

MESTRADO
GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

**FATORES CONDICIONANTES NA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS
DE VITICULTURA DE PRECISÃO EM EMPRESAS
PORTUGUESAS**

CÁTIA ALEXANDRA MONTEIRO BRAGANÇA NETO

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR SÉRGIO RODRIGUES NUNES

OUTUBRO – 2019

Agradecimentos

A concretização do presente estudo representa mais um marco do meu percurso académico, e não o conseguiria obter sem o apoio incondicional de indivíduos muito importantes na minha vida pessoal, universitária e profissional, pelo que irei exprimir os meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente atribuo os meus agradecimentos à minha mãe e leitora beta Esmeralda Monteiro, cujo apoio moral e motivação provaram ser essenciais à elaboração deste estudo.

Agradecimentos ao professor Sérgio Nunes por ter aceitado ser o meu orientador, pelo conhecimento que partilhou comigo e pela sua disponibilidade sempre que precisava do seu *feedback*.

Ao Pedro Valente, por me ter apoiado durante o meu percurso profissional no período em que elaborei o estudo, oferecendo conselhos que irei aplicar para o resto da minha vida.

Aos participantes deste estudo, pelo que sem a sua noção do tópico da viticultura de precisão, não chegaria às conclusões feitas nesta dissertação.

Finalmente, a todos cujos nomes não mencionei e afetaram o desenvolvimento desta dissertação.

Muito obrigada a todos!

Resumo

A aplicação do conceito da viticultura de precisão a partir de tecnologias de informação impulsionou nos últimos anos reestruturações significativas nos parâmetros do setor vitícola: uma videira e o solo onde a mesma é plantada não são mais vistos como recursos com comportamentos uniformes, e sim segmentadas em parcelas com diferentes propriedades e características, o que permite uma metodologia mais precisa e correta na aplicação de recursos diversos.

A adoção de tal conceito por partes dos viticultores portugueses mostrou ser fundamental face às emergentes barreiras que o setor vitícola nacional enfrenta atualmente, pelo que já são efetuadas campanhas para promover tecnologias da viticultura de precisão. No entanto, a adoção ficou aquém das expectativas, despertando a importância de compreender os motivos que levam à aquisição de tecnologias diretamente relacionadas à viticultura de precisão. Neste âmbito, foi elaborado o presente estudo com o objetivo de estudar os fatores que condicionam a adoção de tecnologias de viticultura de precisão em empresas portuguesas, tendo como principal foco as pequenas e médias empresas.

Para tal, foram entrevistadas cinco empresas vitícolas em relação ao conhecimento e opiniões acerca do tópico da viticultura de precisão, assim como as razões que levaram à sua adoção ou o seu reconhecimento. Os resultados apontam para uma dependência à abertura à tecnologia por parte dos potenciais utilizadores, a complexidade do processo produtivo da empresa bem como outros fatores intrínsecos e extrínsecos à empresa utilizadora do conceito. É esperado que os resultados apresentados na dissertação possam auxiliar no processo de comercialização de tecnologias de viticultura de precisão, e impulsionar mais estudos no contexto da agricultura de precisão no setor agrícola português.

Palavras-chave: Viticultura de Precisão; Tecnologias de Informação; Rega de Precisão

Abstract

The concept of precision viticulture through information technologies propelled in the past years significant restructurings in the grape-producing industry's parameters: a vine and its soil are no longer seen as resources with uniform behaviour, but segmented into sections with distinct properties and characteristics, allowing a more precise and accurate input-application methodology.

The adoption of such concept by grapevine growers has proved to be substantial in the face of the emerging obstacles the Portuguese vine industry currently faces, and an extensive wave of precision viticulture promotion campaigns have been carried out. However, the level of adoption was short of that envisioned, sparking the importance of understanding the motives for acquiring precision viticulture technologies. Within this scope, this study was developed with the goal to explore the factors that condition the adoption of precision viticulture technologies in Portuguese companies, setting as primary focus small and medium enterprises.

To undertake this study, five enterprises in the grape growing industry were interviewed regarding their knowledge and opinions about the topic of precision agriculture, as well as their reasons for adopting and/or acknowledging it. The results point to a dependency on end users' openness to the technologies, the complexity of the enterprise's production process, as well as other factors intrinsic to the enterprise's user.

It is expected that the results of this investigation will help in the process of marketing precision viticulture technologies, along with pushing more studies in the context of precision agriculture in the Portuguese farming industry.

Keywords: Precision Viticulture; Information Technology; Precision Irrigation

Conteúdo

1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. As Tecnologias e Sistemas de Informação no setor agrícola	3
2.2. A Agricultura de precisão	5
2.2.1. Tecnologias de Agricultura de Precisão	6
2.3. A Viticultura de Precisão	7
2.3.1. Aplicações e ferramentas.....	8
2.3.2. Vantagens e Desvantagens da Viticultura de Precisão	9
2.3.3. A Viticultura de Precisão em Portugal	9
2.4. Estudos relacionados à adoção da viticultura de precisão	10
2.5. A framework da investigação (modelos TAM e TOE)	12
3. Dados e Metodologia de Investigação.....	13
3.1. As organizações participantes.....	16
3.1.1. Produtora Vitícola 1 (E1).....	16
3.1.2. Associação Agrícola 1 (E2)	16
3.1.3. Produtora Vitícola 2 (E3).....	16
3.1.4. Produtora Vitícola 3 (E4).....	17
3.1.5. Consultora Agrícola 1 (E5).....	17
4. Análise dos resultados	17
4.1. Contexto tecnológico.....	17
4.1.1. Disponibilidade e maturidade de tecnologia	17
4.1.2. Facilidade de uso e de integração.....	18
4.1.3. Perceção de vantagem de tecnologias.....	19
4.2. Contexto organizacional.....	19
4.2.1. Estrutura e complexidade de processo produtivo de empresa/dimensão de empresa	19
4.2.3. Dimensão de explorações agrícolas.....	20
4.2.4. Abertura à tecnologia por parte de colaboradores.....	20
4.3. Contexto ambiental	21
4.3.1. Competitividade do setor vitícola.....	21
4.3.2. Maturidade tecnológica do setor vitícola	21
4.3.3. Regulações e Apoio Governamental.....	22
4.4. Discussão dos resultados	24
5. Conclusões, Limitações e Sugestões para Investigações Futuras	27
6. Referências bibliográficas.....	29
A. Anexos.....	35

Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1 - Proporção de empresas que utilizam tecnologias da informação e da comunicação (%) por Tipo de tecnologia (informação e comunicação) em 2017. Fonte: Base de Dados da INE (2018)	4
Figura 2 - Ciclo simplificado da Agricultura de Precisão. Fonte: Kagami et al. (2013) ..	6
Figura 3 – Framework de adoção de tecnologias VP. Adaptado de Tornatzky & Fleischer (1990) e de Venkatesh e Davis (2000)	15
Tabela 1 - Estudos sobre a adoção da AP/VP efetuados noutros países.....	12
Tabela 2 - Principais Fatores Condicionantes à Adoção de tecnologias de Viticultura de Precisão.....	23

Siglas e acrónimos

AP – Agricultura de Precisão

GPS – *Global Positioning System*/Sistema de Posicionamento Global

IDI – *Intelligent Devices and Implements*

KMS – *Knowledge Management Systems*/Sistema de Gestão de Conhecimento

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*/Índice de Vegetação por Diferença normalizada

PME – Pequenas e médias empresas

SI – Sistema de Informação

SIG – Sistema de Informação Geográfica

TAM – *Technology Acceptance Model*

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TOE – *Technology-Organization-Environment*

VP – Viticultura de Precisão

1. Introdução

Como atividade económica, a viticultura em Portugal sofreu nas últimas décadas extensas mudanças a nível estrutural; a literatura descreve-a como uma prática em irregular, porém constante evolução registando nos últimos anos um aumento acentuado da produção e exportação de produtos vitivinícolas, conquistas que hoje concedem à área agrícola nacional um forte potencial de crescimento socioeconómico (Organização Internacional da Vinha e do Vinho, 2019). Com uma representação de cerca de 8% da produção agrícola nacional em 2017 e um aumento médio de 3% por ano da produção nos últimos nove anos (Instituto Nacional de Estatística, 2019), o setor enfrenta atualmente inúmeros desafios no setor vitícola tais como a entrada de gigantes como a Austrália, Argentina e os EUA, a constante introdução de novas tecnologias concernentes à gestão da produção da uva e mais recentemente o impacto projetado para as próximas décadas das alterações climáticas no cultivo da uva. A mudança nos parâmetros do setor despoletou a necessidade de adotar métodos mais inovadores no apuramento de processos de produção para melhor explorar eventuais oportunidades de negócio e evitar a emergente degradação da superfície vitícola portuguesa e do seu legado na história da viticultura europeia. É na conjunção deste desafio que a promoção de inovações como a agricultura de precisão (AP), um conceito relativamente recente no setor agrícola nacional e internacional, ganhou algum relevo nas áreas agrícolas e de tecnologias de informação (Neto, 2018). O conceito, apesar de deter um determinado grau de versatilidade na sua aplicação e impacto consoante o seu utilizador e o terreno onde é utilizado, circula à volta do tópico da gestão da informação, permitindo ao produtor agrícola esquematizar e visualizar o seu negócio como o resultado de diferentes fluxos de dados que dão origem a informação vital para o planeamento e monitorização da produção vitícola nas suas várias etapas (Elaine et al, 2015). Isto é efetuado a partir da recolha e processamento de dados relevantes à atividade produtiva do agricultor, que são geralmente obtidos a partir de um conjunto de tecnologias adequadamente selecionados de acordo com as necessidades do produtor.

Uma das noções da AP, a viticultura de precisão (VP) ganhou particular atenção por empresas vitícolas que intencionavam desenvolver novas estratégias para a produção da videira pois, teoricamente, esta inovação é conveniente ao viticultor, que cultiva as videiras a uma distância fixa uma das outras, facilitando assim a aplicação de pontos de amostragem para a recolha de dados (Arnó et al, 2009). Para fomentar a promoção das tecnologias de viticultura de precisão em pequenas e médias empresas (PME) e melhor perceber a natureza complexa da sua aplicação e respetivos seus benefícios, as vantagens e os diferentes métodos de aplicação associados a esta noção têm sido alvo

de diversos estudos e de extensa promoção. No entanto, são quase inexistentes os estudos relacionados à sua adoção em Portugal, apesar da crescente quantidade de oferta de tecnologias relacionadas à AP e VP, levando assim à elaboração deste projeto de investigação, que visa analisar os principais fatores que afetam a introdução de tecnologias VP no setor vitícola nacional.

Neste sentido, foi proposto como primeiro objetivo a composição de um diagnóstico da presença da VP em empresas pertencentes ao setor da viticultura, particularmente devido à escassez de informação disponível acerca do tópico. Baseado neste diagnóstico, irá feita uma compreensão dos eventuais fatores que poderão condicionar ou impulsionar a adoção da VP em Portugal. Esta compreensão irá permitir ao investigador obter resultados que poderão vir a ser adotados não só como base para futuras investigações, mas também como linhas de orientação para entidades que queiram desenvolver soluções AP/VP em Portugal especificamente dirigidos a PME e microempresas. Nesta dissertação, as PMEs agrícolas são definidas como empresas integradas no setor agrícola que empregam menos de 250 pessoas e cujo volume de negócios anual não ultrapassa os 50 milhões de euros ou cujo balanço total não excede os 43 milhões de euros (União Europeia, 2015). Face ao exposto acima, a questão de investigação que suporta este projeto é:

- *Quais são os fatores que condicionam a adoção de tecnologias de viticultura de precisão em PMEs portuguesas?*

A dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma:

- Introdução, onde são especificados e justificados a escolha do tópico para a investigação, os seus objetivos e a sua questão.
- Revisão bibliográfica, em que são discutidos os conceitos de agricultura e viticultura de precisão, a *framework* em que se assenta a investigação, assim como o estado da viticultura de precisão em Portugal.
- Dados e metodologia, em que é apresentada a metodologia adotada na realização da dissertação e os dados analisados para chegar à sua conclusão.
- Análise e discussão de resultados, onde são apresentados, analisados e discutidos os dados obtidos e agregados de forma a apoiar o capítulo conclusivo.
- Conclusões, em que são apresentadas as principais conclusões retiradas da investigação, sugestões para futuros projetos e as suas limitações.

2. Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica desta dissertação tem como principais objetivos:

- Caracterizar os conceitos que gravitam à volta da agricultura de precisão, viticultura de precisão, as suas respetivas ferramentas, vantagens e a sua história em Portugal;
- Descrever a *framework* utilizada como base da metodologia da dissertação.
- Efetuar um levantamento sumarizado de estudos/projetos sobre a adoção da agricultura/viticultura de precisão.

Esta secção do projeto foi elaborada a partir da recolha de artigos de investigação, estudos de caso e dissertações cujas palavras-chave incluíram: sistemas de informação, agricultura de precisão, viticultura de precisão, agronegócio.

2.1. As Tecnologias e Sistemas de Informação no setor agrícola

Historicamente as tecnologias de informação constituíram a base para a composição de sistemas de informação e consistiam em recursos computacionais desenvolvidos especificamente para automatizar o processamento e transmissão da informação relevante ao seu utilizador (Molla & Heeks, 2004). No entanto, de acordo com a ótica de Alter (2008), para comporem um sistema de informação (SI) deverão ser complementadas com o fator humano e o de processos, sendo que as referidas componentes deverão também deter um elevado nível de coordenação entre si de forma a produzir informação relevante à empresa. Adicionalmente, Peterson e Kim (2000) salientam que, em oposição ao seu objetivo primordial de automatização de tarefas e de aumentar a eficiência das suas atividades operacionais, os SI são atualmente vistos como uma componente crítica às atividades a curto e longo prazo das organizações, desenhados com o intuito de prover informação útil ao utilizador e apoiar na tomada de decisões não só a nível operacional, mas também estratégico.

O desenvolvimento da competitividade no setor português e a divulgação de preocupações relacionadas ao crescimento populacional, segurança alimentar e à imprevisibilidade das mudanças climáticas fez com que várias empresas na área agrícola sentisse a urgência de adotar novas metodologias e práticas no seu processo produtivo que permitissem, ao mesmo tempo, proteger e melhorar a base de recursos naturais e aumentar a produtividade (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, 2017).

Das várias áreas que têm contribuído para a criação de soluções que ajudam a ultrapassar tais barreiras, a dos SI destacou-se como sendo indispensável para o

progresso do setor empresarial, resultando na aquisição de serviços e produtos relacionados às TIC, assim demonstrado na figura 1. Apesar da proliferação de tecnologias de informação no mundo empresarial e mais especificamente no setor agrícola, (denominada “Revolução Verde”), o setor agrícola reagiu de forma tardia e lenta às mudanças ocorridas na sua envolvente externa: após ganhar, de forma gradual, conhecimento das vantagens provenientes da utilização de dados espaciais com alto nível de detalhe na análise de solos e vegetação, o desenvolvimento de equipamentos de AP aumentou a um ritmo mais estável durante os anos 90 (Fountas et al, 2004). Aquando da sua adoção, as TIC foram reconhecidas como estímulos para a transformação de vários negócios na área agrícola, por terem auxiliado em serviços de consultoria agrícola a produtores, no desenvolvimento de canais de fornecimento e no processamento e divulgação de informação por parte de cooperativas agrícolas, organizações internacionais e entidades do governo diretamente relacionada à agricultura (Pingali, 2012). Em Portugal, no entanto, esta necessidade surgiu somente mais tarde no início do século XXII, sendo que no início havia maior procura em ferramentas para tarefas administrativas. Segundo Neto et al (2005), tal inércia deveu-se em grande parte a questões de ordem social, económica e técnica, assim como na capacidade de criar soluções tecnológicas de agentes facilitadores do uso de tecnologias.

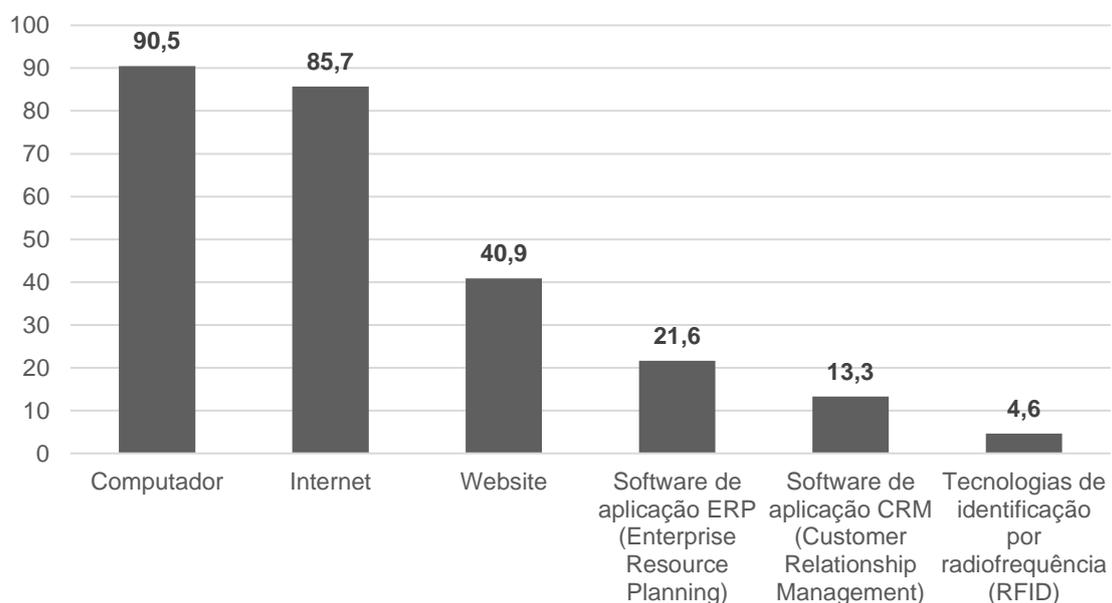


Figura 1 - Proporção de empresas que utilizam tecnologias da informação e da comunicação (%) por Tipo de tecnologia (informação e comunicação) em 2017. Fonte: Base de Dados da INE (2018)

2.2. A Agricultura de precisão

Devido à sua natureza complexa, a agricultura de precisão (AP) pode ser definida de diversas formas. Contudo, no contexto deste projeto, esta noção é definida como um conceito de gestão agrícola baseado na aplicação de estratégias holísticas de gestão utilizando para tal fim tecnologias de informação para efetuar a recolha e processamento de dados diretamente relacionados à plantação/produto, apoiando assim as várias atividades envolvidas no processo produtivo de uma empresa agrícola (Olson, 1998). Esta inovação consiste na aplicação dos vários recursos envolvidos na produção de um bem agrícola num local e hora certa e a uma quantidade rigorosamente pré-definida, tendo como principal objetivo reduzir o uso destas e, simultaneamente, aumentar a eficiência – e em muitos casos a qualidade – da produção, do ambiente de trabalho e da vertente social da atividade agrícola (Gebbers & Adamchuk, 2010).

A história da AP é em grande parte mais motivada por avanços tecnológicos do que progressos especificamente informáticos, tendo surgido nos Estados Unidos nos anos 80 devido à necessidade de modernizar e eventualmente automatizar o processo de produção com tecnologias cujo acesso na altura foi concedido muito recentemente, nomeadamente o GPS e sistemas de monitorização de plantações e gado (Khosla & Mulla, 2015). Estas inovações consistiam em dispositivos aplicadores de fertilizantes, que discriminam a quantidade de fertilizantes por zona de terreno e tendo como principal input dados originados de mapas gerados a partir de tecnologias GPS e sensores físicos e de dispositivos de análise de amostras de solo. Após um período de estagnação na adoção deste conceito ao longo dos anos 90, a popularidade das tecnologias AP disparou dentro da comunidade de agronegócio nos Estados Unidos, tendo depois expandido para países como a Noruega e a Alemanha (Mulla, 2013). Em Portugal, a adoção comercial de sistemas de AP ainda é considerada escassa em comparação com os outros países, apesar do conceito já ser aplicado em diversas explorações agrícolas para fins de investigação. Braga e Pinto (2011) atribui a escassez da adoção desta inovação a fatores tais como o nível educacional e ao conhecimento informático do investidor, a sua capacidade de investimento, a existência de prestadores de serviços e produtos diretamente relacionados à AP e ao eventual suporte técnico, assim como a difícil perceção de lucros provindos da utilização de tecnologias da AP, devido à natureza complexa da sua rentabilidade.

2.2.1. Tecnologias de Agricultura de Precisão

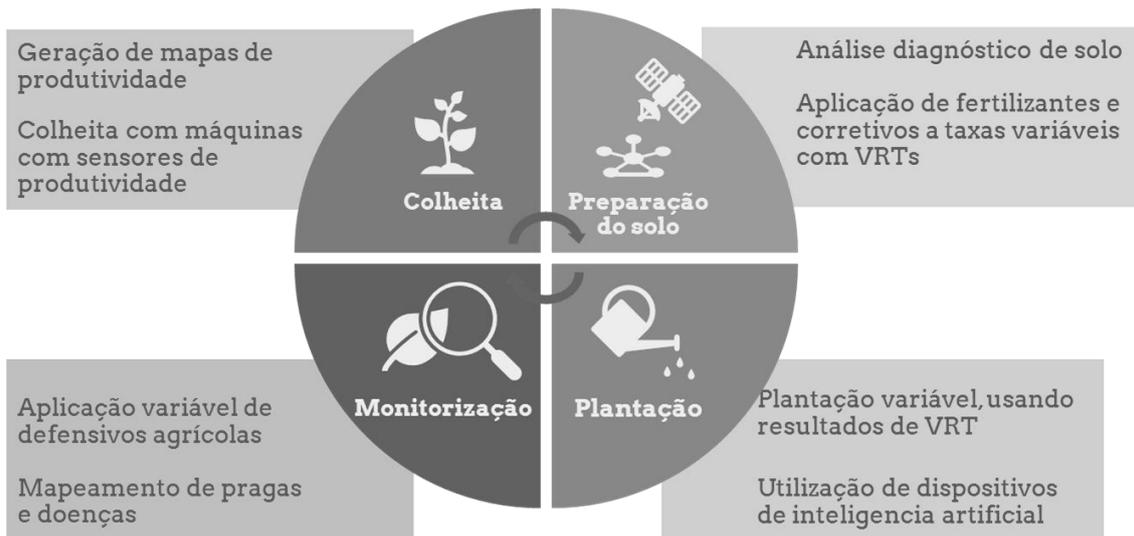


Figura 2 - Ciclo simplificado da Agricultura de Precisão. Fonte: Kagami et al. (2013)

A AP propõe um vasto conjunto de tecnologias que poderão ser combinados de diferentes maneiras, consoante as necessidades e o conhecimento do agricultor. Estas poderão ser agrupadas em três categorias: O sistema de posicionamento global (GPS), os sistemas de informação geográfica (SIG), e as *Intelligent Devices and Implements* ou Implementos e Dispositivos Inteligentes (IDI). (Prasad et al., 2007).

O GPS e os SIG, considerados os catalisadores da componente informática da AP, são utilizados para o posicionamento e análise dos dados recolhidos de uma exploração e a criação de informação geograficamente referenciada. O GPS, a partir da utilização de uma rede de satélites, fornece e triangula informação geográfica a um dispositivo de forma a identificar a sua localização exata para um dispositivo recetor. A disponibilização para uso civil desta inovação nos anos 80 por parte do governo abriu várias oportunidades de negócio e no contexto da AP permitiu efetuar a geração de dados espaciais recolhidos por IDI e que estão diretamente relacionados a fatores agronómicos, que são conseqüentemente processados e analisados por SIG (Sahoo, 2010).

As IDI consistem em qualquer equipamento hardware, móvel ou fixo, com a capacidade de computação e de incorporação com outros equipamentos (Singh, 2007). Das várias IDI disponíveis no mercado, a mais conhecida no contexto da AP é o monitor de produtividade, um aparelho regularmente acompanhado por tecnologias GPS e cujo objetivo consiste em recolher dados da performance de uma plantação para um certo período temporal. Considerada a primeira tecnologia a ser utilizada em implementações experimentais da AP, esta é especialmente popular nos Estados Unidos devendo-se à

extensa dimensão e à natureza das suas explorações agrícolas, mais especificamente denominado “cash crops”, ou culturas massivas de mercado (Fountas et al, 2004).

De acordo com Kagami et al (2013), tais ferramentas poderão ser incorporadas de forma a realizar diferentes atividades em diversas etapas da prática da agricultura tais como: o mapeamento da produtividade do terreno a ser trabalhado durante a fase da colheita, permitindo assim saber que porções de um terreno produzem uma maior ou menor quantidade de produtos; a análise do solo durante a preparação do mesmo, em que é examinada a quantidade de substâncias presentes em amostras de diferentes partes de um terreno, permitindo saber se é necessário ou não o uso de fertilizantes ou adubo.

As várias tecnologias da AP provaram trazer várias vantagens e novas oportunidades para os produtores agrícolas. Na vertente ambiental, possibilita a gestão detalhada e a minimização o uso (ou abuso) dos principais recursos da agricultura: a água, o adubo e fitofármacos tais como pesticidas, herbicidas e fungicidas. Com a adoção em massa desta prática a emissão de substâncias tóxicas e o abuso de recursos naturais vitais para o nosso planeta poderá diminuir de forma significativa (Swinton & Lowenberg-DeBoer, 2001). Financeira e logisticamente a AP, quando implementada de forma a adequar às necessidades, permite a redução de custos de produção e do risco da atividade agrícola, e o aumento dos rendimentos obtidos do terreno dentro de uma série de restrições ambientais e financeiros (Allahyari et al., 2016). A nível socioeconómico, a meta geral da AP é de contribuir para integrar a prática da agricultura atual no mundo de negócios, em que a informação é um ativo que precisa ser armazenado, processado e utilizado para gerar proveitos, assim como a criação de trabalhos ligados às TI no setor agrícola (Swinton & Lowenberg-DeBoer, 2001).

2.3.A Viticultura de Precisão

A prática da viticultura remonta no mínimo há seis mil anos, e compreende atividades que têm sofrido transformações a nível tecnológico e estrutural, sendo aperfeiçoada ao longo do tempo e expandida para diferentes países (Haapala, 2004). Existem a nível mundial mais de 79 variedades autorizadas de vinhedos com capacidade de produzir uva para consumo, sendo que cada uma das variedades exibem características biológicas distintas, requerem um planeamento rigoroso do processo de produção e são sujeitas a diferentes tipos de ambiente e tratamentos de forma a cumprirem padrões de qualidade criados e exigidos internacionalmente (Reynolds, 2017). A meticulosidade envolvida na produção da uva deve-se maioritariamente ao complexo ciclo vegetativo da fruta que normalmente coincide com diferentes estações de ano e cujo processo de produção compreende fases planeadas e executadas de forma organizada (Matese &

Di Gennaro, 2015). A estes desafios acrescenta-se a precisão necessária na mensuração e aplicação dos seus recursos, especificamente no nível de pH e salinidade do solo, na quantidade de açúcar de uva e ainda das condições climáticas que restringem a plantação.

A fim de cumprir estes requisitos e ultrapassar simultaneamente desafios de cariz ambiental e económico, a necessidade de apurar as tecnologias usadas em cada fase fenológica da uva tornou-se cada vez mais inevitável para os produtores. As funcionalidades da VP asseguram um processo de controlo de qualidade das uvas mais eficiente, independentemente dos fatores externos a que está adstrita, e permite ao produtor maximizar o seu controlo sobre a produção, uma tarefa complexa de realizar devido ao alto nível de heterogeneidade da produção vitícola, provocado maioritariamente pelas características pedo-morfológicas do solo e da plantação em si (relevo, nível de erosão, capacidade de absorção de água, entre outros) e mudanças sazonais do clima (Reynolds, 2017).

2.3.1. Aplicações e ferramentas

A aplicação da viticultura de precisão na produção vitícola conta com diversos tipos de IDI. Estas poderão ser agrupadas em duas categorias:

- As tecnologias de monitorização, cujo objetivo congloba recolher dados por método de georreferenciação em relação à posição geográfica de um vinhedo de forma a identificar os diferentes níveis das suas propriedades;
- As tecnologias de aplicação diferenciada de recursos, que recebem como principais inputs os dados recolhidos e processados pelas tecnologias de monitorização e usam-nos para efetuar a aplicação de recursos agrícolas, de acordo com as necessidades heterogéneas da vinha (Matese & Di Gennaro, 2015).

Das tecnologias de monitorização destacam-se os sensores de deteção proximal, que consistem em ferramentas como estações meteorológicas microclimáticas e sensores aplicados no próprio terreno. Também estão incluídos os dispositivos de deteção remota, que operam através de satélites (e mais recentemente dos UAV, mais conhecidos como *drones*) para obter mapas aéreos de índices vegetativos de uma plantação tal como o vigor de uma vinha ou o índice de vegetação por diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, ou NVDI) (Tisseyre & Taylor 2005).

As tecnologias de aplicação diferenciada incluem por sua vez os VRT (*variable rate technology* ou tecnologia de aplicação diferenciada) e robots desenvolvidos para fins relacionados à VP. Os últimos, apesar de ainda estar em fase de desenvolvimento, têm adquirido muita atenção no setor devido à sua capacidade de automação e de precisão na execução do processo da preparação do solo, do cultivo e da monitorização das vinhas. Um exemplo a destacar é o *VINBOT*, desenvolvido com o apoio do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, entre outras entidades, e cujo sistema de sensores fotográficos permite navegar, localizar e adquirir dados relacionados à produtividade de uma vinha autonomamente, de forma a eventualmente prever informação futura sobre a plantação (Guzman et al, 2016).

2.3.2. Vantagens e Desvantagens da Viticultura de Precisão

Apesar da brevidade do seu histórico no setor agrícola, é atribuída à viticultura de precisão um conjunto de benefícios que afetam não só a plantação em si, mas a gestão da produção da uva por parte do produtor. Bramley et al (2009) investigou no seu relatório a utilização de dados espaciais no planeamento da plantação da uva, realizando para tal análises de solo e mapeamentos de produtividade, e destacou como principal benefício uma melhor compreensão da natureza da variação do vinhedo e a obtenção de uma base informada para o design de um vinhedo, desde que tais tecnologias sejam complementadas por conhecimento empírico e que sejam usadas as tecnologias de precisão adequadas para o terreno em questão. A VP também foi exposta como uma das melhores soluções para os desafios despoletados pelas alterações climáticas, devido ao seu efeito nas propriedades fenológicas da uva, no *timing* do ciclo vegetativo da fruta e na qualidade das suas substâncias (Leeuwen & Darriet, 2016). A complexidade da aplicação da viticultura de precisão, entretanto, apresenta uma barreira para a sua adoção: a instalação e utilização de ferramentas VP requer um determinado nível de conhecimento informático, visto que os dados recolhidos e processados deverão ser interpretados pelo produtor a fim de transformar a informação recebida pelos equipamentos em conhecimento útil para a tomada a decisão (Fountas et al, 2004).

2.3.3. A Viticultura de Precisão em Portugal

O setor vitícola português é descrito como uma das atividades mais relevantes no contexto da economia nacional, representando em 2018 8.2% da produção anual das principais culturas agrícolas em Portugal e 14% do total da área plantada (Instituto Nacional de Estatística, 2018). Intitulado como o país europeu com a quarta maior superfície de produção de uva e o 9º maior exportador de vinho mundial, Portugal exerce

um papel relevante na viticultura internacional como produtor da uva e vinho (Organização Internacional da Uva e Vinho, 2019).

A presença da viticultura de precisão foi introduzida no país a partir da promoção do conceito da agricultura de precisão, um termo mais geral e cuja adesão foi mais pronunciada na viticultura. Este fenómeno deve-se maioritariamente a projetos dirigidos ao impulsionamento da maturidade tecnológica da viticultura. *CloudMapper*, *Smartcrop* e *VINBOT* são exemplos de empreendimentos europeus criados para este propósito, desenvolvidos com o apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA) por diversas associações e empresas privadas, e que se apresentam em fase de testes de modo a analisar os seus custos em relação aos seus benefícios (Braga, 2016).

Ameaças como as alterações climáticas, que constituem um dos agentes mais discutidos no âmbito da viticultura portuguesa, exigem um nível de adaptação somente exequível a partir de tecnologias como as oferecidas pela VP, e estudos efetuados em Portugal já registaram benefícios em diferentes processos de produção da viticultura: Saianda (2017) na sua dissertação pretendeu maximizar a homogeneidade das propriedades de uma vindima utilizando ferramentas de viticultura de precisão, segmentando o terreno em parcelas e estudando o efeito da monda dos cachos no valor de NVDI das uvas em cada segmento. Apesar de não ter sido possível obter este objetivo, foi identificado que a monda de cachos no segmento com maior valor de NVDI causou uma aproximação dos teores de fenóis totais e antocianinas, duas substâncias normalmente associadas a germicidas e à pigmentação das folhas, respetivamente. Tal conclusão permitiu ao agricultor aplicar a monda de forma a não interferir negativamente com as propriedades da plantação, e consequentemente intervir de forma mais estratégica na produção da uva.

A nível da utilização comercial, a segmentação da vindima com recurso a cartas de NVDI e de condutividade elétrica do solo (sendo o último um dos principais fatores para a absorção da água pelas plantas) tem sido das práticas mais populares no âmbito da VP, tendo como intuito a melhor gestão da aplicação de nutrientes em diferentes secções de uma exploração (Braga & Pinto, 2011).

2.4. Estudos relacionados à adoção da viticultura de precisão

O crescimento da aplicação da AP em culturas vitícolas desencadeou a publicação de investigações que abordam a adoção da viticultura de precisão. Uma investigação realizada em Kansas, EUA (Miller et al., 2017) visou estudar um conjunto de quintas agrícolas a fim de quantificar a sequência da adoção de *bundles* num conjunto de três

tecnologias de AP (mapeamento da produtividade, ferramentas de amostragem de solo e de aplicação variada). Conclui-se que, apesar da aparente complexidade por trás do uso e implementação de tecnologias AP e da pouca probabilidade de uma empresa adicionar uma nova tecnologia AP ao conjunto já existente, as explorações que usam um certo *bundle* de tecnologias num certo ano – à exceção de tecnologias de aplicação variada, que normalmente é utilizada como um complemento às outras tecnologias - tinham alta probabilidade de manter as mesmas tecnologias no ano seguinte. Tais resultados apontam para uma taxa crescente, porém lenta, da adoção de tecnologias de AP nos Estados Unidos, principalmente no que tocam os monitores de produtividade. Outro estudo efetuado em quintas agrícolas italianas (Bucci et al, 2019) concluiu que o nível de informatização de empresas agrícolas está diretamente ligado às características socioeconómicas dos agricultores, nomeadamente a idade e o nível de educação. Estes fatores não foram reconhecidos como fatores relevantes pelo Benoit et al (2012), mas estes constataram que a adoção de tecnologias AP dependem fortemente da perceção da facilidade de uso por parte do agricultor, e que este está vinculado fortemente com a compatibilidade da tecnologia com os equipamentos e operações já existentes, da qualidade do apoio técnico no uso da tecnologia e do conhecimento pré-adoção. Tais inferências provam que os fatores que gravitam à volta da adoção são tão complexos quanto o próprio conceito da AP, e é necessário impulsionar cada vez mais estudos acerca deste tópico.

Título (Região)	Metodologia de pesquisa	Conclusões/Fatores	Autores
Farmers' Adoption Path of Precision Agriculture Technology (Kansas, EUA)	Modelo de Markov	<ul style="list-style-type: none"> - Quintas que utilizaram todas as tecnologias ou nenhuma mantiveram-se na mesma posição - Quintas que utilizaram somente mapeamento de produtividade acabaram por adotar outras tecnologias AP, mas a um ritmo menos acelerado 	Miller et al. (2017)
Factors affecting ICT adoption in agriculture: a case study in Italy (Itália)	Regressão Linear Múltipla	<ul style="list-style-type: none"> - O tamanho da empresa não aparenta influenciar a informatização de uma empresa - Idade do agricultor afeta negativamente a propensão para a adoção de TICs na prática da agricultura, enquanto que o 	Bucci; Bentivoglio, Finco. (2019)

		<p>seu nível de educação afeta positivamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existe uma assimetria de informação entre procura e oferta, o que restringe os agricultores a comprar novas tecnologias. 	
<p>Factors Influencing the Adoption of Precision Agriculture Technologies by Nebraska Producers (Nebraska, EUA/Austrália)</p>	<p>Regressão de Poisson</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Idade do agricultor não tem efeito significativo na adoção de tecnologias, apesar de ter um estimador negativo - O número de hectares da exploração e o uso de telemóveis com acesso à internet afetam a adoção de tecnologias AP. - Quintas que não utilizam sistemas de irrigação têm menos propensão para adotar tecnologias AP. 	<p>Castle; Lubben e Luck. (2016)</p>
<p>IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology (Quebec, Canadá)</p>	<p>Análise de mínimos quadrados parciais</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Adoção de tecnologia é determinada pela perceção da facilidade de uso e de utilidade da tecnologia AP, assim como a disponibilidade da tecnologia. - A abertura à tecnologia e o nível de educação do agricultor afetam positivamente a adoção. - A idade e a dimensão da exploração não têm nenhum efeito na adoção. 	<p>Aubert; Schroeder e Grimaudo. (2011)</p>

Tabela 1 - Estudos sobre a adoção da AP/VP efetuados noutros países

2.5. A framework da investigação (modelos TAM e TOE)

Estudos tais como o de Filho et al (2011) são derivados da área da sociologia e economia rural identificam diversas condicionantes para a adoção e difusão de tecnologias no setor agrícola, sendo os mais comuns o tamanho da propriedade, o capital humano, método de domínio sobre o terreno (arrendamento, parceria, direitos de propriedade), trabalho, meios alternativos de proveitos, entre outros *drivers*. Tais investigações derivam da framework *Technology-Organization-Environment* (TOE), que indica uma ligação entre os contextos tecnológico, organizacional e ambiental de uma firma e a sua influência conjunta sobre uma inovação tecnológica. Esta tem sido igualmente utilizada para analisar a adoção de *e-business*, softwares de *enterprise resource planning* (ERP), e *social media* (Zhu et al, 2003; Awa et al, 2016; Tripopsakul, 2018).

Segundo Baker (2011), o contexto tecnológico da *framework* inclui todas as tecnologias pertinentes à empresa: tecnologias atualmente utilizadas pela empresa e as que se encontram no mercado, mas não foram ainda adquiridas. Esta dimensão é relevante para o nível de aceitação de uma tecnologia por parte uma empresa pois, por um lado, influencia a margem da evolução tecnológica que uma empresa pode assumir e, por outro lado, o potencial e os limites das tecnologias existentes no mercado. Baker também esclarece que as tecnologias disponíveis no mercado podem ser classificadas como incrementais, sintéticas, ou mudanças descontínuas, sendo atribuída a cada tipo um nível de risco e disrupção. As tecnologias de VP poderão ser classificadas como mudanças descontínuas, mais comumente designadas “inovações radicais”, devido à sua capacidade de substituir tecnologias posteriores e por vezes até processos inteiros.

O contexto organizacional por sua vez inclui as características internas da empresa, como os seus recursos humanos e como estão organizados em termos de hierarquia, os processos de comunicação utilizados pela empresa e a disponibilidade de recursos; já o contexto ambiental consiste nos fatores externos da empresa, compreendendo a estrutura do setor, a presença (ou ausência) de fornecedores de serviços tecnológicos e o ambiente regulatório do próprio setor (Baker, 2011).

A *framework* é utilizada no âmbito desta dissertação em combinação com o modelo estendido de aceitação da tecnologia (TAM) de Venkatesh e Davis (2000), uma das teorias mais primordiais na área dos SI que serve como base para a relação existente entre as variáveis externas na decisão da adoção de uma tecnologia, sendo que estas são fundamentadas particularmente em fatores comportamentais, económicas e utilitárias (Awa et al, 2015). Este modelo teoriza que a decisão da adoção de uma tecnologia deve-se à influência conjunta da facilidade de uso e a utilidade percebida, a intenção de usar, assim como a experiência do utilizador, a qualidade do output e a relevância do trabalho para a empresa como um todo.

Uma das grandes vantagens da TAM e do TOE são a sua capacidade de serem adaptadas para diferentes objetos de pesquisa, e provaram ser recursos valiosos para a redação do guia para esta dissertação. Ao amalgamá-las, obtém-se um modelo conceitual com a capacidade de explicar de forma holística a intenção da adoção do conceito da AP e as suas várias tecnologias.

3. Dados e Metodologia de Investigação

A escolha da metodologia de uma investigação é de extrema importância, pois esta deve adequar-se aos objetivos especificamente estabelecidos para a investigação e simultaneamente considerar os interesses e capacidades do investigador (Martins &

Pinto, 2015). No contexto desta dissertação, a adoção do conceito da VP e consequentemente das tecnologias relacionadas ao conceito implica uma análise profunda e complexa, pelo que envolve tópicos tanto tecnológicos como socioeconómicos. À luz disso, a presente investigação é de natureza qualitativa exploratória, tendo como principal foco a premissa de que irão ser estudadas as características relacionadas ao fenómeno em estudo, retirando componentes analíticas dos próprios dados recolhidos durante a investigação.

A recolha de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e de análises de documentos organizacionais pois estes auxiliam na obtenção de informações tanto objetivas como subjetivas sobre um tema, e estão mais adequadas às investigações com finalidades exploratórias por permitir “afinar questões” e formular de forma mais precisa os conceitos relacionados à pesquisa. Esta metodologia, comparativamente aos métodos quantitativos, é geralmente mais compatível com objetos de estudo que derivam das ciências de informação, e permite ao investigador adquirir uma compreensão do objeto mais abrangente e mais consistente com a realidade em que está inserido, tendo em conta que a estrutura teórica que alicerça a pesquisa é elaborada de forma aprofundada, e que o método é bem empregue para o tipo de pesquisa a ser efetuado (Souza, 1989).

Para a realização das entrevistas, foram elaborados guiões com base na *framework* criada para esta investigação (ilustrada na figura 3) de modo a permitir ao investigador extrair o máximo de dados do entrevistado de forma organizada, coesa e relevante à análise que sucede esta etapa. As entrevistas tiveram como principal finalidade obter a perceção do setor vitícola para com o conceito da VP e a sua suscetibilidade para a adoção de tecnologias VP, e foram realizadas com organizações que são suscetíveis de adotar, ou que já adotaram tecnologias de VP. Para melhor analisar a envolvente externa dos fatores estudados nesta dissertação, foram criados dois guiões, tendo em conta o papel do entrevistado no setor vitícola (utilizador da tecnologia ou fornecedor de serviços ou produtos relacionados à VP). Assumiu-se que os entrevistados detinham um alto conhecimento sobre o processo produtivo da uva, assim como a estrutura e o historial da viticultura portuguesa, podendo ou não ter adotado alguma tecnologia relacionada à VP.

Este método de pesquisa já foi utilizado amplamente em investigações relacionadas à adoção de tecnologias de informação emergentes e aos fenómenos sociais que afetam a sua envolvente. Um fator diferenciador desta investigação face a outras consiste na recolha de informação de organizações que fornecem serviços relacionados à VP como

consultoras e associações de viticultores, para além dos utilizadores dos serviços/tecnologias.

Os pedidos de participação no estudo foram primeiramente submetidos por e-mail de forma aleatória, tendo sido utilizadas bases de dados como a da *Wines of Portugal* e ViniPortugal. Várias destas empresas foram igualmente contactadas por telefone. Foram planeadas seis entrevistas com seis diferentes empresas, sendo três delas produtoras na área da viticultura, e as restantes organizações que fornecem serviços de consultoria ou produtos tecnológicos a produtores vitícolas. Das seis entrevistas planeadas cinco foram realizadas, via contacto telefónico.

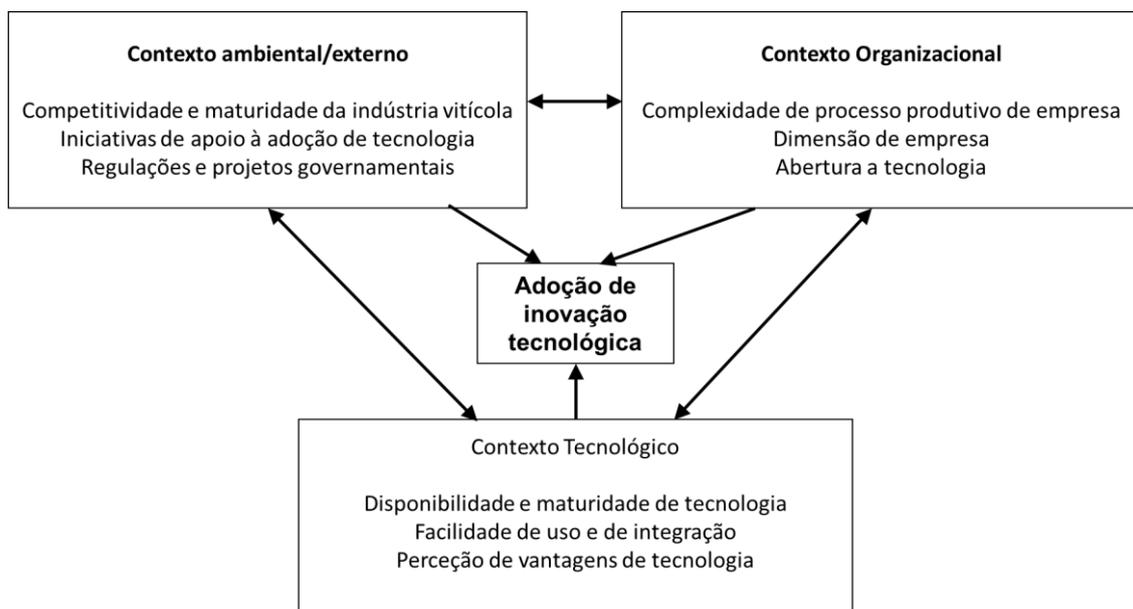


Figura 3 – Framework de adoção de tecnologias VP. Adaptado de Tornatzky & Fleischer (1990) e de Venkatesh e Davis (2000)

Os dados provenientes da transcrição das entrevistas e da análise de documentos disponibilizados pelas empresas foram analisados utilizando como principal ferramenta o Microsoft Excel. A análise de dados qualitativos foi realizada compilando todas as perguntas e respostas numa única folha de cálculo, organizando as referidas respostas por grupo de empresa (produtor ou consultor), codificando-as por tópico e analisando a frequência de cada tópico. Foram identificados 50 diferentes tópicos, que foram agrupados por contexto (tecnológico, organizacional e ambiental) e cuja frequência foi analisada.

3.1. As organizações participantes

3.1.1. Produtora Vitícola 1 (E1)

A empresa, de origem britânica e portuguesa e situada na DOC do Douro, é considerada no setor vitícola uma das organizações mais tecnologicamente avançadas e líderes em inovação na viticultura e enologia portuguesa. Os valores da empresa consistem, entre outros, na sustentabilidade assegurada pela gestão responsável dos seus recursos e ao mesmo tempo contribuir positivamente para o futuro das regiões onde está presente, seja na utilização eficiente da água, na construção de infraestruturas sustentáveis e na gestão eficiente de resíduos.

Para assegurar a promessa de produção de qualidade, a empresa utiliza igualmente ferramentas de VP tais como de mapeamento de vinhas em 2D, que consiste na esquematização detalhada por meio de imagens aéreas de infravermelho com o objetivo de estudar a variabilidade das características da vinha, nomeadamente a sua produtividade e o nível de maturação.

3.1.2. Associação Agrícola 1 (E2)

Esta associação, localizada na zona de Alenquer, é uma empresa sem fins lucrativos fundada em 1990, que defende os viticultores da sua DOC e oferece apoio técnico com vista a melhorar a sua atividade produtiva. Algumas das suas atividades incluem formações de ação para PMEs relativas à gestão agrícola, aconselhamento técnico personalizado na área da viticultura em termos de instalação de vinha, amostras de solos, análises foliares. A associação mantém relações com fornecedores de serviços tecnológicos a fim de estarem a par do desenvolvimento de novas tecnologias e novos métodos na área vitícola. De realçar que a associação realiza jornadas técnicas periódicas que consistem em sessões de esclarecimento e de partilha de conhecimento sobre as últimas tendências no mercado, sendo uma delas o conceito da VP.

3.1.3. Produtora Vitícola 2 (E3)

Situada no concelho de Borba em Orada, esta empresa tem como principal missão a produção de vinhos de qualidade e de marcas de valor acrescentado ao consumidor, tendo igual atenção à preservação da natureza. Detém cerca de 200 hectares de vinha com cerca de 30 anos, onde produzem sete diferentes castas em sistema de produção integrada. Tal sistema consiste na produção de bens agrícolas reconhecidos pela sua qualidade, reduzindo para este efeito a aplicação de produtos fitofarmacêuticos e dando ênfase a métodos biológicos e biotécnicos para lutar contra pragas e outras doenças.

Este sistema é compatível com o uso de ferramentas VP, visto que os objetivos ambientais e logísticos deste sistema coincidem com os da VP.

3.1.4. Produtora Vitícola 3 (E4)

A terceira empresa entrevistada fica situada no centro da Denominação de Origem Controlada (DOC) do Douro e desfruta de solos xistosos e diferentes altitudes e exposições solares, permitindo a plantação de diferentes castas naturais da própria região.

3.1.5. Consultora Agrícola 1 (E5)

Esta empresa, sediada em Sintra e fundada por técnicos com mais de 20 anos de experiência em agronomia, visa desenvolver soluções para o aumento da capacidade produtiva e da qualidade de culturas, conciliando os diferentes sistemas de produção utilizados por um cliente com as tecnologias mais apropriadas para as suas necessidades. A empresa realiza análises precisas de culturas e dos seus ecossistemas agrícolas e mapeamentos das próprias culturas. De acordo com o técnico entrevistado, o processo de mapeamento é onde se destacam em relação ao mercado, pois não só efetuam a recolha dos dados, mas também os interpretam, oferecendo diferentes soluções tecnológicas ao cliente e informação relevante ao crescimento da cultura.

4. Análise dos resultados

Nesta secção são apresentados e analisados os resultados obtidos no estudo, tendo em conta a revisão literária e a *framework* elaborada para a realização deste estudo.

4.1. Contexto tecnológico

4.1.1. Disponibilidade e maturidade de tecnologia

Os dados recolhidos confirmam que na área vitícola portuguesa a oferta de tecnologias relacionadas a VP e de serviços de acompanhamento técnico é significativo, comprovada pelas tecnologias usadas ou fornecidas pelos entrevistados, assim como a facilidade de obtenção de informação acerca da aplicação deste conceito em websites portugueses. Existe, no entanto, uma concentração da oferta de soluções relacionadas à gestão de recursos hídricos, assim denominada “rega de precisão”. Esta conclusão difere da situação que ocorre em países como os Estados Unidos, em que os monitores de produtividade são as soluções mais vendidas no setor agrícola. É de esperar tal diferença pois nos Estados Unidos a dimensão média das explorações é 12 vezes

superior à de Portugal, justificando a prioridade de analisar, identificar e gerir uma grande exploração em diferentes segmentos.

A maturidade das tecnologias de rega de precisão disponibilizadas no mercado difere, no entanto, de fornecedor a fornecedor, visto que o conceito da VP se encontra bem divulgada dentre os produtores vitícolas, mas aplicada a níveis diferentes de maturidade. O entrevistado da consultora E5 chega a referir que “(...) *A maioria das empresas o que faz é rega de precisão, (...) têm sensores que medem o estado hídrico das culturas e do solo e ajustam a regulação da rega em conformidade com o que os sensores recebem.*” A rega de precisão consiste na prática da AP com foco na gestão de recursos hídricos, utilizando para tal fim ferramentas como estações meteorológicas, sistemas de rega automática por aspersão (mais conhecidas por *pivots*), sondas de medição da humidade no solo e cartas NVDI – utilizadas atualmente pelas empresas E2 e E3, e que irão ser implementadas pela E4 no próximo ano. E5 ainda acrescenta que o conjunto das tecnologias que se inserem no conceito da AP é vasto e em constante inovação, pelo que deverá ser expandido a oferta de ferramentas mais versáteis e baratas. O presente estudo confirma tal necessidade, pelo que a adoção da VP depende copiosamente da promoção das outras tecnologias disponibilizadas no mercado, tais como as que permitem uma melhor gestão de fitofármacos e fertilizantes, e não somente das mais populares ou mais rentáveis, e de como o produtor poderá extrair vantagens a partir da sua correta utilização.

4.1.2. Facilidade de uso e de integração

Um dos fatores mais discutidos durante o processo de recolha de dados é a facilidade do uso e da integração de tecnologias VP e mais especificamente, a carência dela. Muitos dos entrevistados afirmam que, apesar do apoio técnico que recebem de consultores agrícolas, apresentam dificuldades em integrar e utilizar as tecnologias VP originando uma baixa autossuficiência dos produtores. Esta dificuldade é exacerbada pelos altos custos fixos de implementação, o que o colaborador da empresa E4 comenta dizendo que “*Empresas de maior dimensão fazem-no por uma questão de necessidade e por gestão interna, pois o custo dilui-se mais facilmente, e empresas mais pequenas não. Conhecem o conceito, mas não estão a aplicá-la, por uma questão de custo de aquisição e manutenção de equipamento.*” A aquisição e utilização de tecnologias novas poderá causar mudanças profundas e permanentes no processo produtivo de um *terroir*, o que cria alguma reticência por parte dos agricultores na adoção da VP, pois esta constitui grandes investimentos com um elevado nível de risco.

4.1.3. Perceção de vantagem de tecnologias

De acordo com as respostas dos entrevistados, a adoção de tecnologias VP resultou em vantagens como a redução de custos de produção a partir da redução de mão-de-obra e do uso de recursos agrícolas como fertilizantes e fitofármacos; uma melhor gestão de informação interna e de recursos; uma melhor qualidade de produção e da uva em si; o acesso a dados relevantes à prática da viticultura tais como dados meteorológicos; a adoção de práticas mais sustentáveis e amigas do ambiente e uma melhor compreensão dos fatores que afetam o crescimento de uma planta. O entrevistado da empresa E5 exemplifica que casos relacionados com a última vantagem são comuns, em que agricultores que aplicam nutrientes no solo de forma excessiva, sem sequer analisar a relação entre a ocorrência de doenças ou o aparecimento de pragas com a própria aplicação. A viticultora E4 ainda afirma que “*precisamos de ter um conjunto de ferramentas, nomeadamente a agricultura de precisão para podermos intervir de forma (mais) (...) objetiva e direcionada possível*”. Devido às novas exigências do mercado, existe cada vez menos adesão à agricultura empírica, e mais interesse em práticas mais objetivas e que utilizam ferramentas analíticas.

Das vantagens listadas acima, uma melhor gestão (e eventual redução) de recursos, o aumento de nível de qualidade e a integração de práticas mais sustentáveis ao processo produtivo são as mais promovidas aos viticultores portugueses no contexto da comercialização da viticultura de precisão. Os entrevistados apontam como vantagens esperadas dos produtores a possibilidade de obter uma visão mais detalhada do solo e do clima que afeta a sua cultura. Tais vantagens são também asseguradas por várias consultoras e associações agrícolas, afetando de forma positiva a intenção de adotar tecnologias VP. O aumento da produtividade não foi reconhecido no entanto como um efeito imediato da VP pelos entrevistados, pois a implementação desta era acompanhada por uma fase de adaptação e aprendizagem que acaba por reduzir a eficiência da mão-de-obra.

4.2. Contexto organizacional

4.2.1. Estrutura e complexidade de processo produtivo de empresa/dimensão de empresa

Alguns dos pioneiros das tecnologias VP em Portugal representam os maiores produtores vitícolas em Portugal, cuja complexidade do processo de produção da uva exige tecnologias mais sofisticadas e que providenciam dados específicos sobre o estado do produto e dos seus materiais. O entrevistado da E5 ainda afirma que “*Quando*

há empresas de produção profissional, (...) são empresas completas. Essas têm técnicos próprios e investem um pouco mais, mas o agricultor da empresa unipessoal é muito fraco. As plantações das unipessoais costumam ser menores e por isso é mais fácil gerir o solo e os recursos que elas usam.” De facto, a adoção de tecnologias AP a uma etapa tão inicial envolve a aquisição de ativos tangíveis com pouca liquidez, o que acarreta um nível de risco e de rácio custo-benefício que apenas empresas maiores conseguem suportar. No entanto existe um certo nível de versatilidade da aplicação do conceito VP em explorações vitícolas, que pode ser implementada tanto com tecnologias ditas “de ponta”, como com ferramentas mais rudimentares. O entrevistado da empresa E4, que representa uma viticultora que produz em modo biológico, também reconhece que utilizar apenas produtos orgânicos com o melhor racionamento possível exige que *“a sua aplicação tem de ser de certa forma controlada e nesse sentido procuramos apenas usar aquilo que é realmente necessário e (...) procuramos fazer tudo aquilo que são atividades recorridos numa vinha sempre com a preocupação de interferir muito com o ecossistema e tentar recuperar o equilíbrio que existia e que entretanto ao longo do tempo deixou de existir.”* A entrevistada da associação agrícola 1 salienta ainda o facto que empresas vitícolas que produzem a uva e ao mesmo tempo o vinho sentem mais pressão para aumentar a qualidade de uva, pois esta afeta afinal, a cadeia produtiva inteira da empresa. Isto faz com que esta tenha de aplicar técnicas mais cuidadosas e sofisticadas no processo produtivo.

4.2.3. Dimensão de explorações agrícolas

Este fator mostrou-se estar diretamente relacionado com a estrutura da empresa, pois quanto maior a área de explorações agrícolas, mais complexa torna-se o processo de gerir e analisar as suas propriedades e necessidades, existindo, portanto, uma necessidade de recorrer-se a tecnologias que permitem efetuar a gestão dos seus recursos. O entrevistado da E5 salienta que, apesar de haver uma variedade de empresas de todas as dimensões, uma das razões pela qual são requisitados os seus serviços incluem primariamente uma primeira avaliação do solo, mais especificamente quando o número de hectares é mais elevado: *“(...) querem ter um relatório do estado da Terra e o que será necessário para iniciar uma dada produção e então o nosso relatório vem todo um diagnóstico de como está o solo e vem a recomendação dos produtos a aplicar, para equilibrar o solo e para a próxima cultura”.*

4.2.4. Abertura à tecnologia por parte de colaboradores

A adoção de tecnologias VP consiste, na sua essência, na elaboração de um sistema de informação constituindo por tecnologias/hardware, dados, redes e recursos

humanos. Estes últimos estão dependentes, entre outras características, da sua abertura à tecnologia VP e aos conceitos que a rodeiam. A investigação concluiu que existe alguma complexidade à volta deste fator, pois os entrevistados atribuíram uma baixa abertura tecnológica a produtores mais tradicionalistas. O colaborador da E2 chega a afirmar que *“há alguns agricultores pequenos que estão condenados, não porque são pequenos, mas porque não evoluem com os outros, não se quer ver informado. Infelizmente há bastante gente assim (...) que não sabe fazer contas, e que não podem fazer de novas formas.* Apesar da vasta oferta de formações e associações relacionadas à AP e VP nas principais DOC, este diz que *“Têm de ser os próprios agricultores a ir buscar a informação”*. Caso contrário, os mesmos agricultores limitam-se aos mesmos processos e acabam por ignorar as mudanças que ocorrem no contexto externo do seu negócio.

4.3. Contexto ambiental

4.3.1. Competitividade do setor vitícola

O setor vitícola português é constituído por 29 961 empresas, sendo que cerca de 24 000 apareceram somente nos últimos 7 anos (Instituto Nacional de Estatística, 2018). Praticamente todos os entrevistados confirmaram a alta competitividade do setor, o que faz com que muitos produtores queiram ser *“produtivos e avançados”*, e que produzam a uva com melhor qualidade no mercado. O entrevistado da E3 acrescenta que a viticultura é *“muito competitiva, (com um número) elevado de práticas,(pois) o vinho passou a ser moda, é muito complexo e nos obriga a (...) arranjar novas situações de gestão.”*

4.3.2. Maturidade tecnológica do setor vitícola

A influência da maturidade tecnológica na adoção de tecnologias VP aparenta também ter um grau mais elevado de complexidade em relação aos outros fatores teorizados. A entrevistada da E1 disse verificar que *“existe um avanço tecnológico em termos de produção de uva muito grande nos últimos anos.”* Alguns dos entrevistados também mencionam que existe uma distinção entre a abertura ao conceito da VP e à efetiva maturidade do setor vitícola, pois a VP em si é aplicada de diferentes formas e a níveis de sofisticação tecnológica diferentes. Citando o colaborador da empresa E1, *“As pessoas estão abertas a crescer”*, mas não necessariamente a tecnologias VP mais avançadas. Isto faz com que exista uma relativamente baixa adoção de tecnologias VP, apesar do conceito estar bem promovido e implementado no país.

4.3.3. Regulações e Apoio Governamental

Projetos governamentais tais como o Programa de Desenvolvimento Rural 2020, o seu antecessor PRODER, o Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas e a Associação Portuguesa de Agricultura Biológica têm prestado suporte em investimentos agrícolas e florestais e providenciado as condições necessárias para a introdução de empresas agroindustriais no mercado. Os entrevistados concordam que existem mais produtores empenhados em modernizar as suas culturas em virtude destas medidas, tanto a nível da adoção de sistemas de produção como no uso de tecnologias para melhor gerirem os seus *terroirs*. Existe, no entanto, um determinado nível de ‘desconfiança’ a nível fiscal e burocrático por parte dos produtores, assim indicado pelos entrevistados da E1 e E5, o que faz com que muitos percam interesse na adesão aos referidos apoios.

4.3.4. Mudanças Climáticas

O futuro do clima é algo que afeta diretamente a produção vitícola, e por isso constitui uma das maiores componentes dos planos estratégicos a longo prazo de empresas vitícolas. O entrevistado da empresa E1 menciona que *“Cada vez mais existem fenómenos anormais como pode estar muito tempo sem chover de repente aparece uma chuva torrencial que se perde toda e causa uma erosão grande, e grande parte da água, ao invés de infiltrar-se na água vai para os rios e para o mar. Cada vez enfrentamos mais fenómenos climatéricos.”* Existe menos precipitação a cada ano e esta torna-se cada vez mais irregular e imprevisível, tornando gradualmente mais escassos os recursos hídricos, e fazendo com que *“a forma de fazer a agricultura tem de ser bem pensada e bem-adaptada.”*

Os principais fatores condicionantes da adoção de tecnologias de viticultura de precisão identificados durante a análise dos resultados foram sintetizados na tabela abaixo.

Principais fatores mencionados	Frequência
Contexto Tecnológico	
Falta de mão-de-obra como razão para adotar tecnologia VP	(2/3)
Benefícios: redução de custos de produção	(2/4)
Benefícios: melhor gestão de informação interna	(3/5)
Benefícios: melhor qualidade da uva	(3/5)
Malefícios: excesso de informação	(2/3)
Gestão de recursos como razão para adotar tecnologia VP	(1/3)
Malefícios: altos custos/riscos na aquisição	(4/5)
Dificuldade de integração de tecnologias de precisão	(2/3)
Baixa independência de produtores em relação a consultores	(3/5)
Utilização de tecnologias de gestão precisa de recursos hídricos – Rega de precisão	(3/5)
Contexto Organizacional	
Heterogeneidade de clientela por parte de fornecedor de tecnologia quanto à idade e nível de educação	(2/3)
Dimensão de empresa como impulsionador de adoção	(2/5)
Alta abertura de produtores para o conceito da VP tem impacto positivo na adoção da tecnologia	(3/5)
Maior propensão de produtores de uva e vinho de adotar PE	(1/3)
Idade de produtor como razão para adotar ou não tecnologia VP	(2/5)
Importância de compreensão do conceito por trás de tecnologias de VP para a abertura à tecnologia	(3/5)
Baixa abertura de produtores para o conceito da VP tem impacto negativo na adoção da tecnologia	(2/5)
Contexto Ambiental	
Alta competitividade de setor vitícola	(4/5)
Alta maturidade tecnológica de setor vitícola	(3/5)
Governo: impacto positivo no desenvolvimento tecnológico do setor	(3/4)
Governo: impacto negativo no desenvolvimento tecnológico do setor	(1/4)
Necessidade de requisitar apoio técnico de consultoras	(3/5)
Mudanças climáticas como preocupação de setor vitícola	(2/4)

5. Tabela 2 - Principais Fatores Condicionantes à Adoção de tecnologias de Viticultura de Precisão

4.4. Discussão dos resultados

Após análise, os dados recolhidos são discutidos nesta secção da investigação. O objetivo deste segmento consiste em relacionar os resultados do estudo com as perguntas de investigação definidas, e compará-los à literatura existente.

Estudos como os de Aubert et al (2012) e Fountas et al (2004) evidenciam que a granularidade dos dados obtidos a partir do uso de tecnologias de informação no âmbito da AP permite aos agricultores tratar a sua cultura de forma mais heterogénea e de modo a contribuir para uma prática agrícola mais sustentável e eficiente, o que constitui um fator atraente aos produtores conscientes não só das crescentes adstrições que afetam a produção de uva, mas também da usabilidade das tecnologias de informação concebidas para as ultrapassar. Adicionalmente, Braga e Pinto (2011) referem que, apesar da sua adoção ainda permanecer escassa e numa etapa embrionária, vantagens da AP como a aplicação precisa e económica de recursos, assim como os conceitos administrativos que rodeiam à volta da AP já se encontram extensivamente promovidos e comercializados aos agricultores portugueses, atribuindo de igual forma a facilidade da operacionalização das tecnologias como um dos fatores para a adoção de ferramentas VP. Nesta investigação constatou-se igualmente que a facilidade de uso, a perceção de benefícios como uma gestão de recursos mais eficiente, da prática de uma viticultura mais sustentável e de uma melhor gestão de dados gerados são reconhecidos como os mais atrativos da viticultura de precisão e os principais impulsionadores para a adoção das suas tecnologias. Adicionalmente, o estudo permitiu concluir ainda que a noção da melhor qualidade do produto, uma vantagem a qual não é dado grande foco na literatura, também constitui um fator extremamente atrativo para produtores à procura de fontes de vantagem competitiva.

Aubert et al mencionam a urgência da intervenção de especialistas em AP como canais de partilha de conhecimento para a otimização dos benefícios de dados provenientes da AP. No presente estudo, a disponibilidade de suporte técnico pós-aquisição das tecnologias ganhou também aqui alguma relevância como fator, pois a complexidade inerente ao uso das tecnologias VP disponíveis hoje traduziu-se em alguma reticência por parte dos seus utilizadores, pelo que requer o apoio de fornecedores a ganhar uma melhor perceção de como poderá extrair o máximo de benefícios possível, e ao mesmo tempo conciliar os processos produtivos já existentes com outros mais correntes no mercado.

Dos fatores que foram considerados entraves à aquisição de tecnologias VP incluem o excesso de informação e os altos custos iniciais e riscos envolvidos na aquisição das

tecnologias. Tal inferência coincide com os estudos de Ugochukwu e Phillips (2018), que destacam a incerteza que potenciais utilizadores sentem ao considerar adotar um conceito ainda recente no mercado, e cuja relação custo-benefício varia de utilizador a utilizador. Outra inferência relevante é a concentração da disponibilização e utilização de ferramentas da “rega de precisão” e no foco dos produtores vitícolas na redução do uso da água na prática da agricultura, contrastando com os estudos de Miller et al (2017) em que se notou maior interesse na gestão do solo e em assegurar o equilíbrio dos seus nutrientes.

Na vertente organizacional do conjunto dos fatores investigados, a literatura apresenta diferentes perspetivas quanto ao papel das características socioeconómicas do utilizador da tecnologia (o produtor) na sua abertura à tecnologia e da dimensão das explorações agrícolas. Enquanto que autores como Bucci et al (2019) destacam a idade e o nível de educação como fatores condicionantes na abertura tecnológica de empresários na área da agricultura. No entanto na presente investigação o interesse do produtor pela digitalização da sua empresa e pela importância da gestão da informação para o aprimoramento da sua empresa tem estado a ocorrer no setor vitícola independentemente da idade, nível de educação e sexo do produtor, causado em parte pela divulgação universal do conceito por associações agrícolas e programas governamentais de inovação, assim ilustrado pela associação agrícola entrevistada.

Adicionalmente destaca-se que existe uma relação positiva entre a complexidade do processo produtivo da empresa e atitude das empresas em relação à adoção de tecnologias VP, apesar desta relação não ter a mesma relevância que os fatores discutidos anteriormente. Esta relação é também reportada por Castle et al (2016), que no seu estudo afirmam que esta correlação se deve maioritariamente ao facto de produtores maiores estarem mais aptos a investir nestas tecnologias e de contarem com uma margem de eficiência muito maior. A dimensão das explorações agrícolas, que está a certo nível relacionado ao fator da complexidade do processo produtivo, no entanto não foi reconhecida nesta investigação como um fator condicionante da adoção, assemelhando às conclusões dos estudos de Aubert et al (2011) e Bucci et al (2019).

No que toca ao contexto ambiental, a investigação aponta a competitividade do setor agrícola e as iniciativas governamentais no âmbito da inovação digital da agricultura como fatores que condicionam de forma positiva a variável da adoção. Em contraste com este estudo, a literatura aparenta focar-se mais em fatores intrínsecos do que em fatores extrínsecos à propensão da adoção de tecnologias VP. Contudo, o estudo de Pierpaoli et al (2013) constatam que, apesar não terem tanta relevância, a competitividade do setor vitícola e à presença de regulações e iniciativas

governamentais são razões pela qual cada vez mais produtores estão a comprar ferramentas AP. A decisão de tomar uma posição competitiva num certo mercado é dos fatores mais importantes na decisão da adoção de uma tecnologia de AP, assim afirmado por Pierpaoli (2013), que descreve o típico utilizador de AP como um empresário com “*objetivos direcionados à implementação de práticas agrícolas mais produtivas face a pressões competitivas do mercado*”. Bucci et al (2012) e Fountas et al (2004) confirmam adicionalmente a influência positiva de medidas governamentais na Itália e Dinamarca, respetivamente, e que as referidas medidas deviam focar-se não só na facilitação da obtenção de recursos financeiros, mas também na instrução de agricultores quanto ao conceito da AP e VP.

A análise dos resultados também possibilitou destacar a consciencialização das alterações climáticas como um fator positivo para a adoção de tecnologias VP, um fator que não foi reconhecido por nenhum dos autores incluídos na revisão literária. A maturidade tecnológica do setor vitícola, por contrário, não foi reconhecida como tendo qualquer impacto na variável da adoção. Com esta nova inferência pressupõe-se que, apesar da baixa maturidade tecnológica reportada pelos entrevistados, existem empresas que adquirem equipamentos VP. Aubert reconhece o contrário, afirmando que adeptos às tecnologias AP não só sofrem alguma pressão externa por outros utilizadores, mas também são mais suscetíveis à adoção se for empiricamente provado em outros terrenos semelhantes. Descrever o nível da maturidade tecnológica do setor vitícola português envolve alguma dificuldade pois esta ainda se encontra num irregular período de transformação e, no que toca as tecnologias da VP, verificou-se que existe semelhante complexidade na exposição da sua noção. Esta informação poderá ser vantajosa para fornecedores de serviço que poderão demonstrar alguma reticência em entrar no mercado da viticultura de precisão devido à natureza desproporcionada da maturidade tecnológica de empresas vitícola portuguesas: apesar dos diferentes níveis de sofisticação tecnológica existentes no setor, o interesse pelo conceito da VP e dos seus benefícios por parte dos produtores mantém-se igualmente alta.

O conceito da VP vai além da implementação de ferramentas descritas na revisão bibliográfica, e sim na evolução da própria mentalidade e no método de gestão de recursos e de outros processos envolvidos na produção da uva a partir do uso de dados espaciais. Isto implica que a maturidade tecnológica (e consequentemente, os custos de produção e de implementação) de ferramentas VP depende vigorosamente da consciencialização do produtor quanto à importância da integração das tecnologias de informação no processo produtivo da uva, – sendo que tais tecnologias variam vastamente em sofisticação tecnológica, mas que poderão trazer resultados igualmente satisfatórios a diferentes produtores - não só para um melhor conhecimento dos seus

recursos e de como a sua produtividade poderá ser maximizada, mas também para tomadas de decisão menos especulativas e com base em informação objetiva. Tal conclusão não foi referida explicitamente como um fator da adoção de tecnologias VP noutros estudos efetuados neste contexto, pelo que prova ser especialmente relevante a empresas que pretendem comercializar produtos de custos mais reduzidos ou que apelam a produtores de menor dimensão e com menos conhecimento técnico.

5. Conclusões, Limitações e Sugestões para Investigações

Futuras

A presença de tecnologias de precisão na prática de viticultura é inevitável: com novas exigências organizacionais e incertezas a nível ambiental, a informação tornou-se uma necessidade para os grandes produtores, pois esta possibilita um melhor entendimento dos fatores de produção que afetam diretamente o cultivo da uva e de perceber que soluções são as mais adequadas às restrições impostas pelas próprias características. Por esta razão, Portugal enfrenta com certo otimismo o desenvolvimento tecnológico da agricultura, especialmente no que toca aos sistemas de informação.

Este estudo foi elaborado com o objetivo de identificar os fatores socioeconómicos que condicionam a adoção dos sistemas de agricultura de precisão na área da viticultura, tendo como principais alicerces teóricos a *frameworks* TOE e a teoria TAM. A investigação exploratória permitiu ganhar um entendimento da realidade atual do uso de tecnologias na área vitícola portuguesa e perceber que fatores organizacionais, ambientais e tecnológicos o influenciam.

Os resultados deste estudo apontam para um cenário positivo das tecnologias VP, no entanto este é afetado maioritariamente pela abertura à tecnologia por parte dos colaboradores que, contrariamente ao mencionado na revisão literária, é mais influenciada pela afeição ao tradicionalismo do que pela idade ou nível de escolaridade do utilizador. A uva, matéria-prima do vinho e historicamente atada à economia e cultura de várias regiões portuguesas, exige sistemas de produção e processos de cultivo meticulosamente planeados e isto faz com que agricultores fiquem mais reticentes a adotar processos diferentes aos que já utilizam, processos estes que já asseguram um determinado nível de qualidade. Esta relutância é, no entanto, ínfima em comparação com a quantidade de produtores abertos ao conceito da VP, e que já adotaram algumas das suas tecnologias. Tais registam vantagens como a redução de custos de produção a partir da redução de mão-de-obra e de recursos, uma melhor gestão de informação interna e de recursos, uma melhor qualidade de produção, da uva e dos seus produtos

derivados e a prática de uma viticultura mais sustentável, provado por dois dos três produtores entrevistados, cujos sistemas de produção foram desenvolvidos para a conservação do solo e da minimização do uso de substâncias químicas no cultivo da uva, utilizando para tal fim tecnologias de VP.

O presente estudo sugere similarmente que existe elevado apoio governamental a nível de desenvolvimento tecnológico, seja numa perspetiva financeira ou formativa. Até agosto de 2019, a medida PDR2020 assumiu diversos projetos agrícolas portugueses, acumulando cerca de 74 milhões de euros planeados para apoio comunitário na área de inovação e conhecimento, e mais recentemente uma operação de investimento que visa apoiar financeiramente, reestruturar e modernizar explorações agrícolas, concedendo uma dotação de 4 milhões de euros para o projeto (Comissão de Coordenação Nacional do FEADER, 2016). Medidas como esta irão prover os viticultores portugueses conhecimento vital para melhor gerir as suas explorações, os materiais que utilizam e o rácio input-output. Conseguiu-se comprovar igualmente a popularidade do sub-conceito da “rega de precisão”, assim como a carência da relevância da maturidade do setor, informação que poderá auxiliar fornecedores de serviços no planeamento da comercialização de tecnologias VP.

O governo, as associações e organizações de consultoria na área agrícola, enquanto entidades responsáveis pela promoção e implementação da digitalização da agricultura, têm a responsabilidade de promover as vantagens, os riscos e os materiais utilizados pela viticultura de precisão. Estas organizações deverão, acima de tudo, promover o conceito da VP, que poderá ser aplicado a diferentes níveis de maturidade tecnológica, sistemas de produção e custos e oferecerá, entre outros benefícios, a oportunidade de responder da forma mais eficiente aos obstáculos climáticos iminentes.

De referir que o estudo foi realizado de forma a universalizar a realidade do setor vitícola portuguesa, e é esperado que esta compreensão possa apoiar o planeamento e implementação de medidas e de comercialização de tecnologias VP. Para tal, e para melhor perceber o comportamento do utilizador de uma tecnologia, é recomendado para futuras investigações, ter também em conta a perspetiva de prestadores de serviços no setor.

A presente dissertação foi adicionalmente concretizada tendo em consideração a realidade das atividades da viticultura portuguesa, pelo que se apela, em futuros estudos, ao entendimento dos fatores da adoção da AP em diferentes subsectores do setor agrícola portuguesa, nomeadamente a olivicultura, fruticultura e o cultivo do trigo, sendo a última a cultura que despoletou a criação da AP. Outra limitação a ser tratada

em futuros trabalhos consiste num maior foco no efeito das mudanças climáticas na adoção das tecnologias de precisão, visto que este fator provou ser dos mais pertinentes atualmente, assim como da indicação geográfica e denominação de origem das empresas de produção vitícola e dos clientes dos fornecedores de serviço, uma vez que a localização do vinhedo no contexto português poderá afetar de forma significativa a percepção do produtor quanto a tecnologias VP.

6. Referências bibliográficas

Allahyari, S., Mohammadzadeh, M. Stefanos, N. (2016). Precision Agriculture Agricultural Experts' Attitude towards Precision Agriculture: Evidence from Guilan Agricultural Organization, Northern Iran. *Information Processing in Agriculture.* , DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2016.07.001>

Alter, S. Defining Information Systems as Work Systems: Implications for the IS Field. *European Journal of Information Systems.* 17(5), 448-469. DOI: 10.1057/ejis.2008.37

Aubert, B. Schroeder, A. Grimaudo, J. (2011). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems.* (2012). 54: 510-520.

Awa, H. Ukoha, O. Emecheta B. (2015). Integrating TAM and TOE Frameworks and Expanding their Characteristic Constructs for E-Commerce Adoption by SMEs. DOI: 10.1108/JSTPM-04-2014-0012

Awa, H. Ujoha, O. Emecheta, B. (2016). Using T-O-E theoretical framework to study the adoption of ERP solution. *Cogent Business & Management.* 3. 1-23. DOI: 10.1080/23311975.2016.1196571

Baker, J. (2011). The Technology–Organization–Environment Framework. In Y. Dwivedi & M. Wade & S. Schneberger (Eds.), *Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, Vol.1* (pp. 231-245). Hamburgo: Universidade de Hamburgo.

Benoit, A. Schroeder, A. Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems.* 54, 510-520.

Braga, R. Pinto, P. A. (2011). Agricultura de precisão: adopção & principais obstáculos. *Agrotec: Revista técnico-científica agrícola.* 1, 84-89.

Braga, R. (setembro de 2016). *A Agricultura de Precisão é Sustentabilidade*. (Entrevistado por Sara Pelicano para Frutas, Legumes E Flores)

Bramley, R. Gobbett, D. Hinze, C. (2009). *Next steps in Precision Viticulture – Spatial data for improved design of vineyard (re-)planting*. (Projeto nº CSL08/01). Austrália: CSIRO Sustainable Ecosystems.

Bucci, G. Bentivoglio, D. & Finco, A. (2019). Factors affecting ICT adoption in Agriculture: a case study in Italy. *Quality - Access to Success*. 20(S2), 122-129.

Castle, M H.; Lubben, B D.; and Luck, J D. (2016). Factors Influencing the Adoption of Precision Agriculture Technologies by Nebraska Producers. *Presentations, Working Papers, and Gray Literature: Agricultural Economics*. 49. <http://digitalcommons.unl.edu/ageconworkpap/49>

Coelho, J.; Silva, J. (2011). Agricultura de Precisão [online]. Disponível em: <http://www.fsantos.utad.pt/pub-fas/FormacaoAgricola.pdf> [Acesso em 20 de novembro de 2018]

Comissão de Coordenação Nacional do FEADER. (2016). 2º Relatório Anual do FEADER 2014-2020. Disponível em: <http://www.rederural.gov.pt/12-informacao/756-relatorio-anual-de-monitorizacao-do-feader-2014-2020-relatorio-2016>. [Acesso a 20 de maio de 2019]

Elaine, A. Sant'ana, R. Hashimoto, C. (2015). Uso de tecnologia da informação na agricultura familiar: Planilha para gestão de insumos. *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*. 60, 45-54

Filho, H. M. Buainain, A. M. Silveira, J. M. Viholis, M. M. (2011). Condicionantes da Adoção de Inovações Tecnológicas na Agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. 28 (1), 223-255.

Fountas, S. Søren, M. Pedersen, Blackmore, B. (2004). ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology. DOI: 10.13140/2.1.1586.5606.

Gebbers, R. Adamchuk, V. I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science Magazine*. 327, 828-831.

Guzman, R. Arino, J. Navarro, R. Lopes, C. (2016). *Autonomous hybrid GPS/reactive navigation of an unmanned ground vehicle for precision viticulture -VINBOT Conference*. Stuttgart: 62nd German Winegrowers Conference.

Haapala, K. J. Happala, K. A. (2004). Wine 202: Adding a Bit of Scientific Rigor to the Art of Understanding and Appreciating Fine Wines. *Journal of the Washington Academy of Sciences*. 90(1), 1-20.

Instituto Nacional de Estatística (2018). Estatísticas Agrícolas 2017. INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESTip o=ea&PUBLICACOEScolecao=107660&selTab=tab0&xlang=pt [Acesso a 12 de Abril de 2019]

Instituto Nacional de Estatísticas. (2018). Proporção de empresas que utilizam tecnologias da informação e da comunicação (%) por Escalão de pessoal ao serviço e Tipo de tecnologia (informação e comunicação); Anual - INE, Inquérito à utilização de TIC nas empresas [online]. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&contexto=bd&selTab=tab2 [Acesso em 12 de Abril de 2019]

Instituto Nacional de Estatística (2019). Boletim Mensal da Agricultura e Pescas. Lisboa, Portugal. INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em <https://www.ine.pt> . [Acesso a 12 de setembro de 2019]

J. Arnó et al. (2009). Review. Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 7(4), 779-990.

Kagami F., Costa G., Souza H., Thame P. (2013). Ciclo da Agricultura de Precisão [online]. Disponível em: <http://fatecap.blogspot.pt/2013/03/ciclo-da-agricultura-de-precisao.html>. [Acesso em 20 de março de 2019]

Khosla, R. Mulla, D. (2015). Historical Evolution and Recent Advances in Precision Farming. DOI: 10.1201/b18759-2.

Leeuwen C., Darriet P. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 150-167. doi:10.1017/jwe.2015.21

Martins, F & Pinto M. G. (2015). Procedimentos de pesquisa: alguns conselhos práticos para o estudo também psicolinguístico de realidades concretas. *Letras de Hoje*, 59 (1), 7-12. <http://dx.doi.org/10.15448/1984-7726.2015.1.20569>

Matese, A. Di Gennario, S. F. (2015). Technology in precision viticulture: a state-of-the-art review. *International Journal of Wine Research*. 2015(7), 69-81. DOI: 10.2147/IJWR.S69405

Miller, N. Griffin, T. W., T. Ciampitti, I. & Sharda, A. (2017). Farmers' Adoption Path of Precision Agriculture Technology. *Advances in Animal Biosciences*. 8. 708-712. DOI: 10.1017/S2040470017000528.

Molla, A. Heeks. R. (2004). *Definitional Concepts of Information Technology*. Universidade de Manchester.

Mulla (2013). Twenty-Five Years of Remote Sensing in Precision Agriculture: Key Advances and Remaining Knowledge Gaps. *Biosystems Engineering* 114 (4). 358-371.

Neto M. C. Pinto, P. A. Coelho, J. P. (2005) Tecnologias De Informação E Comunicação e a Agricultura. Disponível em: www.spi.pt/documents/books/valorizacao_exportacoes_agriculas/docs/Manualval_V.pdf

Neto, R. (15 de fevereiro de 2018). Governo vai criar polo tecnológico para agricultura de precisão [online]. Disponível em: <http://www.easybib.com/guides/citation-guides/apa-format/how-to-cite-a-website-apa/> [Acesso em 12 de abril de 2019]

Olson, K. (1998). Precision Agriculture: Current economic and Environmental Issues (Conferência). Universidade de Minnesota, Centro de Política Internacional Agrícola e de Alimentação.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2017). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Roma, Itália. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> [Acesso: 18 de agosto de 2019]

Organização Internacional da Uva e Vinho. (2019). State of the vitiviniculture world market: state of the sector in 2018. OIV. Disponível em: <http://www.oiv.int/fr/normes-et-documents-techniques/analyses-statistiques/analyse-conjoncturelle> [Acesso em 12 de Abril de 2019]

Organização para a Alimentação e Agricultura (2017). The future of food and agriculture – Trends and challenges. Disponível em: <http://www.fao.org/publications/fofa/en/>. [Acesso 13 de Julho de 2019]

Peterson, D. Kim, C. (2000). Information systems objectives: Perceptions of information systems developers of different cultures. *Journal of International Information Managementl*. 9(1), 1-10.

Pierpaoli, E. Carli, G. Pignatti, Canavari. (2013). Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. *Procedia Technology*. 8. 61 – 69.

Pingali, P. L. (2012). Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 109 (31). 12302-12308.

Prasad, R., Dixit, A. Malhotra, P. K., Gupta, V. K. (2007). Geoinformatics in Precision Farming: An overview. *Geoinformatics Applications in Agriculture*. 39-78.

Reynolds, A. (2017). The Grapevine, Viticulture, and Winemaking: A Brief Introduction. *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*. 3-29 DOI: 10.1007/978-3-319-57706-7_1.

Sahoo, R. (2010). Geoinformatics for Precision Agriculture, *FAI Workshop on Fertiliser Reform through ICT*. Shimla, India.

Saianda, B. R. (2017). Viticultura de Precisão: Avaliação e validação da variabilidade espacial da produção e qualidade recorrendo a monda de cachos, na casta Touriga Nacional. (Dissertação de mestrado). Repositório do sistema integrado de bibliotecas da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/14853> [Acesso a 12 de abril de 2019]

Singh, A. K. (2007). Geoinformatics Applications in Agriculture. New India Pub. Agency.

Souza, C. (1989). A Problemática Dos Métodos Quantitativos E Qualitativos Em Biblioteconomia E Documentação: Uma Revisão De Literatura. *Ciência de Informação*, 18 (2): 174-182.

Swinton, S. & Lowenberg-DeBoer, J. (2001). Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why? *Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture*.

Tisseyre, B. Taylor, J. (2005). An overview of methodologies and technologies for implementing precision agriculture in viticulture. *Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia – Anais*. 45-54. [online]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228832187_An_overview_of_methodologies_and_technologies_for_implementing_precision_agriculture_in_viticulture [Acesso 13 Julho de 2019]

Tornatzky, L.G. and Fleischer, M. (1990). The Processes of Technological Innovation. Lexington Books, Lexington.

Tripopsakul, S. (2018). Social Media Adoption as A Business Platform: An Integrated Tam-Toe Framework. *Polish Journal of Management Studies*. 18 (2). 250-362. DOI: 10.17512/pjms.2018.18.2.28

União Europeia. (2015). Guia do utilizador relativo à definição de PME. DOI:
i:10.2873/866337 E. União Europeia. DOI:10.2873/866337.

Venkatesh, V., Davis F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology
Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*. 46(2):186-
204. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

Zhu, K. Kraemer, K. Xu, S. (2003). Electronic business adoption by European firms: a
cross-country assessment of the facilitators and inhibitors. *European Journal of
Information Systems*. 12, 251-268.

A. Anexos

Quadro A.I – Guião de entrevista a produtores vitícolas

Dimensão	Tópico	Objetivo	ID	Questão
Contexto Organizacional	Dimensão e historial da empresa (Área de explorações)	Enquadrar entrevistador sobre características gerais da organização	001	Descreva o historial da empresa (Missão, Valores, história, Principal objetivo).
			002	Descreva a força de trabalho da empresa (quantidade de colaboradores, nível de escolaridade, estrutura etária, duração)
			003	Qual é a dimensão das explorações agrícolas que a empresa detém?
			004	Qual é o grau médio de heterogeneidade de cada exploração? Tal grau é característico do tipo de exploração?
	Estrutura e complexidade de processo produtivo e fluxos de informação da empresa	Aprofundar o conhecimento acerca do processo da produção da uva e do processo de recolha, envio e uso de informação dentro da organização, assim como quaisquer mudanças estruturais que possam ter ocorrido nos últimos 5 anos.	005	Descreva o processo produtivo do cultivo da uva (duração de cada etapa, envolvimento de mão-de-obra e maquinaria, etc.).
			006	Descreva os fluxos de comunicação ao longo do processo produtivo? (<i>Reporting</i> , ferramentas utilizadas, periodicidade de realização dos fluxos, intervenientes)
			007	Ocorreram mudanças estruturais no processo produtivo nos últimos 5 anos (Aquisição de novos terrenos, contratação de novo pessoal, inovações em R&D)?
			008	Quais as razões que motivaram as referidas mudanças?
Contexto Tecnológico	Disponibilidade e maturidade de tecnologia	Conhecer contexto tecnológico de empresa	009	Descreva o grau de maturidade tecnológico do processos operacionais da empresa. (Duração de uso de tratores e outras máquinas)
			010	Quais são as principais barreiras para a aquisição de tecnologias de viticultura de precisão?
			011	Adquiriram tecnologias nos últimos 5 anos (aquisição de máquinas novas, contratação de serviços de consultoria, etc.)? Descreva as razões para as aquisições.
			012	Quais as vantagens identificadas no uso das tecnologias mais recentemente adquiridas pela empresa?

	Impacto organizacional de tecnologia	Identificar impactos positivos e negativos da implementação de tecnologias de precisão na organização	013	Quais as desvantagens identificadas no uso das tecnologias mais recentemente adquiridas pela empresa?
			014	Avalie a facilidade de uso e a duração da integração das ferramentas de VP utilizadas.
Contexto Ambiental/ Externo	Características gerais da indústria	Compreender opinião de entrevistado sobre o contexto externo de utilização de tecnologia de organização	015	Como avalia o nível de competitividade da indústria vitícola?
			016	Indique os principais obstáculos/barreiras relacionadas à evolução da indústria vitícola nos últimos 15 anos.
			017	Como avalia o nível de maturidade tecnológica da indústria vitícola?
			018	Quais acredita ser os fatores da situação atual da maturidade tecnológica?
	Incentivos de apoio à adoção de tecnologia	Identificar presença de incentivos financeiros para a adoção de tecnologias na indústria vitícola portuguesa	019	Recebe apoio financeiro por parte de alguma entidade para o investimento em tecnologias? Se sim, onde?
			020	Participa em programas de sensibilização do uso de tecnologias na produção agrícola?
	Regulações governamentais	Compreender opinião de entrevistado sobre o contexto externo de utilização de tecnologia de organização	021	A nível governamental, quais acredita ser os principais impulsionadores da indústria vitícola?
			022	Quais acredita ser as principais barreiras causadas por regulamentações relacionadas à indústria vitícola?
			023	Existem barreiras fiscais ou governamentais à aquisição de ferramentas VP?

Quadro A.II – Guião de entrevista a produtores vitícolas

Dimensão	Fator	Objetivo	ID	Pergunta
Introdução	Enquadramento de entrevista	Enquadrar entrevistado sobre o contexto da investigação	000	- Informar o entrevistado sobre a temática e objetivos da investigação, definindo também a viticultura de precisão. - Sublinhar a importância da participação do entrevistado para a realização do trabalho - Assegurar a confidencialidade e o anonimato da informação prestada - Informar que a entrevista será gravada (Skype ou telefone) e que posteriormente poderá ouvir/ver a gravação da entrevista
Contexto Organizacional	Dimensão e historial da empresa e complexidade de processo produtivo de empresa	Enquadrar entrevistador sobre características gerais da organização e compreender o mercado-alvo de empresa	001	Descreva o historial da empresa (data de criação, Missão, valores, história, objetivo)?
			002	Descreva a força de trabalho da empresa (quantidade de colaboradores, estrutura etária, duração)
			003	Descreva o típico cliente da vossa empresa (maturidade tecnológica de empresa, idade de CEO)
Contexto Técnico	Disponibilidade de tecnologia	Comprender "popularidade" de tecnologia e a sua disponibilidade no mercado	004	Que porção de clientes adquirem produtos relacionados a VP?
			005	Quais são as tecnologias de viticultura de precisão mais adquiridas pelos clientes? De que forma são adquiridas (Aluguer, compra permanente, etc)
	Facilidade de uso e integração	Comprender os fatores relacionados à facilidade de uso e integração de tecnologias VP, assim como a intenção de uso por parte do cliente	006	Avalie o processo de consultoria a nível de facilidade de uso e a duração da integração das ferramentas de VP utilizadas por um cliente.
	Intenção de uso de tecnologia		007	Descreva os principais motivos pelos quais o típico cliente requer os seus serviços?

	Perceção de vantagem de uso de tecnologia	Identificar impactos positivos e negativos da implementação de tecnologias de precisão na organização	008	Ao adquirir uma tecnologia de VP, quais costumam ser as vantagens identificadas no uso das tecnologias?
			009	Quais costumam ser as desvantagens?
Contexto Ambiental/Externo	Características gerais da indústria	Compreender opinião de entrevistado sobre o contexto externo de utilização de tecnologia de organização	010	Indique os principais obstáculos/barreiras relacionadas à evolução da indústria vitícola nos últimos 15 anos
			011	Como avalia o nível de maturidade tecnológico da indústria vitícola?
			012	Como avalia o nível de competitividade da indústria vitícola?
	Incentivos de apoio à adoção de tecnologia	Compreender a opinião do entrevistado quanto a incentivos de apoio à adoção de tecnologia	013	Participa ou administra programas de sensibilização do uso de tecnologias na produção agrícola?
			014	Quais são as principais barreiras causadas por regulamentações relacionadas à indústria vitícola.
	Regulações governamentais	Compreender o impacto de políticas governamentais na aquisição de tecnologias	015	A nível governamental, quais acredita ser os principais impulsionadores da indústria vitícola?
			016	Quais acredita ser as principais barreiras causadas por regulamentações relacionadas à indústria vitícola?
			017	Existem barreiras fiscais ou governamentais à aquisição de ferramentas VP?

Quadro A.III Frequências de tópicos mencionados em entrevistas

COD_FULL	COD_TOPICO	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	Total de ocorrências	Total de Empresas (Universo)
1.1	1	Características gerais de empresa	3	3	6	5	1	18	18
2.2	2	Utilização de ferramentas de Mapeamento de NVDI	1	0	0	0	0	1	5
2.3	3	Aconselhamento técnico personalizado - Consultora	1	0	0	0	0	1	5
1.29	29	Dimensão de explorações	0	1	1	0	0	2	5
1.30	30	Tecnologias usadas por empresa	0	2	2	0	0	4	5
1.40	40	Utilização de tecnologias de gestão precisa de recursos hídricos – Rega de precisão	0	0	1	1	1	3	5
1.31	31	Processo de gestão de informação de empresa	0	2	0	0	0	2	5
1.9	9	Descrição de atividade realizado por empresa	1	0	0	0	0	1	5
2.10	10	Necessidade de dados meteorológicos de produtores	1	0	0	0	0	1	5
2.11	11	Aquisição de dados meteorológicos por parte de produtores	1	0	0	0	0	1	5
2.12	12	Alta quantidade de empresas adquirindo novas tecnologias	1	0	0	0	0	1	5
2.13	13	Redução de custos como razão para adotar tecnologia VP	1	0	0	0	0	1	4
1.32	32	Alta maturidade tecnológica de empresa	0	1	1	0	0	2	5
2.14	14	Falta de mão-de-obra como razão para adotar tecnologia VP	1	0	0	1	0	2	3
2.34	34	Necessidade de requisitar apoio técnico de consultoras	1	1	0	0	1	3	5
2.17	17	Vantagem: Redução de custos de produção	1	0	0	0	1	2	4
2.18	18	Vantagem: Melhor gestão de informação interna	1	0	0	1	1	3	5
2.19	19	Malefícios: altos custos/riscos na aquisição	1	0	0	0	0	1	5
2.20	20	Vantagem: Melhor qualidade da uva	1	0	0	1	1	3	5
2.41	41	Origem de adoção de VP - Recolha de informação externa	0	0	1	0	0	1	5

2.35	35	Desvantagem: excesso de informação	0	1	0	0	1	2	3
2.43	43	Desvantagem: falta de mão-de-obra especializada	0	0	0	2	0	2	5
2.44	44	Desvantagem: altos custos/dimensao de empresa	0	0	0	2	1	3	5
2.5	5	Heterogeneidade de clientela por parte de fornecedor de tecnologia quanto à idade e nível de educação	1	0	0	0	1	2	3
3.26	26	Governo: impacto negativo no desenvolvimento tecnológico da indútris vitícola	1	0	0	0	1	2	4
3.22	22	Alta competitividade de indústria vitícola	1	1	1	1	0	4	5
3.28	28	Necessidade de adaptar a mudanças climáticas com novas tecnologias	1	0	0	0	0	1	5
3.23	23	Alta Maturidade tecnológica de indústria vitícola	1	1	0	1	0	3	5
3.25	25	Governo: impacto positivo no desenvolvimento tecnológico da indústria vitícola	1	1	0	1	0	3	4
3.27	27	Mudanças climáticas como preocupação de indústria vitícola	1	1	0	0	0	2	4
3.36	36	Baixa abertura de produtores para o conceito da VP	0	1	1	0	1	3	5
2.45	45	Aumento de nível de qualidade como razão	0	0	0	1	0	1	5
2.47	47	Gestão de recursos como razão para adotar tecnologia VP	0	0	0	1	0	1	3
2.48	48	Falta de interpretação de dados por parte de consultores	0	0	0	0	1	1	5
2.49	49	Necessidade de obter diagnóstico do solo	0	0	0	0	1	1	5
3.42	42	Baixa maturidade tecnológica de indústria	0	0	1	0	0	1	5
3.38	38	Necessidade de ir buscar informação em associações	0	1	0	0	0	1	5
3.39	39	Complexidade de explorações	0	0	1	0	0	1	5
4.15	15	Dimensão de empresa como impulsionador de adoção	2	0	0	0	1	3	5
4.16	16	Alta abertura de produtores para o conceito da VP	1	1	0	1	0	3	5
4.21	21	Maior propensão de produtores de uva e vinho de adotar PE	1	0	0	0	0	1	5
4.24	24	Idade de produtor como razão para adotar ou não tecnologia VP	1	0	1	0	0	2	5
4.33	33	Origem de adoção de VP - Iniciativa de colaborador	0	2	0	0	0	2	5
4.37	37	Importância de compreensão do conceito por trás de tecnologias de VP para a abertura à tecnologia	0	1	0	1	1	3	5
4.4	4	Realização de jornadas técnicas	2	0	0	0	0	2	5

4.46	46	Baixa independência de produtores em relação a consultores	0	0	0	1	1	2	5
4.7	7	Tamanho de explorações atendidas por consultoras	1	0	0	0	0	1	5
4.8	8	Grau médio de heterogeneidade de cada exploração	1	1	0	0	0	2	5
2.51	51	Dificuldade de integração de tecnologias de precisão	0	1	0	1	1	3	4