também desempenham um papel fundamental na utilização de tecnologias digitais. A disposição para adotar ferramentas tecnológicas encontra-se intrinsecamente ligada à compreensão dos benefícios que elas oferecem. Quando os agricultores percebem uma tecnologia como acessível e vantajosa, existe uma maior probabilidade que adotem. Contudo, a percepção de dificuldade na utilização dessas tecnologias pode funcionar como uma barreira, desmotivando estes a incorporar ferramentas tecnológicas nas suas práticas agrícolas. Por exemplo, o entrevistado B, destacou uma falta de interesse em utilizar tecnologias digitais na sua exploração, devido à percepção de que são demasiado complexas, o que representa uma barreira comportamental significativa. Em contraste, o entrevistado I mencionou que, apesar do interesse e de saber que existem ferramentas designadas à apicultura, são destinadas a “(...) produtores que já tenham uma produção de maior dimensão.”, o que reflete a existência de uma barreira estrutural.

Portanto, o acesso à educação surge como um fator crucial, não apenas para melhorar a compreensão das tecnologias, mas também para fomentar uma atitude mais favorável à aceitação de novas práticas (Vecchio et al., 2020; Waller et al., 1998), ajudando a superar tanto as barreiras cognitivas como as comportamentais.

Na Tabela 8, é possível analisar as respostas fornecidas que serviram de exemplo para a dimensão alusiva aos fatores influenciadores da utilização de tecnologias digitais:

Tabela 8. Fatores Influenciadores na Utilização de Tecnologias Digitais

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistados
Influenciadores da Utilização de Tecnologias Digitais	Consciencialização	"Se calhar muitas pessoas não têm noção do que são essas ferramentas tecnológicas (...)"	1	A
	Formação	"(...) acho que o crucial é investir em mais formações (...) acessíveis a todos!"	2	A e D
	Divulgação	"(...) apostar mais na divulgação real, precisa e clara."	4	A, D, I e H
	Apoio das Políticas Agrícolas	"(...) se houver um apoio das políticas agrícolas (...) o agricultor vê sempre com bons olhos." "No nosso país, para que haja esse impulso, é preciso que haja apoio financeiro, apoio do governo."	6	B, C, D, E, F e G
	Demonstrações de Casos Reais	"(...) demonstração de resultados dessas experiências nesta área (...)"	2	D e H

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistados
	Informação	"(...) a partir do momento em que essa informação é passada (...) é muito mais simples de aderir."	3	C, D e H
	Tamanho e Localização da Exploração	"(...) a própria exploração, limita, por sermos uma zona vulnerável e remota."	1	C
	Suporte Técnico	"(...) ainda não há muita gente que nos possa apoiar, é necessário um apoio de proximidade (...)"	5	C, D, F, H e I
	Internet	"A falta de Internet, porque a zona onde tenho a produção não é uma zona com boa cobertura (...)"	2	A e C
	Desafio Financeiro	"A questão financeira (...) apesar de ser vantajoso adquirir, financeiramente ainda não me é viável."	2	C e E
	Idade	"(...) não quero arranjar outra preocupação com esta idade."	1	G

Fonte: Elaborado pela autora a partir do ATLAS.ti

4.3. Empreendedorismo Agrícola como Estratégia de Adaptação às Mudanças Externas

O empreendedorismo agrícola diferencia-se de outras formas empreendedoras por ser mais vulnerável a fatores externos (Aldrich & Cliff, 2003). Como tal, neste tipo de empreendedorismo, a necessidade dos agricultores atuarem como coordenadores de recursos inovadores, adaptando-se às mudanças externas e explorando novas oportunidades de negócio é fundamental (Dias et al., 2019).

Nos dias que correm, o contexto social, político e ambiental tem pressionado os agricultores a repensarem as suas práticas. Como indicado por Morris et al. (2017), a insistência em modelos produtivistas tradicionais tornou-se insustentável, impulsionando a adoção de um comportamento mais empreendedor e direcionado para a inovação, no sentido de garantir a sobrevivência ou crescimento das explorações agrícolas. Neste caso, não falamos em inovação para a introdução de novas tecnologias digitais, mas sim, nas capacidades dos agricultores de redefinir as suas práticas de forma a responder às novas exigências do mercado e às mudanças regulatórias (Masi et al., 2022).

Apesar da importância da "inovação" ser amplamente reconhecida na literatura, nas entrevistas realizadas, a maior parte dos entrevistados incidiram em pontos como: a "sustentabilidade", necessidade de se manterem "modernizados", "informados", ter "rigor na qualidade", e possuir "espírito crítico", não tendo a inovação sido abordada com a ênfase esperada. Apenas três dos entrevistados – E, F e I – destacaram explicitamente a inovação como uma prioridade para renovar as suas práticas agrícolas (Martinho, 2020). Os entrevistados salientaram a importância de trazer novas abordagens para lidar com as

transformações no setor. No entanto, é interessante notar que, embora a inovação tenha sido mencionada de forma limitada, a maioria dos inquiridos empregam tecnologias digitais nas suas explorações, o que sugere que a inovação está presente, ainda que de forma implícita e nem sempre reconhecida como tal pelos próprios agricultores.

Esse descompasso pode-se explicar pela natureza complexa da transição de modelos produtivistas tradicionais para práticas mais inovadoras, que não é um processo simples. Muitas vezes, a inovação está integrada em operações agrícolas, sem ser diretamente identificada como uma estratégia inovadora. Além disso, como indicado pelos autores Gilson & Shalley (2004), essa transição envolve riscos e incertezas que podem impedir a sua adoção. Para superar a resistência à mudança, é crucial que se incentive a aceitação de riscos como um meio para estimular a criatividade dos empresários agrícolas (H.-L. Wu, 2008). Assim, ao normalizar o risco, o empreendedorismo pode ser promovido, possibilitando o desenvolvimento de ideias diferenciadas (S. Wu et al., 2005). Como tal, na tabela 9, são mencionadas as principais estratégias de adaptação às mudanças externas, utilizadas pelos agricultores.

Tabela 9. Estratégias de Adaptação às Mudanças Externas

Dimensão	Variável	Respostas	Nº de vezes citados	Entrevistados
Estratégias de Adaptação às Mudanças Externas	Inovação	<i>“(...) a palavra-chave pra nos destacarmos neste setor é inovação (...)”</i>	3	E, F e I
	Modernização	<i>“(...) o setor agrícola já não é um setor monótono (...) há todos os dias uma nova forma de fazer as coisas (...)”</i>	4	A, D, E e H
	Espírito Crítico	<i>“(...) temos que ter um espírito crítico para saber se determinadas ferramentas se aplicam a certas situações (...)”</i>	3	C, D e E
	Diversificação das Fontes de Rendimento	<i>“Principalmente, tento diversificar as minhas fontes de rendimento.”</i>	1	E
	Rigor na Qualidade	<i>“a qualidade do produto também é super importante (...) e acho que entre os mais jovens está-se a perder um bocado.”</i>	3	B, G e I
	Sustentabilidade	<i>“sem dúvida sustentabilidade porque, até agora o maior erro na agricultura é acharmos que aquela terra é só para os nossos animais de produção, mas não (...)”</i>	1	F

Fonte: Elaborado pela autora a partir do ATLAS.ti

4.3.1. Impacto das Tecnologias Digitais na Criação e Expansão de Negócios Agrícolas

Uma das principais transformações impulsionadas pelas tecnologias digitais é a facilidade de contacto com os fornecedores, clientes e vendedores, principalmente através das plataformas de comércio online. No decorrer das entrevistas, foi possível observar-se um interesse no desenvolvimento de habilidades digitais, uma vez que, com essas capacidades presentes, existe uma redução do custo e tempo na procura de informações (Cheng et al., 2024). Segundo os empresários agrícolas entrevistados, a venda de produtos online trouxe inúmeras vantagens, como a comparação de produtos e preços que, como aludido pelo entrevistado E, permite verificar os preços praticados por outros vendedores para produtos semelhantes. Outra vantagem é a expansão do mercado, que oferece aos empresários um alcance muito maior, permitindo-lhes explorar novos territórios (entrevistado E). Além disso, o entrevistado F destacou que as plataformas digitais permitem obter informações relativas a diferentes formas de trabalhar. A divulgação dos produtos tornou-se mais eficaz (entrevistado A, B, C, G, H e I), e a rapidez nas transações de compra e venda aumentou significativamente (entrevistado D).

A digitalização permite aos agricultores uma presença em mercados muito mais amplos do que seria possível através de métodos tradicionais, aumentando ainda o potencial de vendas e facilitando o contacto direto com os consumidores.

Adicionalmente, a visibilidade online permite uma promoção dos produtos mais eficiente, alcançando diferentes segmentos de mercado e estabelecendo uma presença digital anteriormente inexistente. A rapidez e eficiência na concretização de negócios, também contribuem para uma gestão mais ágil e inovadora das operações agrícolas, possibilitando uma resposta mais imediata às procuras do mercado e ainda uma maior flexibilidade nas práticas de venda e negociação.

4.3.2. Multifuncionalidade e Pluriatividade na Criação e Reversão de Pequenos Negócios Agrícolas

O empreendedorismo tem emergido como uma estratégia fundamental para a adaptação às mudanças no setor. Nesse contexto, a multifuncionalidade assume um papel central, abrangendo a diversidade de produtos e serviços gerados pelas atividades agrícolas. Segundo Morgan et al. (2010), a multifuncionalidade reconhece que a agricultura não serve apenas para produzir alimentos e matérias-primas, atuando também ao nível da gestão de recursos, conservação da biodiversidade e fortalecimento socioeconómico das zonas rurais (Renting et al., 2009). Essa versatilidade permite que, para além da produção, a agricultura

contribua também para a sustentabilidade dos ecossistemas e desenvolvimento das comunidades rurais.

Em complemento, a pluriatividade, que se refere ao envolvimento dos agricultores em atividades paralelas que aumentem as suas fontes de rendimento, é crucial para a sobrevivência de algumas PMEs agrícolas podendo, para outras, representar uma estratégia de diversificação (Mc Fadden & Gorman, 2016). Um exemplo dessa abordagem é o entrevistado E que, além das suas atividades agrícolas principais, tornou-se representante da marca de coleiras “Digitanimal” em Portugal, com o objetivo de lhe permitir “(...) *ir buscar rendimentos a vários pontos.*”

Além do entrevistado E, outros empresários agrícolas, como C, F, H e I, também iniciaram projetos que não só aumentam os seus rendimentos, como também beneficiam as suas explorações. O entrevistado C, por exemplo, investiu numa balança digital para vender animais ao quilo, enquanto o entrevistado F também se tornou representante de uma marca de coleiras de geolocalização para responder a uma necessidade prática percebida: “(...) *o apoio técnico não era um apoio técnico prático*”. Já o entrevistado H, que já possuía um negócio digital, decidiu abrir uma loja física para fortalecer o relacionamento com os clientes e, por fim, o entrevistado I viu uma oportunidade na extração do veneno das suas abelhas para fins medicinais. Em contrapartida, os entrevistados A, B, D e G, ainda não se envolveram em projetos de diversificação, mantendo o foco na produção tradicional. A razão para essa postura varia, desde a aversão ao risco, como é o caso do entrevistado G, até à indecisão sobre o caminho empreendedor a seguir, como indicado pelo entrevistado A. Esta distinção entre os que arriscaram, ainda que de forma limitada, e os que ainda não deram esse passo, reflete a diversidade de abordagens à pluriatividade e multifuncionalidade no setor agrícola.

Estudos sobre empreendedorismo agrícola têm enfatizado, cada vez mais, a capacidade dos agricultores de criar oportunidades para diferenciar os seus negócios e enfrentar adversidades (Mcelwee & Robson, 2005). Além disso, a investigação aponta para uma crescente atenção dos agricultores às estratégias utilizadas por grandes explorações, preparando-os para lidar melhor com mudanças imprevisíveis (Cheriet et al., 2020). Esse aumento do interesse em empreender, pode estar relacionado com os investimentos na formação educacional dos agricultores, que têm promovido a inovação e o desenvolvimento de novas iniciativas empreendedoras no setor (Martinho, 2020).

4.3.3. Sustentabilidade Ambiental e Financeira

A sustentabilidade, tanto ambiental quanto financeira, tornou-se uma prioridade para inúmeras explorações agrícolas. Para muitos agricultores, o principal desafio é equilibrar a

rentabilidade das suas atividades com a minimização dos impactos negativos no ambiente (Methorst et al., 2017). O entrevistado H sublinhou este ponto ao afirmar que “(...) *a maior parte das tecnologias já foram desenhadas e projetadas para que o impacto ambiental seja sempre o menor possível.*”

Quando se trata da sustentabilidade ambiental, as opiniões dos entrevistados divergem. Enquanto a literatura sugere que uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, facilitada pelo uso de tecnologias digitais, pode promover a sustentabilidade ambiental (Ostrom, 2009), alguns agricultores não partilham desta visão. As tecnologias digitais, servindo de exemplo a AP, podem melhorar a eficiência do uso de recursos como a água e os fertilizantes, contribuindo para a regeneração desses recursos e para a redução dos custos de produção (Clapp & Ruder, 2020; Zul Azlan et al., 2024). Contudo, o entrevistado B acredita que as tecnologias digitais utilizadas nas explorações agrícolas não têm qualquer impacto na sustentabilidade ambiental, uma perspetiva alinhada com o paradigma da *Weak Sustainability* (WS), que defende que reformas graduais, no contexto ambiental, são insuficientes para dissolver problemas mais profundos (Kallio et al., 2007).

Por outro lado, os entrevistados C, F e I partilham da ideia de que, nas suas explorações, as tecnologias digitais pouco contribuem para a sustentabilidade ambiental porque a atividade agrícola que desenvolvem já é, por si só, pouco poluente. O entrevistado I, por exemplo, destacou que “(...) *não faz lixo, os resíduos que existem, são orgânicos e utilizados em compostagem (...)*”, não vendo necessidade de mais intervenções tecnológicas, nesse aspeto. Para estes agricultores, as tecnologias digitais têm mais impacto na eficiência produtiva do que na sustentabilidade ambiental. Esta visão indica que, as tecnologias digitais ainda não foram suficientemente adaptadas às realidades específicas de cada exploração, ou que os agricultores consideram que as suas práticas já obedecem aos padrões ambientais.

Além da sustentabilidade ambiental, a sustentabilidade financeira é fundamental para a viabilidade das explorações agrícolas. Entre todos os entrevistados, houve consenso sobre o contributo positivo das tecnologias digitais para a redução dos custos de produção e o aumento da produtividade, contudo, a extensão desse impacto varia. A maior parte dos entrevistados, referiram que as tecnologias digitais ainda não proporcionam poupanças muito significativas, algo que se pode dever ao facto de estarmos a falar em PME's onde as tecnologias digitais empregues não são tão refinadas e especializadas como nas grandes explorações. O entrevistado C destacou ainda que “(...) *o tempo é um custo*”, sublinhando como as tecnologias digitais ajudam a economizar tempo e, conseqüentemente, dinheiro.

Adicionalmente, o entrevistado F indicou que as tecnologias digitais podem gerar rendimentos extra ao promover a sustentabilidade ambiental, como no caso da captação do carbono, que proporciona apoios externos. Este exemplo reflete o potencial das inovações tecnológicas para otimizar recursos e equilibrar a sustentabilidade financeira com a

ambiental. Tecnologias digitais como a AP e os sistemas de monitorização permitem uma gestão mais eficiente, resultando numa redução de custos a médio e longo prazo, mas também em benefícios ambientais e na valorização de produtos sustentáveis no mercado.

4.4 Quadro síntese das Evidências Empíricas

Com base nas evidências empíricas alcançadas, apresenta-se aqui um quadro síntese que assenta em três dimensões, escolhidas por oferecerem uma visão estratégica sobre o tema e também por serem as que mais importam para responder aos objetivos a que este estudo se propôs (Tabela 10), e nos resultados obtidos com a introdução de tecnologias digitais nas PME's agrícolas para o desenvolvimento do setor. A principal motivação que impulsiona os agricultores na utilização de tecnologias digitais encontra-se diretamente relacionada com o potencial de lucro e benefícios económicos que estas ferramentas podem proporcionar. Ao longo das entrevistas, ficou claro que a redução de custos, o acesso a fundos e o apoio das políticas agrícolas surgem como fatores decisivos para a utilização de novas tecnologias digitais. Para os empresários agrícolas, qualquer inovação deve resultar em ganhos financeiros, seja através da eficiência operacional, da expansão de mercados ou da otimização de processos. Assim, seja mediante a redução de custos ou através do aumento da rentabilidade, a prioridade central que guia as suas decisões tecnológicas é, sem dúvida, se favorecem monetariamente os agricultores ou não. As principais descobertas das entrevistas estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10. Principais Resultados da Literatura e das Entrevistas

<i>Dimensão</i>	<i>Resultados da Literatura</i>	<i>Resultados das Entrevistas</i>
Principais Resultados do Uso de Tecnologias	<p>Maior Precisão Redução dos Custos Reforço dos Rendimentos Menos Dependência de Mão de Obra</p>	<p>Maior Precisão Redução dos Custos Rentabilidade Menos Dependência de Mão de Obra</p>
Principais Fatores Influenciadores da Utilização de Tecnologias	<p>Existência de Intervenções Idade do Produtor Acesso a Fundos Tamanho da Exploração Acesso à Informação Suporte Técnico Consciencialização Divulgação</p>	<p>Apoio das Políticas Agrícolas Idade Desafio Financeiro Tamanho e Localização da Exploração Informação Suporte Técnico Consciencialização Divulgação</p>
Principais Estratégias de Adaptação às Mudanças Externas	<p>Redefinição de Conhecimentos Inovação Atividades Potenciadoras de Lucro Flexibilidade de Decisão</p>	<p>Espírito Crítico Inovação Diversificação das Fontes de Rendimento Modernização</p>

Fonte: Elaborado pela autora a partir da literatura e das entrevistas

Foi constatado que existe concordância entre a literatura e as entrevistas, uma vez que, os empresários agrícolas estão cada vez mais a integrar-se nesta nova era agrícola. Eles procuram constantemente adquirir mais conhecimento, com ênfase em identificar o que melhor se adapta ao tipo de exploração que possuem e que possa proporcionar maior viabilidade económica, sendo ainda notório que as tecnologias digitais são, sem dúvida, um motor de criação e reconversão de pequenos negócios agrícolas.

Para finalizar, estas três dimensões formam um ciclo de transformação já que, enquanto os resultados da utilização de tecnologias digitais incentivam a utilização ao tornar as operações mais eficientes, os fatores influenciadores definem as condições que permitem ou dificultam essa reconversão e, por fim, as estratégias de adaptação revelam como é que os agricultores ajustam as suas práticas e diversificam as suas atividades para se manterem competitivos no mercado.

Capítulo 5. Conclusões, limitações e futuras linhas de investigação

Este estudo teve como principais objetivos procurar compreender e analisar o papel das tecnologias digitais nas PME's agrícolas, na criação ou reconversão de pequenos negócios agrícolas, tendo ainda sido prioritário descobrir quais os principais incitadores e desafios que motivam ou impedem a utilização. Desta forma, este último ponto destina-se a fornecer um resumo dos principais aspetos discutidos, bem como apresentar as principais evidências empíricas relativamente ao papel desempenhado pelas tecnologias digitais na modernização do setor agrícola.

5.1 Principais Resultados

O processo de digitalização das PME's agrícolas tem ainda um grande caminho de evolução para percorrer. Pois, se por um lado, os empresários agrícolas têm a ambição de tornar as suas explorações mais rentáveis e sustentáveis mediante o recurso a tecnologia, por outro, fatores internos como a ausência de literacia digital (Francisco et al., 2015) ou externos como a falta de acesso a fundos ou de tecnologias indicadas para explorações com menos hectares, dificultam o processo de utilização de tecnologia por agricultores (Blasch et al., 2022). No entanto, o setor agrícola está cada vez mais rigoroso sendo importante que as PME's agrícolas se adaptem e se diferenciem dos seus concorrentes (Morris et al., 2017) devendo, para isso, enveredar por estratégias focadas no empreendedorismo aliado à inovação e à sustentabilidade visto serem, atualmente, os principais potenciadores de crescimento económico e de produtividade (Bucci et al., 2018).

Neste sentido, procurou-se analisar como é que as tecnologias digitais estão a ser empregues nas PME's agrícolas, quais os fatores que incitam ou dificultam esse processo e perceber como é que estas auxiliam os agricultores na criação ou reconversão de novos negócios. Para tal, foi utilizada uma abordagem qualitativa, através de estudos de casos múltiplos, recorrendo à seleção de empresários agrícolas, que acabaram por ser nove, com características pessoais e profissionais distintas. A recolha de informação ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas, seguindo um guião que foi aplicado junto dos empresários das PME's estudadas. Sendo importante referir que, com este estudo, não só se obteve resposta à questão orientadora da pesquisa, como também se atingiram os objetivos previamente traçados para a mesma.

Os resultados obtidos demonstram que, apesar de os empresários agrícolas das PME's aqui estudadas reconhecerem o valor das tecnologias digitais nas suas explorações, a adoção

dessas ferramentas continua a ser um grande desafio. Embora haja uma aceitação crescente quanto às vantagens que as tecnologias digitais podem trazer, como a agilização do trabalho, a redução dos custos e tempo, fatores como o acesso limitado a fundos, a suporte técnico, a formações adequadas e a consciencialização insuficiente ainda dificultam muito esse processo. No entanto, os empresários agrícolas mostram-se confiantes em ultrapassar essas barreiras, conscientes de que a adaptação às novas instâncias do setor é essencial para a sua permanência.

Além disso, as tecnologias digitais revelam-se um importante motor de empreendedorismo para o setor agrícola. Um exemplo notável é o caso do apicultor (entrevistado I) que, através das pesquisas possibilitadas pela internet, identificou uma oportunidade de negócio inovadora – a extração do veneno de abelha para fins medicinais. Este caso ilustra como o acesso à informação pode criar oportunidades que, de outra forma, poderiam passar despercebidas.

Ao contrário da percepção de que o setor agrícola é resistente à modernização, os resultados deste estudo mostram que, com o foco e investimento adequados, é possível transformar o setor num ambiente inovador e dinâmico, o que é especialmente relevante dada a natureza volátil e em constante evolução deste setor.

5.2 Contribuições do Estudo para a Teoria e Prática

Do ponto de vista teórico, este estudo contribui tanto para o enriquecimento da Teoria da Visão Baseada em Recursos (RBV) quanto para a literatura relativa à aplicação de tecnologias digitais em contextos agrícolas de pequena dimensão. Além disso, o estudo pretende avançar no desenvolvimento teórico nas áreas de Agricultura 4.0 e Empreendedorismo Agrícola, ao demonstrar que, nesta nova era, a tecnologia não é apenas uma ferramenta para aumentar a eficiência, mas também um catalisador para a inovação e diversificação das atividades agrícolas. Ao explorar, de forma detalhada, as tecnologias digitais utilizadas pelos entrevistados, as suas aplicações e vantagens práticas, o estudo oferece um guia valioso para agricultores que procurem integrar ferramentas tecnológicas nas suas operações, contribuindo para o aumento da competitividade e eficiência.

Adicionalmente, traz novas contribuições à literatura ao abordar os fatores que impulsionam ou dificultam a utilização de tecnologias digitais, oferecendo *insights* sobre como essas variáveis influenciam a utilização em contextos práticos. Esse aprofundamento do tema, ajuda a preencher lacunas na literatura sobre inovação agrícola, especialmente em PMEs, e proporciona uma compreensão prática dos desafios enfrentados pelos agricultores ao empregar essas tecnologias digitais. Esses resultados podem também ser úteis para formuladores de políticas e instituições de apoio.

O estudo auxilia ainda no entendimento teórico e prático da sustentabilidade ambiental no contexto agrícola, ao demonstrar que o uso de tecnologias digitais pode promover uma gestão mais eficiente dos recursos naturais. Ao reduzir o consumo de água, fertilizantes e pesticidas, os agricultores podem minimizar os impactos ambientais, enquanto aumentam a produtividade e reduzem os custos. A investigação mostra que o uso dessas ferramentas não contribui apenas para a preservação ambiental, como também conecta diretamente a sustentabilidade com a rentabilidade nas explorações agrícolas.

Por fim, o estudo destacou as estratégias de adaptação dos empresários agrícolas às mudanças externas, ampliando a compreensão relativa à forma como estes equilibram tradição e inovação para se manterem competitivos. Como observado na revisão da literatura, para que se mantenham em atividade, os agricultores de PMEs precisam de modernizar os seus negócios. O estudo enfatiza que as tecnologias digitais permitem essa adaptação, criando fontes de rendimento e contribuindo para a literatura sobre multifuncionalidade e pluriatividade no setor agrícola. Além disso, o estudo serve como ferramenta prática para agricultores, ajudando-os a tomar decisões mais informadas sobre que tecnologias digitais utilizar e como aplicá-las nas suas explorações, com base em exemplos concretos de sucesso observados nas entrevistas.

5.3 Limitações e Pesquisas Futuras

Este estudo apresenta algumas limitações, principalmente devido à impossibilidade de explorar todas as vertentes da Agricultura 4.0. Uma das principais limitações é o tamanho reduzido da amostra, composta por apenas nove PMEs agrícolas. Embora fosse possível selecionar uma amostra maior, para o que o estudo pedia, estas foram suficientes. Ainda assim, uma amostra mais ampla, que incluía diferentes regiões geográficas e contextos agrícolas, poderia oferecer uma visão mais abrangente da utilização de tecnologias digitais no setor.

Adicionalmente, embora esta investigação tenha abordado o tema do empreendedorismo agrícola, futuras investigações poderiam aprofundar mais este tópico, dada a importância crescente da reinvenção constante dos produtores para garantir a sustentabilidade do setor. Por fim, o método qualitativo utilizado, também pode ser visto como uma limitação, já que este se foca em percepções e experiências individuais, o que resulta numa realidade mais subjetiva. Para investigações futuras, seria interessante combinar métodos qualitativos e quantitativos, de forma a obter resultados mais diversificados, permitindo a comparação entre diferentes regiões e contextos produtivos.

Capítulo 6. Referências Bibliográficas

Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>

Acharya, A. S., Prakash, A., Saxena, P., & Nigam, A. (2013). Sampling: why and how of it? *Indian Journal of Medical Specialities*, 4(2), 330–333. <https://doi.org/10.7713/ijms.2013.0032>

Adamisin, P., Kotulic, R., & Kravcakova Vozarova, I. (2017). Legal form of agricultural entities as a factor in ensuring the sustainability of the economic performance of agriculture. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 63(2), 80–92. <https://doi.org/10.17221/208/2015-AGRICECON>

Aker, J. C., Ghosh, I., & Burrell, J. (2016). The promise (and pitfalls) of ICT for agriculture initiatives. *Agricultural Economics*, 47(S1), 35–48. <https://doi.org/10.1111/agec.12301>

Akhter, R., & Sofi, S. A. (2022). Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(8), 5602–5618. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.05.013>

Akudugu, M., Guo, E., & Dadzie, S. (2012). Adoption of Modern Agricultural Production Technologies by Farm Households in Ghana: What Factors Influence their Decisions? *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2(3), 1–13.

Albiero, D., Paulo, R. L. de, Félix Junior, J. C., Santos, J. da S. G., & Melo, R. P. (2020). Agriculture 4.0: a terminological introduction. *Revista Ciência Agronômica*, 51(5). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200083>

Aldrich, H. E., & Cliff, J. E. (2003). The pervasive effects of family on entrepreneurship: toward a family embeddedness perspective. *Journal of Business Venturing*, 18(5), 573–596. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(03)00011-9)

Alsos, G. A., & Carter, S. (2006). Multiple business ownership in the Norwegian farm sector: Resource transfer and performance consequences. *Journal of Rural Studies*, 22(3), 313–322. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2005.09.003>

Alsos, G. Agnete. (2011). *The handbook of research on entrepreneurship in agriculture and rural development*. Edward Elgar.

Amorim, W., Deggau, A., Gonçalves, G., Neiva, S., Prasath, A., & Guerra, J. (2019). Urban challenges and opportunities to promote sustainable food security through smart cities and the 4th industrial revolution. *Land Use Policy*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104065>

Andrade-Sanchez, P., & Heun, J. T. (2010). *Understanding Technical Terms and Acronyms Used in Precision Agriculture*. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. <http://hdl.handle.net/10150/146427>

Annosi, M. C., Brunetta, F., Monti, A., & Nati, F. (2019). Is the trend your friend? An analysis of technology 4.0 investment decisions in agricultural SMEs. *Computers in Industry*, 109, 59–71. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.003>

- Ayoub Shaikh, T., Rasool, T., & Rasheed Lone, F. (2022). Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107119>
- Balogh, P., Bai, A., Czibere, I., Kovách, I., Fodor, L., Bujdos, Á., Sulyok, D., Gabnai, Z., & Birkner, Z. (2021). Economic and Social Barriers of Precision Farming in Hungary. *Agronomy*, 11(6), 1112. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061112>
- Barabanova, Y., & Krzysztofowicz, M. (2023). *Digital Transition: Long-term Implications for EU Farmers and Rural Communities*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/093463>
- Bardhan, P., & Mookherjee, D. (2012). *Political Clientelism and Capture: Theory and Evidence from West Bengal, India* (International Growth Centre, Ed.).
- Bardin, L. (2004). *Análise de Conteúdo* (3rd ed.). Edições 70.
- Barnes, A. P., Hansson, H., Manevska-Tasevska, G., Shrestha, S. S., & Thomson, S. G. (2015). The influence of diversification on long-term viability of the agricultural sector. *Land Use Policy*, 49, 404–412. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.023>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barney, J. B. (1986). Organizational Culture: Can It Be a Source of Sustained Competitive Advantage? *Academy of Management Review*, 11(3), 656–665. <https://doi.org/10.5465/amr.1986.4306261>
- Björkluna, J. C. (2018). Barriers to Sustainable Business Model Innovation in Swedish Agriculture. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 14(1), 65–90. <https://doi.org/10.7341/20181414>
- Blasch, J., van der Kroon, B., van Beukering, P., Munster, R., Fabiani, S., Nino, P., & Vanino, S. (2022). Farmer preferences for adopting precision farming technologies: a case study from Italy. *European Review of Agricultural Economics*, 49(1), 33–81. <https://doi.org/10.1093/erae/jbaa031>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Borch, O. J., & Arthur, M. B. (1995). Strategic Networks Among Small Firms: Implications for Strategy Research Methodology. *Journal of Management Studies*, 32(4), 419–441. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1995.tb00783.x>
- Borém, A., & de Paula Corrêdo, L. (2022). The Agriculture Eras. In D. M. de Queiroz, D. S. M. Valente, F. de A. de C. Pinto, A. Borém, & J. K. Schueller (Eds.), *Digital Agriculture* (pp. 1–12). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14533-9_1
- Bottrell, D. G., & Ehler, L. E. (2000). The Illusion of Integrated Pest Management. *Issues in Science and Technology*, 16(3).
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>

Britto Júnior, Á. F., & Júnior, N. F. (2011). A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos. *Evidência*, 7(7), 237–250.

Bryden, J. M. (1993). *Farm household adjustment in Western Europe* (Office for Official Publications of the European Communities, Ed.; Vol. 1).

Bucci, G., Bentivoglio, D., & Finco, A. (2018). Precision agriculture as a driver for sustainable farming systems: State of art in literature and research. *Quality - Access to Success*, 19, 114–121.

Butkeviciene, J. (2023). *Digital transition: Long-term implications for EU farmers & rural communities*. European Commission.

Carvalho, D. M. de Prévot, F., & Machado, J. A. D. (2014). O uso da teoria da visão em recursos em propriedades rurais: uma revisão sistemática da literatura. *Revista de Administração*, 49(3), 506–518. <https://doi.org/10.5700/rausp1164>

Caswell, M., Fuglie, K. O., Ingram, C., Jans, S., & Kascak, C. (2001). Adoption of Agricultural Production Practices: Lessons Learned from the U.S. Department of Agriculture Area Studies Project. *Agricultural Economic Reports*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.33985>

CEMA. (2017). *Digital Farming: what does it really mean? And what is the vision of Europe's farm machinery industry for Digital Farming?* www.cema-agri.org

Cheng, C., Gao, Q., Ju, K., & Ma, Y. (2024). How digital skills affect farmers' agricultural entrepreneurship? An explanation from factor availability. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(2), 100477. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100477>

Cheriet, F., Messeghem, K., Lagarde, V., & McElwee, G. (2020). Agricultural entrepreneurship: Challenges and perspectives. *Revue de l'Entrepreneuriat*, 19(4), 13–29. <https://doi.org/10.3917/entre.194.0013>

Chuang, J.-H., Wang, J.-H., & Liang, C. (2020). Implementation of Internet of Things depends on intention: young farmers' willingness to accept innovative technology. *International Food and Agribusiness Management Review*, 23(2), 253–266. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2019.0121>

Clapp, J., & Ruder, S.-L. (2020). Precision Technologies for Agriculture: Digital Farming, Gene-Edited Crops, and the Politics of Sustainability. *Global Environmental Politics*, 20(3), 49–69. https://doi.org/10.1162/glep_a_00566

Dale, V. H. (1997). The relationship between land-use change and climate change. In *Ecological Applications* (Vol. 7, Issue 3, pp. 753–769). Ecological Society of America. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0753:TRBLUC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0753:TRBLUC]2.0.CO;2)

Devkota, S. R. (2005). Is strong sustainability operational? An example from Nepal. *Sustainable Development*, 13(5), 297–310. <https://doi.org/10.1002/sd.255>

Dias, C. S. L., Rodrigues, R. G., & Ferreira, J. J. (2019). Agricultural entrepreneurship: Going back to the basics. *Journal of Rural Studies*, 70, 125–138. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.06.001>

Diederer, P., Van Meijl, H., Wolters, A., & Bijak, K. (2003). Innovation Adoption in Agriculture: Innovators, Early Adopters and Laggards. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales (CESR)*, 67. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.205937>

- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage. *Management Science*, 35(12), 1504–1511. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.12.1504>
- Engelken, M., Römer, B., Drescher, M., Welpe, I. M., & Picot, A. (2016). Comparing drivers, barriers, and opportunities of business models for renewable energies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 795–809. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.163>
- EU SCAR AKIS. (2019). *Preparing for Future Akis in Europe*.
- European Commission. (2003). Commission Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises (2003/361/EC). *Official Journal of the European Union*, L 124, 36.
- European Union. (2024). *Shaping Europe's digital future*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/policies/digitalisation-agriculture>
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255–298. <https://doi.org/10.1086/451461>
- Ferrández-Pastor, F. J., García-Chamizo, J. M., Nieto-Hidalgo, M., Mora-Pascual, J., & Mora-Martínez, J. (2016). Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/s16071141>
- Filho, H., Buainain, A., Silveira, J., & Vinholis, M. (2011). Condicionantes da Adoção de Inovações Tecnológicas na Agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 28(1), 223–255.
- Fitz-Koch, S., Nordqvist, M., Carter, S., & Hunter, E. (2018). Entrepreneurship in the Agricultural Sector: A Literature Review and Future Research Opportunities. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 42(1), 129–166. <https://doi.org/10.1177/1042258717732958>
- Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2010). Microeconomics of Technology Adoption. *Annual Review of Economics*, 2(1), 395–424. <https://doi.org/10.1146/annurev.economics.102308.124433>
- Francisco, V., Corte, D., Dabdab Waquil, P., & Stiegert, K. (2015). Wheat Industry: Which Factors Influence Innovation? *J. Technology Management & Innovation*, 10(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000300002>
- Freeman, R. E., Dmytriyev, S. D., & Phillips, R. A. (2021). Stakeholder Theory and the Resource-Based View of the Firm. *Journal of Management*, 47(7), 1757–1770. <https://doi.org/10.1177/0149206321993576>
- Galioto, F., & Nino, P. (2023). Investigating the reasons behind the choice to promote crop diversification practices through the new CAP reform in Europe. *Land Use Policy*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106861>
- Ghadim, A. K. A., & Pannell, D. J. (1999). A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agricultural Economics*, 21(2), 145–154. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.1999.tb00590.x>

- Ghobadpour, A., Boulon, L., Mousazadeh, H., Malvajerdi, A. S., & Rafiee, S. (2019). State of the art of autonomous agricultural off-road vehicles driven by renewable energy systems. *Energy Procedia*, 162, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.04.002>
- Ghobadpour, A., Monsalve, G., Cardenas, A., & Mousazadeh, H. (2022). Off-Road Electric Vehicles and Autonomous Robots in Agricultural Sector: Trends, Challenges, and Opportunities. *Vehicles*, 4(3), 843–864. <https://doi.org/10.3390/vehicles4030047>
- Gilson, L. L., & Shalley, C. E. (2004). A Little Creativity Goes a Long Way: An Examination of Teams' Engagement in Creative Processes. *Journal of Management*, 30(4), 453–470. <https://doi.org/10.1016/j.jm.2003.07.001>
- Giua, C., Materia, V. C., & Camanzi, L. (2022). Smart farming technologies adoption: Which factors play a role in the digital transition? *Technology in Society*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101869>
- GPP. (2022). *Guia PEPAC Portugal*. www.gpp.pt
- GPP. (2023). *Emprego - Agricultura, Silvicultura e Pesca 1º Trimestre 2023*.
- Grant, R. M. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 33(3), 114–135. <https://doi.org/10.2307/41166664>
- Hazell, P., & Wood, S. (2007). Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 495–515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2166>
- Heikkurinen, P., & Bonnedahl, K. J. (2013). Corporate responsibility for sustainable development: A review and conceptual comparison of market- and stakeholder-oriented strategies. *Journal of Cleaner Production*, 43, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.021>
- Holanda, A. (2006). Questões sobre pesquisa qualitativa e pesquisa fenomenológica. *Análise Psicológica*, 24(3), 363–372. <https://doi.org/10.14417/ap.176>
- INE. (2019). *Recenseamento Agrícola 2019- Análise dos principais resultados- 2019*. www.ine.pt
- INE. (2022). *Censos 2021*. www.ine.pt
- Jawhar, I., Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Zhang, S. (2014). A Framework for Using Unmanned Aerial Vehicles for Data Collection in Linear Wireless Sensor Networks. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 74(1–2), 437–453. <https://doi.org/10.1007/s10846-013-9965-9>
- John, D., Hussin, N., Shahibi, M. S., Ahmad, M., Hashim, H., & Ametefe, D. S. (2023). A systematic review on the factors governing precision agriculture adoption among small-scale farmers. *Outlook on Agriculture*, 52(4), 469–485. <https://doi.org/10.1177/00307270231205640>
- Kallio, T. J., Nordberg, P., & Ahonen, A. (2007). 'Rationalizing sustainable development' – a critical treatise. *Sustainable Development*, 15(1), 41–51. <https://doi.org/10.1002/sd.292>
- Kazancoglu, Y., Lafci, C., Kumar, A., Luthra, S., Garza-Reyes, J. A., & Berberoglu, Y. (2023). The role of agri-food 4.0 in climate-smart farming for controlling climate change-related

- risks: A business perspective analysis. *Business Strategy and the Environment*, 33(4), 2788–2802. <https://doi.org/10.1002/bse.3629>
- Khan, N., Ray, R. L., Kassem, H. S., & Zhang, S. (2022). Mobile Internet Technology Adoption for Sustainable Agriculture: Evidence from Wheat Farmers. *Applied Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/app12104902>
- Khanna, A., & Kaur, S. (2023). An empirical analysis on adoption of precision agricultural techniques among farmers of Punjab for efficient land administration. *Land Use Policy*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106533>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Konopásek, Z. (2008). Making Thinking Visible with Atlas.ti: Computer Assisted Qualitative Analysis as Textual Practices. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17169/fqs-9.2.420>
- Kunisch, M. (2016). Big Data in agriculture – perspectives for a service organisation. *LandTechnik*, 71(1), 1–3. <https://doi.org/10.15150/lt.2016.3117>
- Lalanda, P. (1998). Sobre a metodologia qualitativa na pesquisa sociológica. *Análise Social*, 33(148), 871–883.
- Lan, P., & Young, S. (1996). International technology transfer examined at technology component level: a case study in China. *Technovation*, 16(6), 277–286. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(96\)00005-3](https://doi.org/10.1016/0166-4972(96)00005-3)
- Larson, J. A., Roberts, R. K., English, B. C., Larkin, S. L., Marra, M. C., Martin, S. W., Paxton, K. W., & Reeves, J. M. (2008). Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precision Agriculture*, 9(4), 195–208. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9065-1>
- Lee, J., & Berente, N. (2012). Digital Innovation and the Division of Innovative Labor: Digital Controls in the Automotive Industry. *Organization Science*, 23(5), 1428–1447. <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0707>
- Lehman, H., Clark, E. A., & Weise, S. F. (1993). Clarifying the Definition of Sustainable Agriculture. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 6(2), 127–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF01965480>
- Lezoche, M., Hernandez, J. E., Alemany Díaz, M. del M. E., 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. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103187>
- Li, F., Zang, D., Chandio, A. A., Yang, D., & Jiang, Y. (2023). Farmers' adoption of digital technology and agricultural entrepreneurial willingness: Evidence from China. *Technology in Society*, 73, 102253. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102253>
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322–4334. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910>

- Lokers, R., Knapen, R., Janssen, S., van Randen, Y., & Jansen, J. (2016). Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science. *Environmental Modelling & Software*, *84*, 494–504. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.07.017>
- Malhotra, Y. (1996). *Organizational Learning and Learning Organizations: An Overview*. <http://www.brint.com/papers/orglrng.htm>
- Martinho, V. J. P. D. (2020). Agricultural Entrepreneurship in the European Union: Contributions for a Sustainable Development. *Applied Sciences*, *10*(6). <https://doi.org/10.3390/app10062080>
- Martins, H. H. (2004). Metodologia qualitativa de pesquisa. *Educação e Pesquisa*, *30*(2), 289–300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1517-97022004000200007>
- Masi, M., De Rosa, M., Vecchio, Y., Bartoli, L., & Adinolfi, F. (2022). The long way to innovation adoption: insights from precision agriculture. *Agricultural and Food Economics*, *10*(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00236-5>
- Massukado, M. S. (2008). Análise comparativa de estratégias qualitativas de investigação: possibilidades para a pesquisa em turismo. *Turismo e Sociedade*, *1*(1). <https://doi.org/10.5380/tes.v1i1.11922>
- Mc Fadden, T., & Gorman, M. (2016). Exploring the concept of farm household innovation capacity in relation to farm diversification in policy context. *Journal of Rural Studies*, *46*, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.05.006>
- McElwee, G. (2006). Farmer as entrepreneurs: Developing competitive skills. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, *11*(03), 187–206. <https://doi.org/10.1142/S1084946706000398>
- Mcelwee, G., & Robson, A. (2005). Diversifying the farm: opportunities and barriers. *Journal of Rural Research and Policy*, *4*, 84–96.
- Mentsiev, A., Aygumov, T., & Abdurashidov, S. (2023). Using internet of things technologies to optimize agriculture and increase productivity. In A. Muratov & O. Lygina (Eds.), *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346201037>
- Methorst, R., Roep, D., Verstegen, J., & Wiskerke, J. (2017). Three-Fold Embedding: Farm Development in Relation to Its Socio-Material Context. *Sustainability*, *9*(10). <https://doi.org/10.3390/su9101677>
- Milella, A., Reina, G., & Nielsen, M. (2019). A multi-sensor robotic platform for ground mapping and estimation beyond the visible spectrum. *Precision Agriculture*, *20*, 423–444. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9605-2>
- MOFA, & SRID. (2020). *Agriculture in Ghana: Facts and Figures*.
- Morgan, S. L., Marsden, T., Miele, M., & Morley, A. (2010). Agricultural multifunctionality and farmers' entrepreneurial skills: A study of Tuscan and Welsh farmers. *Journal of Rural Studies*, *26*(2), 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2009.09.002>
- Morris, W., Henley, A., & Dowell, D. (2017). Farm diversification, entrepreneurship and technology adoption: Analysis of upland farmers in Wales. *Journal of Rural Studies*, *53*, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.05.014>

- Moysiadis, V., Sarianniadis, P., Vitsas, V., & Khelifi, A. (2021). Smart Farming in Europe. *Computer Science Review*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100345>
- Næss, P., & Høyer, K. G. (2009). The emperor's green clothes: Growth, decoupling, and capitalism. *Capitalism, Nature, Socialism*, 20(3), 74–95. <https://doi.org/10.1080/10455750903215753>
- Nandyala, C. S., & Kim, H.-K. (2016). Big and Meta Data Management for U-Agriculture Mobile Services. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(2), 257–270. <https://doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.2.21>
- Neto, M. de C., Pinto, P. A., & Coelho, J. P. P. (2005). *Tecnologias de Informação e Comunicação e a Agricultura* (1st ed.). SPI- Sociedade Portuguesa de Inovação. www.principia.pt
- Neves, J. L. (1996). Pesquisa Qualitativa- Características, Usos e Possibilidades. *Caderno de Pesquisas Em Administração*, 1(3).
- Oliver, Y. M., Robertson, M. J., & Wong, M. T. F. (2010). Integrating farmer knowledge, precision agriculture tools, and crop simulation modelling to evaluate management options for poor-performing patches in cropping fields. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.05.002>
- Orsato, R. J., & Clegg, S. R. (2005). Radical reformism: towards critical ecological modernization. *Sustainable Development*, 13(4), 253–267. <https://doi.org/10.1002/sd.283>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Oun, M. A., & Bach, C. (2014). Qualitative Research Method Summary. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 1(5), 252–258. www.jmest.org
- Pande, N., & Deshmukh, P. (2015). ICT: A Path towards Rural Empowerment through Telecommunication, E-governance, and E-Agriculture. *IBMRD's Journal of Management & Research*, 4(2). <https://doi.org/10.17697/ibmrd/2015/v4i2/76772>
- Paradkar, A., Knight, J., & Hansen, P. (2015). Innovation in start-ups: Ideas filling the void or ideas devoid of resources and capabilities? *Technovation*, 41–42, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2015.03.004>
- Patel, S., & Lliyas, S. (2014). Impact of Information Technology in Agriculture Sector. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 4, 17–22.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- Paulus, T. M., & Lester, J. N. (2016). ATLAS.ti for conversation and discourse analysis studies. *International Journal of Social Research Methodology*, 19(4), 405–428. <https://doi.org/10.1080/13645579.2015.1021949>
- Polymeni, S., Plastras, S., Skoutas, D. N., Kormentzas, G., & Skianis, C. (2023). The Impact of 6G-IoT Technologies on the Development of Agriculture 5.0: A Review. *Electronics*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/electronics12122651>

PORDATA. (2023). *Mão de obra agrícola: total e por nível de instrução*.

PORDATA. (2024). *Mão de obra agrícola segundo os Censos: total, a tempo completo e parcial*.

Prashar, D., Jha, N., Jha, S., Lee, Y., & Joshi, G. P. (2020). Blockchain-Based Traceability and Visibility for Agricultural Products: A Decentralized Way of Ensuring Food Safety in India. *Sustainability*, 12(8), 3497. <https://doi.org/10.3390/su12083497>

Ragazou, K., Garefalakis, A., Zafeiriou, E., & Passas, I. (2022). Agriculture 5.0: A New Strategic Management Mode for a Cut Cost and an Energy Efficient Agriculture Sector. *Energies*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/en15093113>

Ramli, S. A., Samah, B. A., Hassan, Md. S., Omar, S. Z., Bolong, J., & Shaffri, H. A. M. (2015). Potential Benefits of ICT for Youth Agro-based Entrepreneurs in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 15(3), 411–414. <https://doi.org/10.3923/jas.2015.411.414>

Rehman, A., Jingdong, L., Khatoon, R., Hussain, I., & Iqbal, M. S. (2017). Modern Agricultural Technology Adoption its Importance, Role and Usage for the Improvement of Agriculture. *Life Science Journal*, 1414(22), 70–74. <https://doi.org/10.7537/marslsj140217.10>

Reichardt, M., & Jürgens, C. (2009). Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. *Precision Agriculture*, 10(1), 73–94. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9101-1>

Reifschneider, F. J., & Hussain, S. (2004). Research Organizations of The World. In C. Wrigley, H. Corke, & C. E. Walker (Eds.), *Encyclopedia of Grain Science* (1st ed., pp. 26–36). Elsevier.

Renting, H., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., Van der Ploeg, J. D., Laurent, C., Perraud, D., Stobbelaar, D. J., & Van Ittersum, M. K. (2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management*, 90, 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.014>

Roberts, R. K., English, B. C., Larson, J. A., Cochran, R. L., Goodman, W. R., Larkin, S. L., Marra, M. C., Martin, S. W., Shurley, W. D., & Reeves, J. M. (2004). Adoption of Site-Specific Information and Variable-Rate Technologies in Cotton Precision Farming. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1), 143–158. <https://doi.org/10.1017/S107407080002191X>

Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2008). Diffusion of Innovations. In D. W. Stacks, M. B. Salwen, & K. C. Eichhorn (Eds.), *An Integrated Approach to Communication Theory and Research*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203710753>

Saetta, S., & Caldarelli, V. (2020). How to increase the sustainability of the agri-food supply chain through innovations in 4.0 perspective: a first case study analysis. *Procedia Manufacturing*, 42, 333–336. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.083>

Saidu, A., Clarkson, A. M., Adamu, S. H., Mohammed, M., & Jibo, I. (2017). Application of ICT in Agriculture: Opportunities and Challenges in Developing Countries. *International Journal of Computer Science and Mathematical Theory*, 3(1). www.iiardpub.org

- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Santos Valle, S., & Kienzle, J. (2020). *Agriculture 4.0 – Agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production* (Vol. 24). FAO.
- Saranya, T., Deisy, C., Sridevi, S., & Anbananthen, K. S. (2023). A comparative study of deep learning and Internet of Things for precision agriculture. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106034>
- Sarni, W., Mariani, J., Kaji, J., & Nabaum, A. (2016). *From dirt to data: The second green revolution and the Internet of Things* (Issue 18). Deloitte Review.
- Schulman, M. (2023). *Farmer and Senior Advisor at Central Union of Agricultural Producers and Forest Owners*. European Commission.
- Sells, S. P., Smith, T. E., & Newfield, N. (1997). Teaching Ethnographic Research Methods in Social Work: A Model Course. *Journal of Social Work Education*, 33(1), 167–184.
- Shepherd, D. A., & Patzelt, H. (2015). The “heart” of entrepreneurship: The impact of entrepreneurial action on health and health on entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing Insights*, 4, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2015.08.001>
- Silva, J. M. P., & Cavichioli, F. A. (2020). O Uso da Agricultura 4.0 como Perspectiva do Aumento da Produtividade no Campo. *Revista Interface Tecnológica*, 17(2), 616–629. <https://doi.org/10.31510/infa.v17i2.1068>
- Silveira, F., Silva, S., Machado, F., Barbedo, J., & Amaral, F. (2023). Farmers’ perception of the barriers that hinder the implementation of agriculture 4.0. *Agricultural Systems*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103656>
- Sonka, S. (2016). Big Data: Fueling the Next Evolution of Agricultural Innovation. *Journal of Innovation Management*, 4(1), 114–136. https://doi.org/10.24840/2183-0606_004.001_0008
- Spangenberg, J. H. (2010). The growth discourse, growth policy and sustainable development: two thought experiments. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 561–566. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.07.007>
- Stål, H. I. (2015). Inertia and change related to sustainability – An institutional approach. *Journal of Cleaner Production*, 99, 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.035>
- Sutherst, R. W., Constable, F., Finlay, K. J., Harrington, R., Luck, J., & Zalucki, M. P. (2011). Adapting to crop pest and pathogen risks under a changing climate. *WIREs Climate Change*, 2(2), 220–237. <https://doi.org/10.1002/wcc.102>
- Tan, Y., & Li, X. (2022). The impact of internet on entrepreneurship. *International Review of Economics & Finance*, 77, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.09.016>
- Tanikawa, T. (2018). Mechanization of Agriculture Considering Its Business Model. In *Smart Plant Factory* (pp. 241–244). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1065-2_16
- Tekinerdogan, B. (2018). *Strategies for Technological Innovation in Agriculture 4.0*.

- Tey, Y. S., & Brindal, M. (2012). Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture*, *13*(6), 713–730. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9273-6>
- Thompson, N. M., Bir, C., Widmar, D. A., & Mintert, J. R. (2019). Farmer Perceptions of Precision Agriculture Technology Benefits. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, *51*(1), 142–163. <https://doi.org/10.1017/aae.2018.27>
- Thrall, P. H., Oakeshott, J. G., Fitt, G., Southerton, S., Burdon, J. J., Sheppard, A., Russell, R. J., Zalucki, M., Heino, M., & Ford Denison, R. (2011). Evolution in agriculture: the application of evolutionary approaches to the management of biotic interactions in agro ecosystems. *Evolutionary Applications*, *4*(2), 200–215. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2010.00179.x>
- Trading Economics. (2023). *GDP from Agriculture in Portugal*. <https://tradingeconomics.com/portugal/gdp-from-agriculture>
- Vecchio, Y., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., & Capitanio, F. (2020). Adoption of Precision Farming Tools: The Case of Italian Farmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(3), 869. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030869>
- Vecchio, Y., De Rosa, M., Pauselli, G., Masi, M., & Adinolfi, F. (2022). The leading role of perception: the FACOPA model to comprehend innovation adoption. *Agricultural and Food Economics*, *10*(5). <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00211-0>
- Veraszto, E. V., Silva, D., Miranda, N. A., & Simon, F. O. (2009). Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. *Prisma*, *8*, 19–46.
- Vougioukas, S. G. (2019). Agricultural Robotics. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, *2*(1), 365–392. <https://doi.org/10.1146/annurev-control-053018-023617>
- Waller, B. E., W. Hoy, C., Henderson, J. L., Stinner, B., & Welty, C. (1998). Matching innovations with potential users, a case study of potato IPM practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *70*(2–3), 203–215. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00149-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00149-2)
- Wang, T., Jin, H., & Sieverding, H. L. (2023). Factors affecting farmer perceived challenges towards precision agriculture. *Precision Agriculture*, *24*(6), 2456–2478. <https://doi.org/10.1007/s11119-023-10048-2>
- Wathes, C. M., Kristensen, H. H., Aerts, J.-M., & Berckmans, D. (2008). Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Computers and Electronics in Agriculture*, *64*(1), 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.05.005>
- Wennekers, S., & Thurik, R. (1999). Linking Entrepreneurship and Economic Growth. *Small Business Economics*, *13*, 27–56. <https://doi.org/10.1023/A:1008063200484>
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, *5*(2), 171–180. <https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>
- West, P. C., Gerber, J. S., Engstrom, P. M., Mueller, N. D., Brauman, K. A., Carlson, K. M., Cassidy, E. S., Johnston, M., MacDonald, G. K., Ray, D. K., & Siebert, S. (2014). Leverage points for improving global food security and the environment. *Science*, *345*(6194), 325–328. <https://doi.org/10.1126/science.1246067>

- Wittwer, S. H. (1979). Future Technological Advances in Agriculture and Their Impact on the Regulatory Environment. *BioScience*, 29(10), 603–610. <https://doi.org/10.2307/1307767>
- World Bank Group. (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0671-1>
- World Bank Group. (2020). *Doing business 2020: comparing business regulation in 190 economies*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1440-2>
- World Bank. (2007). *World development report 2008 : agriculture and development*. World Bank.
- Wu, H.-L. (2008). When does internal governance make firms innovative? *Journal of Business Research*, 61(2), 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2007.06.010>
- Wu, S., Levitas, E., & Priem, R. L. (2005). CEO Tenure And Company Invention Under Differing Levels of Technological Dynamism. *Academy of Management Journal*, 48(5), 859–873. <https://doi.org/10.5465/amj.2005.18803927>
- Yandun Narvaez, F., Reina, G., Torres-Torriti, M., Kantor, G., & Cheein, F. A. (2017). A Survey of Ranging and Imaging Techniques for Precision Agriculture Phenotyping. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 22(6), 2428–2439. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2017.2760866>
- Yang, C., Yan, J., He, X., & Tian, S. (2023). What determines the survival of farmer entrepreneurship: Micro-evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, 86, 334–348. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.03.026>
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3rd ed., Vol. 5). SAGE.
- Zambon, I., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M. G., & Colantoni, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/pr7010036>
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., & Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>
- Zul Azlan, Z. H., Junaini, S. N., Bolhassan, N. A., Wahi, R., & Arip, M. A. (2024). Harvesting a sustainable future: An overview of smart agriculture's role in social, economic, and environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140338>

Capítulo 7. Apêndices

7.1 Fase Inicial

1. Apresentação pessoal e apresentação do estudo.
2. Justificação do estudo e objetivos a alcançar.
3. Procedimentos a serem respeitados.

7.2 Dados de Caracterização

Género:
Idade:
Nível de Escolaridade:
Profissão:
Situação na Profissão (empregado por conta própria ou por conta de outrem, reformado):
Experiência na Agricultura (anos):
Área Agrícola e Área Total:
Principal Produto Agrícola Vendido:
Nº de anos da empresa:

7.3 Entrevista

Utilização de Tecnologias Digitais

1. Conhece tecnologias digitais ligadas à agricultura? Quais?
2. Como avalia o seu nível de conhecimento sobre tecnologias digitais, e como poderia melhorá-lo?
3. Como utiliza as tecnologias digitais na sua propriedade? Porque é que investiu nessa tecnologia em específico?
4. Como é que as tecnologias digitais melhoram o seu desempenho e o ajudam a diferenciar-se dos concorrentes?
5. Ainda utiliza métodos tradicionais na sua exploração? Se sim, de que forma é que os concilia com os tecnológicos?
6. Quais são os principais desafios que enfrenta na utilização de tecnologias digitais na agricultura?

7.5 Códigos mais Citados de forma Hierárquica

