Universidade do Minho
Escola de Economia, Gestão e
Ciência Política

Laura Rodrigues Afonso

Big Data Analytics e a Cadeia de Abastecimento Vitivinícola

Julho de 2026

Big Data Analytics e a Cadeia de Abastecimento Vitivinícola

UMinho | 2026 Laura Rodrigues Afonso

Universidade do Minho

Escola de Economia, Gestão e Ciência Política

Laura Rodrigues Afonso

Big Data Analytics e a Cadeia de Abastecimento Vitivinícola

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Negócios Internacionais

Trabalho efetuado sob a orientação de

José Carlos Martins Rodrigues de Pinho

Julho de 2026

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

AGRADECIMENTOS

Com toda a certeza este é o tópico mais difícil de escrever desta dissertação, porque resumir em palavras todos os sentimentos que senti ao longo destes meses é complicado. Rever todas as noites mal dormidas, todas as lágrimas e os todos os pensamentos de desistência refletidos nestas páginas que hoje me dão orgulho e esperança, enche-me o coração e deixam-me um pouco nostálgica. Acabar esta etapa e obter o grau de Mestre em Negócios Internacionais é um sonho que a Laura do passado, que nem se queria candidatar ao ensino superior e que nunca se sentiu capaz, nunca pensou que seria possível. Levo comigo muitos aprendizados, amizades e cima de tudo muitos sonhos e ansiedade para o que virá a seguir. Mas esta conquista não seria possível sem o apoio, a paciência e o amor que recebi ao longo desta minha jornada.

Aos meus pais e à minha irmã, quero agradecer por tudo o que fizeram por mim. Posso dizer com certeza que eu não estaria aqui se não fosse por vocês. Muito obrigada por terem confiado em mim, mesmo quando eu não confiava. Obrigada por terem investido em mim e na minha educação. Obrigada por estarem sempre do meu lado com uma palavra de apoio e pela paciência e carinho que fizerem chegar ao longo de todo este percurso. Se hoje me tornei na mulher que sou foi graças à vossa educação e aos vossos valores e espero conseguir vos deixar orgulhosa e poder retribuir de alguma forma tudo o que fizeram por mim. Por isso, posso afirmar que esta conquista não é minha, é nossa, porque sem vocês nada disto seria possível.

Ao professor José Carlos Pinho, o meu orientador, quero agradecer por todo o apoio ao longo deste percurso. Agradecer acima de tudo a sua disponibilidade, as dicas e a ajuda que me forneceu ao longo destes meses. A sua orientação foi fundamental para a concretização desta dissertação, pelo que levo comigo todo o aprendizado com enorme carinho e admiração.

Aos entrevistados quero agradecer a oportunidade para a realização das entrevistas. Foram uma peça fundamental para a realização desta dissertação. Assim que, muito obrigada por todas as informações compartilhadas, pelos conhecimentos recebidos e pela disponibilidade que mostraram durante o processo.

Aos meus amigos, com destaque para a Maria e para Sara, que me ouviram queixar 90% do tempo e me motivaram todos os dias. Dizem que os amigos são a família que nós escolhemos, e eu não podia estar mais orgulhosa da minha escolha. São nos momentos difíceis que vemos quem realmente gosta de nós, e vocês nunca largaram a minha mão quando eu reclamava ou duvidava de mim própria. Muito obrigada por todas as palavras de apoio e pela motivação ao longo

deste trajeto e também pelos momentos de lazer onde tiravam de mim os sorrisos mais sinceros. Levar-vos-ei a todos para sempre no meu coração.

Por último a toda a minha família por estarem sempre comigo e me fazerem sentir amada, e uma menção honrosa aquele que já não está comigo, mas que a saudade não me faz esquecer. Avô Jacinto, consegui! Pensar em ti e em tudo o que te prometi foi o que me deu força para continuar. Não sei se existe vida após a morte, mas gosto de acreditar que, seja lá onde estiveres, a tua "Laurinha" está a ser um motivo de orgulho.

A todos, o meu mais sincero muito obrigada por fazerem parte desta conquista, que no fundo é vossa também!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

DECLARAÇÃO DE USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri a qualquer forma de utilização indevida de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), nem à falsificação ou omissão de informações, fontes, dados, resultados ou processos em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração.

Declaro ainda que qualquer utilização de ferramentas de IA foi feita de forma transparente e responsável, encontrando-se devidamente assinalada/descrita no trabalho, e que procedi à verificação crítica da exatidão do conteúdo produzido com o seu apoio, assumindo integralmente a responsabilidade pelo que submeto.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho, bem como as normas aplicáveis de integridade académica e de proteção de dados.

A presente dissertação utilizou ferramentas de inteligência artificial generativa, nomeadamente o GPT-5 da OpenAI, bem como a plataforma Google Gemini, com o objetivo de apoiar a revisão linguística do texto, promovendo maior clareza, correção gramatical e consistência estilística. A utilização destas ferramentas limitou-se a um apoio de natureza exclusivamente editorial. O desenvolvimento do raciocínio académico, assim como todas as análises e conclusões apresentadas, são da inteira responsabilidade da autora.

BIG DATA ANALYTICS E A CADEIA DE ABASTECIMENTO VITIVINÍCOLA

RESUMO

A crescente digitalização da agricultura e o desenvolvimento de tecnologias associadas ao *Big Data Analytics* têm vindo a transformar a gestão da cadeia de abastecimento e os processos de tomada de decisão no setor vitivinícola. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar de que forma a utilização da análise de dados apoia a gestão da cadeia de abastecimento e a tomada de decisão nas empresas do setor vitivinícola.

Para responder a este objetivo, foi adotada uma abordagem qualitativa, recorrendo à realização de entrevistas semiestruturadas a representantes de quatro empresas do setor vitivinícola português. A informação recolhida foi analisada através da técnica de análise de conteúdo e complementada por uma revisão da literatura sobre *Big Data Analytics*, Agricultura 4.0 e cadeia de abastecimento vitivinícola.

Os resultados demonstram que a análise de dados é utilizada em diferentes etapas da cadeia de abastecimento, contribuindo para a monitorização da produção, controlo da qualidade, rastreabilidade, gestão logística e análise dos mercados. Verificou-se igualmente que a utilização destas ferramentas melhora a qualidade da informação disponível, apoia a tomada de decisão e promove uma gestão mais eficiente e integrada da cadeia de abastecimento. Contudo, foram identificados desafios relacionados com os custos de investimento, a escassez de recursos humanos especializados, a integração dos sistemas de informação e as especificidades inerentes ao setor vitivinícola.

Conclui-se que a análise de dados constitui um importante instrumento de apoio à gestão das empresas vitivinícolas, permitindo fundamentar as decisões, aumentar a eficiência operacional e reforçar a competitividade das organizações. Os resultados obtidos evidenciam ainda a importância da transformação digital como fator estratégico para o desenvolvimento sustentável do setor.

Palavras-chave: *Big Data Analytics*; Cadeia de Abastecimento; Setor Vitivinícola; Tomada de Decisão; Agricultura 4.0.

BIG DATA ANALYTICS AND THE WINE SUPPLY CHAIN

ABSTRACT

The increasing digitalisation of agriculture and the development of technologies associated with Big Data Analytics (BDA) have transformed supply chain management and decision-making processes in the wine sector. In this context, the present study aims to analyse how data analytics supports supply chain management and decision-making in companies operating within the wine sector.

To achieve this objective, a qualitative research approach was adopted through semi-structured interviews conducted with representatives of four Portuguese wine companies. The collected data were analysed using content analysis and complemented by a literature review on Big Data Analytics, Agriculture 4.0, and the wine supply chain.

The findings show that data analytics is applied across different stages of the supply chain, contributing to production monitoring, quality control, traceability, logistics management, and market analysis. The results also indicate that these tools improve the quality of available information, support decision-making, and promote more efficient and integrated supply chain management. However, several challenges were identified, including investment costs, the shortage of skilled human resources, information systems integration, and the specific characteristics of the wine sector.

The study concludes that data analytics represents an important management support tool for wine companies, enabling more informed decision-making, improving operational efficiency, and strengthening organisational competitiveness. Furthermore, the findings highlight the importance of digital transformation as a strategic factor for the sustainable development of the wine sector.

Keywords: Big Data Analytics; Supply Chain; Wine Sector; Decision-Making; Agriculture 4.0.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS iii

RESUMO vii

ABSTRACT viii

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE TABELAS xi

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Enquadramento e Justificação do Tema 1

1.2. Problema de Investigação 2

1.3. Objetivos de Investigação 3

2. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL E CARACTERÍSTICAS DO SETOR 4

2.1. O Conceito De *Big Data* e as Suas Dimensões 4

2.2. A Evolução Da Agricultura Digital 11

2.3. Particularidades Do Setor Vinícola 14

2.4. Tendências e Desafios da Implementação do *Big Data* no Setor Vinícola 17

3. REVISÃO DE LITERATURA 19

3.1. BDA NA CADEIA DE ABASTECIMENTO VINÍCOLA 19

3.1.1. Planeamento e Gestão de Fatores de Produção (Upstream) 20

3.1.2. Produção e Viticultura de Precisão 22

3.1.3. Logística de colheita e transporte (Midstream) 27

3.1.4. Transformação, Enologia e Adega Inteligente 28

3.1.5. Distribuição, Internacionalização e Mercado (Downstream) 30

3.1.6. Comportamento do Consumidor e *Feedback* 34

4. METODOLOGIA 39

4.1. Filosofia de investigação, abordagem e estratégia de investigação 40

4.2. Métodos de recolha de dados 41

4.3. Caracterização dos entrevistados 42

4.4. Métodos de análise dos dados 44

4.5. Em resumo 46

5.ESTUDO EMPÍRICO 46

5.1. Caracterização das Empresas Entrevistadas 46
5.2. A Aplicação da Análise de Dados nas Diferentes Etapas da Cadeia de Abastecimento Vitivinícola 51
5.3. A Análise de Dados como Suporte à Tomada de Decisão 55
5.4. Benefícios e Desafios da Utilização da Análise de Dados na Cadeia de Abastecimento Vitivinícola 58
5.5. Comparação das Práticas de Utilização da Análise de Dados entre as Empresas Estudadas 65
5.6. Discussão de Resultados 67
6. CONCLUSÃO 74
6.1. Principais Conclusões 74
6.2. Contributos do Estudo 79
6.3. Limitações do Estudo 79
6.4. Linhas de Investigação Futura 80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 81
APÊNDICES 92
Apêndice 1 – Guião de Entrevista 92
Apêndice 2 – Termo de Participação e Consentimento 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da Agricultura de Precisão 13
Figura 2 - Evolução da Agricultura Inteligente 13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de análise de dados no BDA 6
Tabela 2– Tipos de métodos e algoritmos de BDA 7
Tabela 3 – Outras tecnologias associadas ao BDA 9
Tabela 4 - Modelos de Machine e Deep Learning 10
Tabela 5– Caracterização dos entrevistados 44
Tabela 6- Comparação das práticas pelas empresas em estudo 66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANN – *Artificial Neural Network*

BDA - *Big Data Analytics*

BDAC - *Big Data Analytics Capabilities*

BI&A - *Business Intelligence and Analytics*

BiLSTM — *Bidirectional Long Short-Term Memory*

CC - *Cloud Computing*

CESM - *Community Earth System Model*

CNN - *Convolutional Neural Network*

DL – *Deep Learning*

DOP - Denominação de Origem Protegida

FAIR - *Findable, Accessible, Interoperable and Reusable*

GC-MS - *Gas Chromatography–Mass Spectrometry*

GIS - *Geographic Information System*

GPS - *Global Positioning System*

IA – Inteligência Artificial

IGP – Indicação Geográfica Protegida

IoT - *Internet of Things*

IVV - Instituto da Vinha e do Vinho

JSON - *JavaScript Object Notation*

KNN - *K-Nearest Neighbors*

LC-MS - *Liquid Chromatography–Mass Spectrometry*

LDA - *Latent Dirichlet Allocation*

LSTM - *Long Short-Term Memory*

MDP - *Markov Decision Process*

MIAPPE - *Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment*

ML - *Machine Learning*

OIV - Organização Internacional da Vinha e do Vinho

PME - Pequena e Média Empresa

R-CNN - Region-based Convolutional Neural Network

RF - *Random Forest*

RMN - Ressonância Magnética Nuclear

RNN - *Recurrent Neural Network*

SEM - *Structural Equation Modeling*

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SuWI - *Sustainability of Wine-growing Index*

SVM - *Support Vector Machine*

UAV - *Unmanned Aerial Vehicle*

EU - União Europeia

VITIS - Programa de Apoio à Reestruturação e Reconversão da Vinha

WSN - *Wireless Sensor Network*

XML - *eXtensible Markupe Language*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e Justificação do Tema

Todas as indústrias estão a passar por uma revolução devido à Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial. Trata-se de uma iniciativa estratégica que combina novas tecnologias digitais disruptivas para permitir a digitalização da indústria, incluindo a Internet das Coisas (IoT), a análise de *Big Data* (BDA), a computação em nuvem (CC), a inteligência artificial (IA), entre outras (Javaid et al., 2021). A adoção destas tecnologias na agricultura está a dar origem à Agricultura 4.0, também conhecida como agricultura inteligente, agricultura de precisão ou agricultura digital (Abbasi et al., 2022; Brewster et al., 2017).

Entre as várias áreas do setor agrícola, o setor vitivinícola assume uma particular relevância, tanto pela grande relevância económica como pela sua importância social e cultural em diversos países com tradição de produção vinícola. No caso português, o vinho é um produto com uma identidade cultural forte, podendo então ser considerado um motor estratégico de desenvolvimento, contribuindo significativamente para a balança comercial e para a projeção internacional do país. Contudo, trata-se de um setor altamente competitivo e exposto a um conjunto de desafios globais, nomeadamente a crescente complexidade dos mercados internacionais, a volatilidade da procura, o impacto das alterações climáticas na produção agrícola e as exigências crescentes dos consumidores relativamente à qualidade, autenticidade e sustentabilidade dos produtos.

Neste cenário, a utilização de tecnologias de análise de dados como a *Big Data Analytics* (BDA), a Inteligência Artificial (IA) e o *Machine Learning* (ML), surge como uma oportunidade estratégica para o setor. Estas ferramentas permitem transformar grandes volumes de informação em conhecimento útil, de modo a apoiar a tomada de decisão e a definir as estratégias ao longo de toda a cadeia de abastecimento. A utilização de ferramentas de análise de dados tem permitido às empresas antecipar riscos operacionais, avaliar a competitividade dos mercados, otimizar a gestão de inventários, prever rendimentos da colheita e sincronizar os processos desde a produção até à transformação na adega, comercialização e distribuição do produto final.

Neste sentido, o tema proposto, que se foca na análise da forma como as empresas do setor vitivinícola, utilizam dados e indicadores específicos para otimizar os processos e mitigar riscos ao longo de toda a cadeia de abastecimento torna-se relevante por diversos fatores. Do

ponto de vista prático, responde às necessidades de adaptação das empresas uma vez que devido à crescente digitalização da economia e à disponibilidade de dados globais, estas têm vindo a adotar metodologias de análise avançadas para se diferenciarem e mitigarem riscos operacionais e de mercado.

O estudo deste tema pode também ser pertinente pela sua dimensão estratégica, uma vez que ao aplicar técnicas de *Big Data* à otimização operacional e à eficiência de fluxos logísticos, pode-se gerar conhecimento relevante não só para as empresas vitivinícolas, como para entidades e associações do setor, que podem utilizar os resultados para apoiar adegas e produtores com ferramentas mais eficazes, além de identificar padrões comuns que ajudem o setor como um todo.

Desta forma, a escolha deste tema pretende colaborar para o debate sobre a transformação digital nas decisões estratégicas do setor vinícola, enfatizando a relevância de uma abordagem orientada por dados para a gestão integrada da cadeia de abastecimento de forma mais eficaz, fundamentada e sustentável, além de incentivar novas abordagens à tomada de decisão num ecossistema interconectado.

1.2. Problema de Investigação

Apesar da crescente digitalização, da complexidade na gestão dos fluxos logísticos globais e do crescente reconhecimento do potencial do *Big Data Analytics* para apoiar a gestão de cadeias de abastecimento, permanece limitada a compreensão sobre a forma como as empresas vitivinícolas utilizam efetivamente a análise de dados nas suas atividades diárias. Embora a literatura mostre que a utilização de dados pode contribuir para melhorar a eficiência operacional, otimizar processos e apoiar a tomada de decisão, a realidade empresarial revela diferentes níveis de adoção e diferentes formas de integração destas práticas.

No setor vitivinícola, caracterizado pela influência de fatores naturais, pela sazonalidade da produção, pela necessidade de garantir elevados níveis de qualidade e rastreabilidade e pela crescente pressão competitiva do mercado, compreender a utilização da análise de dados é de extrema importância. Porém, continua a existir uma compreensão limitada sobre a forma como estas práticas são utilizadas ao longo da cadeia de abastecimento assim como o contributo que oferecem para a tomada de decisão das empresas.

Neste sentido, surgem as seguintes questões de investigação:

1. Como é utilizada a análise de dados nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento pelas empresas do setor vitivinícola?
2. De que forma a utilização da análise de dados apoia os processos de tomada de decisão nas empresas do setor vitivinícola?
3. Quais os principais benefícios e desafios associados à utilização da análise de dados na gestão da cadeia de abastecimento vitivinícola?

1.3. Objetivos de Investigação

Por sua vez, o objetivo geral do trabalho proposto consiste em analisar de que forma a utilização da análise de dados apoia a gestão da cadeia de abastecimento e a tomada de decisão em empresas do setor vitivinícola, interpretando os resultados à luz da literatura sobre *Big Data Analytics.*

Para a concretização deste propósito, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar a utilização da análise de dados nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento das empresas do setor vitivinícola;
2. Analisar o contributo da análise de dados para os processos de tomada de decisão nas empresas estudadas;
3. Identificar os principais benefícios e desafios associados à utilização da análise de dados na gestão da cadeia de abastecimento;
4. Comparar as práticas de utilização da análise de dados identificadas nas empresas estudadas.

Com o seguimento destes objetivos, pretende-se contribuir para o debate sobre a transformação digital no setor vinícola, demonstrando como uma abordagem assente na inteligência de dados pode converter-se numa vantagem competitiva, sustentável e integrada.

2. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL E CARACTERÍSTICAS DO SETOR

2.1. O Conceito De *Big Data* e as Suas Dimensões

O conceito de *Big Data* tem vindo a assumir um papel cada vez mais relevante nas transformações digitais contemporâneas, nomeadamente no setor vitivinícola, devido à sua capacidade de gerar valor organizacional a partir da análise de grandes volumes de dados. De acordo com Rodríguez et al. (2019), o termo *Big Data* foi introduzido por Cox & Ellsworth (1997), de forma a descrever um problema com o qual se teriam deparado: "os conjuntos de dados são geralmente bastante grandes, exigindo ao máximo as capacidades da memória principal, do disco local e até mesmo do disco remoto".

Assim sendo, o conceito de "*Big Data*" passou a ser utilizado para descrever dados massivos, complexos e provenientes de diversas fontes, que requerem técnicas sofisticadas de gestão, análise e processamento para que deles se possa extrair conhecimento útil (Gupta & George, 2016). Para além disso, a sua importância é ainda reforçada pela sua natureza relacional, ou seja, pela forma como os dados estão interligados entre si, sendo "fundamentalmente interligados em rede", o que resulta em desafios computacionais adicionais (Santarsiero et al., 2023).

O paradigma dos "5Vs" – volume, variedade, velocidade, veracidade e valor – constitui o mais comum sistema para descrever as cinco dimensões essenciais do *Big Data* (Garg & Alam, 2023; Santarsiero et al., 2023). O volume diz respeito à quantidade de dados recolhidos; a velocidade, à rapidez com que são gerados e processados; a variedade, aos diferentes tipos de dados (estruturados, semiestruturados e não estruturados); a veracidade, à fiabilidade dos dados; e, finalmente, o valor, ao impacto efetivo que a sua análise pode gerar para a organização.

Entre as dimensões mencionadas, a variedade dos dados assume especial relevância, uma vez que no contexto vitivinícola, estes dados provêm de múltiplas fontes, como sensores no campo, imagens de satélite, registos meteorológicos, redes sociais, sensores aéreos e plataformas institucionais (Garg & Alam, 2023; Kamilaris et al., 2017).

Como já mencionado, a variedade corresponde à heterogeneidade dos dados, os quais podem ser estruturados, semiestruturados e não estruturados. Os dados estruturados referem-se a formatos organizados, como tabelas e bases relacionais; os semiestruturados incluem ficheiros como XML e JSON; e os não estruturados abrangem imagens, vídeos, texto livre e som. Esta

diversidadede formatos requer o desenvolvimento de modelos computacionais avançados e de estruturas de integração eficazes.

A análise do *Big Data* designa-se por *Big Data Analytics* (BDA), que integra o conjunto de ferramentas, tecnologias e métodos orientados para a exploração sistemática dos grandes volumes de dados. Segundo Pathak et al. (2024), o BDA compreende "ferramentas, tecnologias, métodos e processos para gerir e explorar o *Big Data*". Já Chen et al. (2012), acrescentam que as práticas de *Business Intelligence and Analytics* (BI&A) associadas ao BDA são aplicáveis a diversas áreas de impacto elevado, nomeadamente o comércio eletrónico, a inteligência de mercado, a administração pública ou a agricultura de precisão. A adoção do BDA possibilita a descoberta de padrões ocultos, a antecipação de comportamentos e o apoio de decisões estratégicas com base na evidência empírica.

Este conceito encontra-se intimamente ligado a outro termo importante, o *Big Data Analytics Capabilities* (BDAC), que diz respeito à capacidade de uma organização em integrar e aplicar estes métodos. Esta alude à aptidão de reunir, integrar e utilizar recursos analíticos específicos de *Big Data* com vista à criação de valor estratégico e operacional (Gupta & George, 2016). De acordo com Pathak et al. (2024), a BDAC "engloba a capacidade de uma organização para explorar eficazmente o *Big Data*, auxiliada pelo alinhamento entre pessoas, processos e tecnologias". Estas capacidades desenvolvem-se com base em recursos tangíveis (infraestruturas, investimento), humanos (competências técnicas e de gestão) e intangíveis (cultura orientada por dados e capacidade de aprendizagem organizacional). É importante realçar que todos estes conceitos associados ao *Big Data*, têm, segundo o modelo de criação de valor com o *Big Data* de Verhoef et al. (2016), como propósito final a criação de valor, seja para a organização, seja para os clientes.

Relativamente às técnicas de análise de dados no *Big Data Analytics*, estas subdividem-se em análise descritiva, preditiva e prescritiva. A análise descritiva resume e interpreta dados históricos, permitindo detetar padrões e tendências. A preditiva recorre a modelos estatísticos e algoritmos de *machine learning*, como regressões, *Random Forest* ou redes neuronais, para prever eventos futuros. Já a análise prescritiva, por sua vez, propõe ações ótimas com base nas previsões geradas, recorrendo a técnicas de simulação, otimização e decisão automática (Lepenioti et al., 2020).

Tipo de Análise	Pergunta-chave	Foco Principal	Exemplos na Agricultura
Descritiva	O que aconteceu?	Análise de dados passados	Médias de produção
Preditiva	O que pode acontecer?	Previsões futuras	Risco de doença, previsão de colheita
Prescritiva	O que devemos fazer?	Recomendações de ações	Melhor ação de tratamento ou irrigação

Tabela 1- Tipos de análise de dados no BDA

A aplicação das diferentes técnicas de análise de dados no âmbito do BDA exige o recurso a um conjunto de métodos e algoritmos, entre os quais se destacam as regressões, as árvores de decisão, o *clustering*, as redes neuronais artificiais, a lógica fuzzy e o *deep learning*. Neste contexto, torna-se pertinente clarificar a natureza e o propósito de cada um destes métodos.

A regressão é uma técnica estatística usada para prever valores numéricos com base em variáveis conhecidas. No setor vitivinícola, é frequentemente utilizada para prever a produtividade das culturas ou avaliar custos operacionais em função de fatores como o tamanho da exploração ou as condições ambientais.

As árvores de decisão retratam um modelo analítico que divide os dados em "ramos" de decisões, até chegar a um resultado. Este modelo é de fácil interpretação e particularmente eficaz em processos de tomada de decisão rápida e em contextos que exigem transparência na explicação dos resultados.

No que toca ao *clustering*, este consiste numa técnica de aprendizagem não supervisionada que tem como objetivo agrupar dados de acordo com as suas semelhanças, sem que se saiba à partida a que grupo cada elemento pertence. Este método é utilizado para identificar padrões ocultos e segmentar conjuntos de dados complexos, de forma a contribuir para a compreensão das relações entre as variáveis.

As redes neuronais artificiais são modelos inspirados na estrutura e funcionamento do cérebro humano e são utilizados para detetar padrões complexos em grandes volumes de dados. Estas são particularmente eficazes em tarefas de reconhecimento de padrões e previsão com múltiplas variáveis complexas.

Por outro lado, a lógica de fuzzy (*fuzzy logic*) constitui um sistema de raciocínio que lida com valores "vagos" ou "imprecisos", aproximando o processamento digital com a forma humana de tomada de decisão. Este método tem como objetivo de tornar os dados mais fácil de analisar, proporcionando interpretações mais flexíveis e realistas.

Por último, o *deep learning* é um tipo avançado de rede neuronal caracterizado pela presença de múltiplas camadas ocultas ("profundas"). Este tipo de abordagem é ideal para o tratamento de grandes volumes de dados e para a execução de tarefas complexas, como o reconhecimento de imagens, a previsão de séries temporais e a análise de dados multivariados.

Técnica	Tipo	Usa-se para...	Exemplo Agrícola
Regressão	Supervisionada	Prever valores continuos	Prever produção
Árvores de decisão	Supervisionada	Tomar decisões com base em regras	Diagnóstico de doenças
Clustering	Não supervisionada	Agrupar dados semelhantes	Gestão de zonas de cultivo
Redes neuronais	Supervisionada	Detetar padrões complexos	Reconhecimento de doenças em imagens
Lógica Fuzzy	Baseada em regras	Trabalhar com dados imprecisos	Avaliar risco com expressões vagas
Deep Learning	Supervisionada	Processamento avançado de grandes dados	Análise de imagens de satélite ou camaras automáticas

Tabela 2– Tipos de métodos e algoritmos de BDA

No âmbito da agricultura digital, surgem duas abordagens tecnológicas complementares: a agricultura de precisão e a agricultura inteligente. A agricultura de precisão centra-se na variabilidade espacial existente dentro do espaço agrícola, possibilitando a aplicação localizada de insumos (fertilizante, por exemplo) com base nos dados recolhidos diretamente no campo. Por sua vez, a agricultura inteligente, também conhecida como smart farming, integra sensores, sistemas autónomos e algoritmos para gerir a produção de forma proativa e adaptativa, funcionando como um sistema ciber-físico (Wolfert et al., 2017). Esta abordagem incorpora

tecnologias digitais avançadas, incluindo *Machine Learning, Big Data*, Internet das Coisas (IoT), *Cloud Computing* e *Blockchain*, no domínio agrícola. A combinação destas tecnologias permite a automatização, gestão e monitorização eficaz das várias operações realizadas no setor (John and Arul, 2024).

Neste contexto, a Internet das Coisas (IoT) e a computação em nuvem (*cloud computing*) surgem como infraestruturas de suporte fundamentais. A IoT consiste na conexão de dispositivos físicos à internet, permitindo a recolha automática e em tempo real de dados através dos sensores instalados no solo, em animais ou em máquinas agrícolas (Ahmed & Shakoor, 2025). Estes dados são posteriormente transmitidos para sistemas de cloud computing, que além de proporcionarem escalabilidade e acessibilidade, permitem também o armazenamento, a visualização, e o processamento remoto dos dados recolhidos (Wolfert et al., 2017).

Por outro lado, a tecnologia de blockchain assegura a integridade, rastreabilidade e segurança dos dados ao longo da cadeia agroalimentar, sendo especialmente útil em processos como a rastreabilidade alimentar ou contratos inteligentes. Outras tecnologias, como drones e UAVs (veículos aéreos não tripulados), com sensores multiespectrais, contribuem significativamente para a monitorização visual de culturas, deteção precoce de pragas e gestão de insumos com elevada precisão. As redes de sensores sem fios (WSN) permitem, por sua vez, a recolha distribuída de dados, em tempo real, em estufas, campos abertos e explorações pecuárias, otimizando automaticamente as condições ambientais.

Tecnologias	Função Principal	Ligação ao Big Data
IoT	Recolha automática de dados	Geração de dados em tempo real (solo, clima...)
Cloud Computing	Armazenamento e processamento remoto	Suporta plataformas e análises em grande escala
Blockchain	Segurança e rastreabilidade dos dados	Garante integridade dos dados e registos imutáveis
Drones	Monitorização aérea visual e térmica	Recolha massiva de dados visuais para análise

WSN (sensores)	Monitorização contínua e sem fios	Fonte constante de dados ambientais para decisões locais
UAVs	Drones mais avançados com voo autónomo	Missões sistemáticas de recolha de dados georreferenciados

Tabela 3 – Outras tecnologias associadas ao BDA

A aplicação de modelos de *machine learning* e *deep learning* contribui significativamente para a extração de padrões complexos e para realizar previsões mais precisas sobre rendimento, crescimento, ou necessidades hídricas e nutricionais das culturas (Jhajharia & Mathur, 2022). De forma a fazer um estudo dos dados e compreender o seu impacto para a previsão do futuro e monitorização de variáveis são necessários diferentes tipos de modelos, cada um com características particulares e adequadas ao problema que pretendem resolver.

De forma a distinguir os modelos, é necessário agrupá-los em duas categorias, *machine learning* ou *deep learning*. Os modelos de *machine learning* aprendem padrões a partir de dados sem serem explicitamente programados para tal, destacando-se modelos como o Random Forest, o SVM e o KNN. Os modelos de *deep learning*, por outro lado, são modelos inspirados no cérebro humano, compostos por várias camadas de neurónios artificiais, como por exemplo, o ANN, o CNN, o LSTM e o BiLSTM.

O *Random Forest* é uma técnica de aprendizagem supervisionada, aplicada tanto à classificação como à regressão. Este consiste na construção de múltiplas árvores de decisão e combina os seus resultados através da média (para regressão) ou do voto da maioria (para classificação). É particularmente útil para atenuar o *overfitting*, além de fornecer uma boa base com dados tabulares.

O SVM, *Support Vector Machine*, é um modelo de classificação, podendo ainda ser adaptado para regressão, que opera através da identificação do hiperplano ótimo que separa as classes, com a maior margem possível. As vantagens do uso deste modelo consistem na eficiência em espaços de grande dimensão e na capacidade de lidar com dados não lineares.

No que toca ao KNN, *K-Nearest Neighbors*, é um algoritmo simples e bastante intuitivo de aprendizagem supervisionada, usado para classificação e regressão. O método baseia-se no cálculo da distância entre um ponto de teste e todos os pontos do conjunto de treino, escolhendo

os K pontos mais próximos para determinar o resultado. É um modelo simples de implementar e que funciona bem em conjuntos de dados pequenos e bem-comportados, sem pressupor a distribuição dos dados.

O ANN, ou *Artificial Neural Networks*, é um tipo de modelo supervisionado de classificação ou de regressão, composto por neurónios artificiais, onde cada um calcula uma função e transmite o resultado à seguinte. Este modelo destaca-se pela elevada flexibilidade e pela sua diversidade em diversas áreas.

As *Convolutional Neural Networks* (CNNs), é um dos modelos com mais capacidade para dados espaciais, que utiliza camadas convolucionais para extrair padrões espaciais, sendo excelente para a análise de imagens e vídeos.

No que diz respeito ao LSTM, *Long Short-Term Memory*, este é um modelo baseado em redes neuronais recorrentes, ou seja, um tipo especial de rede neuronal profunda desenhada para trabalhar com dados sequenciais (onde a ordem é relevante). Este modelo consegue reter informação de entradas passadas através de "células de memória" com portas de entrada, saída e esquecimento (input, output, forget), o que permite capturar dependências temporais em sequências longas.

Por último, o BiLSTM, *Bidirectional LSTM*, é uma variável do modelo LSTM recém mencionado, cuja única diferença é o facto de treinar duas LSTMs e combinar os resultados, uma para a sequência normal e outra para a inversa. Essa estrutura tem a vantagem de captar o contexto anterior e o posterior de uma sequência, sendo, portanto, eficaz em tarefas que exigem interpretação contextual detalhada.

Modelo	Tipo	Indicado para
Random Forest	ML	Dados tabulares, previsões robustas
SVM	ML	Classificação com poucos dados
ANN	DL (básico)	Classificação e regressão geral
CNN	DL (avançado)	Imagens e vídeos
LSTM	DL (sequencial)	Textos, séries temporais
BiLSTM	DL (sequencial)	Texto com contexto bidirecional

Tabela 4 - Modelos de Machine e Deep Learning

Em suma, fica evidenciado o papel central do *Big Data* e do *Big Data Analytics* no processo de transformação digital do setor vitivinícola, ao permitir a recolha, integração e análise de grandes volumes de dados provenientes de fontes heterogéneas. A aplicação de técnicas analíticas avançadas, aliada à adoção de tecnologias como ML, IoT e CC, permite extrair conhecimento útil e apoiar decisões estratégicas, o que contribui para a criação de valor das organizações.

2.2. A Evolução Da Agricultura Digital

O processo de digitalização na agricultura tem ocorrido de forma gradual e é marcado por um desfasamento relativamente a outros setores económicos (Rodríguez et al., 2019). No entanto, tal não significa que a recolha de dados tenha sido irrelevante no contexto agrícola.

Como indicam Sadiku et al. (2020), há mais de um século que a agricultura tem sido orientada por práticas empíricas, embora o processo de recolha de dados não se realizasse de forma digital. Rodríguez et al. (2019), corrobora ao declarar que a recolha de dados sempre esteve presente na prática agrícola, ainda que inicialmente de forma manual e informal. No entanto, ao longo dos anos, esta prática foi-se automatizando significativamente, sendo atualmente, no âmbito da agricultura inteligente, suportada por sensores conectados que recolhem e transmitem dados em tempo real, através de infraestruturas baseadas em IoT (Rodríguez et al., 2019). Esta evolução representa, não só o avanço tecnológico, mas também uma mudança nos paradigmas de gestão agrícola.

Para compreender a evolução do *Big Data* na agricultura, podemos recuar até à década de 80, período esse onde os dados ainda eram considerados "dados simples". Estes dados eram estruturados e armazenados em bases de dados relacionais, sendo utilizados essencialmente por agricultores de forma isolada para orientar decisões empíricas. A natureza da informação era básica e descritiva, refletindo a limitação tecnológica da época. Na década de 1990, registou-se um avanço com a introdução de dados geolocalizados. A integração de dados e bases de dados espaciais permitiu compreender melhor a variabilidade dentro das zonas agrícolas, tornando assim possível o início da aplicação localizada de insumos (fertilizantes, pesticidas e sementes), (Rodríguez et al., 2019). Esta etapa fica marcada pelo início da utilização de ferramentas digitais mais sofisticadas na agricultura.

Com o novo milénio, por volta do ano 2000, a agricultura passou a incorporar dados mais complexos, caracterizados por formatos semi-estruturados e pela utilização de Sistemas de Informação Geográfica (GIS). Esta fase introduziu os primeiros desafios associados ao volume e à variedade dos dados (é nesta fase que surgem os primeiros dois Vs do *Big Data*), que ditaram novas competências analíticas por parte dos profissionais do setor. A evolução tecnológica prosseguiu e na década de 2010 surge a introdução dos dados em tempo real, devido a sensores, redes sem fios, entre outras tecnologias emergentes. Os dados passaram a ser predominantemente não estruturados, gerados em grande volume (*Big Data*) e com alta velocidade, como evidenciado pela utilização de bases de dados temporais.

Nesta fase, dimensões adicionais como a velocidade, o valor e a veracidade dos dados (os restantes 3 Vs surgem nesta altura) passaram a ser centrais para a tomada de decisão em tempo real e a colaboração entre os vários agentes do setor aumenta significativamente, deixando de ser o agricultor a figura central ou isolada do processo de recolha e interpretação dos dados (Rodríguez et al., 2019).

A partir de 2020, observa-se a transição da Agricultura de Precisão para a Agricultura Inteligente. Esta nova abordagem baseia-se na criação de data lakes, ou seja, depósitos que integram dados estruturados e não estruturados provenientes de múltiplas fontes, como sensores, drones, imagens de satélite e plataformas digitais. Para além da tecnologia de *Big Data*, esta fase incorpora também a ciência de dados e técnicas avançadas de análise, como a inteligência artificial e o *machine learning*. Paralelamente, a agricultura passa a inserir-se num contexto mais amplo de transformação digital, alinhado com os princípios da Industria 4.0, em que a automatização, a conectividade e a análise de dados em tempo real convergem para criar ecossistemas produtivos inteligentes (Wolfert et al., 2017; De Alwis et al., 2022).Enquanto nas primeiras fases os agricultores trabalhavam de forma relativamente isolada, com o avanço da digitalização e da complexidade dos dados, tornou-se essencial a colaboração diversificada com técnicos especializados, analistas de dados, empresas tecnológicas e decisores políticos (Rodríguez et al., 2019).

Esta transição reflete também a consolidação de uma lógica data-driven, isto é, orientada pela análise sistemática de dados como base para decisões estratégicas e operacionais (Park, 2020). A informação passa, assim, a constituir um ativo fundamental, promovendo uma gestão agrícola mais sustentável, eficiente e personalizada. Um exemplo concreto deste avanço pode ser

observado no setor vinícola, onde técnicas de *machine learning* tem sido aplicadas para prever a qualidade das colheitas, otimizar o uso de recursos e antecipar tendências de consumo (Cortez et al., 2009).

A Agricultura Inteligente caracteriza-se, assim, não só pela sofisticação tecnológica, mas também por um modelo colaborativo e interconectado de produção agrícola, onde a informação é fulcral para decisões sustentáveis, eficientes e personalizadas.

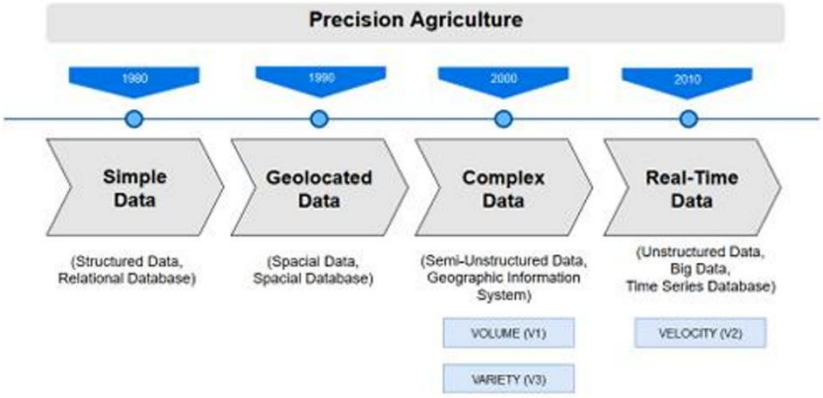


Figura 1 - Evolução da Agricultura de Precisão

Fonte: Rodriguez et al. (2019)

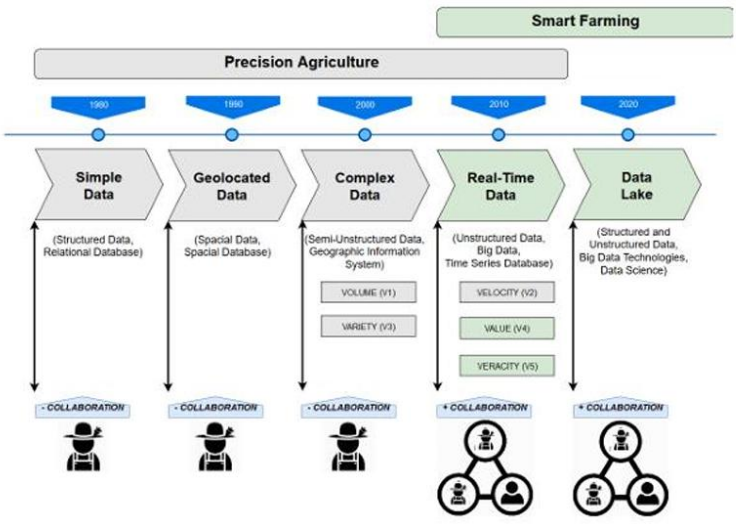


Figura 2 - Evolução da Agricultura Inteligente

Fonte: Rodriguez et al. (2019)

O setor agrícola, inicialmente focado apenas na agricultura de precisão, baseada no aumento da produção e na monitorização do campo, evoluiu para uma visão mais sistémica de toda a cadeia de abastecimento. Esta transição para uma cadeia de abastecimento 4.0 permite que as ferramentas de análise de dados conectem diretamente a produção aos mercados e ao consumidor final, de forma a aumentar a eficiência do setor.

Além da eficiência operacional, o uso de BDA tornou-se essencial para a decisão estratégica e a internacionalização, assim como ajuda a resolver falhas de segurança e de rastreabilidade, aumentando a confiança entre os parceiros comerciais. Desta forma, o *Big Data* funciona como a cola que une todo o processo, de forma a transformar o setor num ecossistema interconectado onde os dados ditam a competitividade e a sustentabilidade, desde a origem até ao consumidor.

2.3. Particularidades Do Setor Vinícola

O setor vitivinícola distingue-se por um conjunto de particularidades económicas, produtivas e estruturais decorrentes da sua natureza simultaneamente agrícola, industrial e comercial. A sua cadeia de abastecimento integra atividades desde o cultivo da vinha e a produção das uvas até à transformação, armazenamento, engarrafamento, distribuição e comercialização do vinho. A diversidade de etapas, aliada à forte dependência de fatores biológicos e ambientais, contribui para a elevada complexidade deste setor (Rebelo & Baptista, 2024).

Uma das suas principais características é a forte relação entre o produto e o território onde é produzido. As condições climáticas, o solo, a topografia, as castas e as práticas produtivas influenciam a quantidade e as características das uvas e, consequentemente, o produto final. Esta relação encontra-se associada ao conceito de *terroir*, entendido como a interação entre os fatores naturais e humanos de determinada área geográfica e as características específicas do produto aí produzido (Rebelo & Baptista, 2024). Porém, a dependência destas condições faz com que cada região apresente resultados diferentes, o que resulta numa elevada variabilidade na atividade vitivinícola.

Esta instabilidade reflete na evolução recente da produção. Em 2024, a superfície vitícola mundial foi estimada em cerca de 7,1 milhões de hectares, registando uma diminuição de 0,6%

face ao ano anterior, enquanto a produção mundial de vinho, excluindo sumos e mostos, situou-se em aproximadamente 225,8 milhões de hectolitros, menos 4,8% do que em 2023 e cerca de 12% abaixo da média dos cinco anos anteriores (OIV, 2025). Segundo a OIV (2025), trata-se de um dos níveis de produção mais baixos desde 1961, refletindo o impacto de condições meteorológicas extremas e da incidência de doenças em várias regiões produtoras.

A produção vitivinícola combina conhecimentos tradicionais, frequentemente transmitidos entre gerações, com procedimentos técnicos e científicos aplicados desde a colheita até ao armazenamento e envelhecimento. O setor apresenta uma elevada diferenciação dos produtos, resultante de fatores como a origem geográfica, as castas, o ano de colheita, os métodos de produção, a certificação, a marca e o posicionamento comercial. Esta diversidade aproxima o mercado de uma estrutura de concorrência monopolística, na qual as empresas procuram distinguir a sua oferta através de atributos específicos e dificilmente reproduzíveis pelos concorrentes. Desta forma, a reputação assume uma função importante na criação e transferência de valor ao longo da cadeia de abastecimento (Rebelo & Baptista, 2024). A origem, a qualidade percebida e a informação disponibilizada ao consumidor podem também influenciar a valorização e a escolha dos produtos vitivinícolas (Massaglia et al., 2023).

No contexto português, a diferenciação é reforçada pela diversidade regional e pelos sistemas de certificação associados à origem. O território encontra-se organizado em 14 regiões vitivinícolas, compreendendo 30 Denominações de Origem Protegida (DOP) e 14 Indicações Geográficas Protegidas (IGP), que estabelecem regras específicas relativas, entre outros aspetos, à delimitação geográfica, às castas autorizadas e aos métodos de produção (Rebelo & Baptista, 2024). Estes sistemas contribuem para a identificação, diferenciação e valorização comercial dos vinhos, assegurando simultaneamente a ligação entre os produtos e as respetivas regiões de origem.

Em 2024, Portugal registou uma produção de aproximadamente 6,9 milhões de hectolitros de vinho, o que representou uma diminuição de 8,2% relativamente a 2023. Com uma quota próxima de 3,1% da produção mundial, ocupou a 10.ª posição entre os produtores mundiais e a 5.ª posição na União Europeia, depois de Itália, França, Espanha e Alemanha (OIV, 2025). Este desempenho reflete também a modernização das últimas décadas, alavancada por programas como o VITIS que, entre 2000 e 2021, permitiu reestruturar cerca de 89 750 hectares (Rebelo & Baptista, 2024).

Do ponto de vista estrutural, o setor integra produtores individuais, empresas familiares, adegas cooperativas e grupos empresariais de maior dimensão. A fragmentação da propriedade, a diversidade topográfica das regiões e a heterogeneidade das castas condicionam a mecanização e a obtenção de economias de escala. Paralelamente, as empresas de menor dimensão enfrentam maiores restrições ao nível dos recursos financeiros, humanos e de gestão, o que condiciona a sua capacidade de investimento e crescimento (Huerta & Salas, 2012; Archel et al., 2015). No contexto português, Rebelo e Baptista (2024) identificam ainda dificuldades relacionadas com o posicionamento de determinados produtos em segmentos de baixo preço e com a criação e transferência eficiente de valor ao longo da cadeia.

Além disso, a atividade vitivinícola é marcada pelo desfasamento temporal entre a produção e a comercialização. Dependendo da categoria do vinho, do processo de envelhecimento e da estratégia empresarial, o produto pode permanecer armazenado durante períodos prolongados. Consequentemente, os operadores necessitam de gerir simultaneamente diferentes castas, origens, categorias e níveis de qualidade. Em julho de 2024, as existências nacionais de vinho e mosto situavam-se em aproximadamente 12,8 milhões de hectolitros, mais 1% do que no ano anterior, o que demonstra a importância do armazenamento e da gestão de inventários na cadeia vitivinícola (IVV, 2024).

Já em relação à internacionalização, a evolução do comércio mundial tem sido condicionada por alterações no poder de compra, nas preferências dos consumidores e no desempenho das diferentes categorias de vinho, obrigando as empresas a adaptar as suas estratégias de mercado (Del Rey & Loose, 2023). Em 2024, Portugal exportou aproximadamente 3,5 milhões de hectolitros, no valor de cerca de 965 milhões de euros. O vinho engarrafado representou 73% do volume e aproximadamente 90% do valor das exportações portuguesas, enquanto o vinho a granel apresentou um peso significativamente inferior em valor, o que mostra a importância da diferenciação, da embalagem, da certificação e do posicionamento comercial na valorização do produto (OIV, 2025).

Em síntese, o setor vitivinícola caracteriza-se pela dependência das condições naturais, pela forte ligação ao território, pela elevada diferenciação dos produtos, pela diversidade das estruturas empresariais, pelo desfasamento entre produção e comercialização e pela exposição aos mercados internacionais. A coexistência destas particularidades exige a gestão articulada de informação relacionada com a produção, a qualidade, a certificação, as existências, os custos, as

vendas e os mercados, estabelecendo o enquadramento necessário para analisar posteriormente a utilização de dados e de ferramentas analíticas no apoio à tomada de decisão.

2.4. Tendências e Desafios da Implementação do *Big Data* no Setor Vinícola

A crescente adoção de abordagens baseadas em dados no setor vinícola marca uma transformação irreversível, impulsionada pela necessidade de competir em mercados globais, cada vez mais saturados, e de responder a desafios sistémicos, como as alterações climáticas e a evolução dos padrões de consumo. À medida que o *Big Data Analytics* (BDA) se consolida, não apenas como uma ferramenta, mas sim como um recurso estratégico e económico surgem novas tendências que redefinem a tomada de decisão ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Em simultâneo, esta transição data-driven traz consigo desafios significativos relacionados com a gestão, a interpretação e a aplicação eficaz dos dados, exigindo capacidades técnicas, organizacionais e estratégicas que muitas empresas ainda estão a desenvolver.

A recente evolução do setor vinícola destaca uma tendência clara: a adoção de metodologias data-driven em praticamente todas as etapas da cadeia de abastecimento, desde a vinha até à comercialização. O aumento da dependência dos dados manifesta-se no aumento do investimento em *Business Intelligence* e algoritmos de *Machine Learning* para antecipar comportamentos de mercado e apoiar a seleção de destinos internacionais de exportação para análises preditivas e prescritivas (Yaqoob et al., 2016). Modelos preditivos, com destaque para o *Random Forest* e as Redes Neuronais Artificiais, têm sido integrados a ferramentas de gestão estratégica, o que possibilita identificar oportunidades emergentes e orientar as decisões comerciais de forma mais informada. Também é cada vez mais comum a integração de tecnologias emergentes da Indústria 4.0, como o IoT e o CC, uma vez que são essenciais para armazenar e processar o volume massivo de dados não estruturados gerados (Monleón, 2015). Já no que diz respeito à produção, a viticultura de precisão recorre a abordagens como o *ensemble machine learning* para prever o rendimento da vinha, fornecendo dados preditivos essenciais, enquanto modelos de otimização analítica guiam as decisões e impulsionam a inovação na melhoria da qualidade do vinho.

O recurso ao BDA, torna-se cada vez mais determinante para reforçar a autenticidade, a rastreabilidade e a transparência de modo a ajudar as empresas a antecipar tendências de consumo e a responder a novos mercados globais, assim como ao aumento das exigências de

saúde e de sustentabilidade. Técnicas estatísticas avançadas e algoritmos de segmentação permitem agrupar os consumidores com base em preferências especificas, ajustando os produtos aos valores de diferentes segmentos de mercado. No caso português, o *Big Data* desempenha um papel fundamental ao reduzir as assimetrias de informação e ao potenciar a valorização de marcas com menor reputação internacional ou posicionadas em segmentos de preço baixo (Rebelo & Baptista, 2024). Além disso, a utilização do BDA tem se intensificado face às iniciativas governamentais e de sustentabilidade, como a transição para redes de dados agrícolas partilhadas, que requerem a monitorização contínua do desempenho das organizações nas dimensões económica, social e ambiental.

Apesar das tendências positivas, a adoção do BDA no setor vinícola internacional continua limitada devido a fatores como barreiras culturais, regulamentares e financeiras. A veracidade e a normalização dos dados constituem pontos críticos, dado que a fusão de dados provenientes de fontes incompatíveis, como sistemas IoT, registos internos ou métricas de marketing, apresenta frequentemente falhas estruturais. Já a recolha manual está sujeita ao erro humano, podendo originar dados imprecisos, comprometer a fiabilidade das análises e gerar consequências económicas severas (Chang et al., 2006).

Do ponto de vista metodológico, o tratamento de conjuntos de dados extensos exige uma análise computacional intensiva para mitigar problemas estatísticos, como a colinearidade entre variáveis, que afetam a precisão e a solidez dos modelos, o que exige o uso de técnicas de regressão regularizada e profissionais altamente qualificados. Além do mais, em áreas científicas emergentes, como a metabolómica aplicada ao vinho, a adesão a padrões internacionais de dados e vocabulários controlados para garantir a reprodutibilidade científica (como os princípios FAIR) surge como um desafio complexo que nem sempre é priorizado na prática industrial diária (Savoi et al., 2021).

O setor enfrenta, também, desafios relacionados com a assimetria de informação e com os custos de transação. A proliferação de rótulos e selos de certificação, como DOP e IGP, pode gerar confusão entre os consumidores não especializados (Urdapilleta et al., 2021; EC, 2014), sendo necessário o desenvolvimento de mecanismos claros de sinalização para responder às novas tendências de consumo, focadas em atributos saudáveis e transparentes (Parga Dans et al., 2023).

A incerteza ambiental e os riscos climáticos introduzem, também, uma enorme complexidade na gestão operacional e de inventário de produtos que melhoram com o tempo, exigindo a aplicação de modelos matemáticos avançados para a tomada de decisões financeiras sequenciais (Pahr et al., 2025).

Em relação aos obstáculos de adoção, estes são frequentemente de natureza cultural e organizacional, associados à escassez de profissionais qualificados em ciência de dados no setor agrícola e à resistência da gestão tradicional em confiar em sistemas automatizados. Além disso, existe um desfasamento persistente entre a investigação académica sobre o consumo de vinho e as necessidades concretas dos profissionais do setor, o que limita a utilidade prática dos *insights* gerados (Vecchio, 2023).

Finalmente, é fundamental garantir a confiança, a ética e a fiabilidade dos dados, já que decisões baseadas em informações incorretas podem ter consequências económicas, sendo necessária regulamentação legal e ética para o uso dos mesmos (Michelsen Jaramillo, 2020). Questões como a propriedade intelectual, a propriedade de dados e a delimitação do seu uso comercial serão determinantes para a futura ordem digital.

Em suma, a implementação de *Big Data* no setor vinícola internacional constitui uma tendência irreversível e, ao mesmo tempo, um processo repleto de desafios. Por um lado, oferece oportunidades para prever tendências de mercado, otimizar processos produtivos, valorizar a qualidade e responder às exigências de sustentabilidade. Por outro, coloca às empresas barreiras culturais, regulamentares e financeiras que só poderão ser superadas através de uma abordagem integrada. A construção de um ecossistema de dados sólido, será determinante para transformar os dados num verdadeiro pilar estratégico da internacionalização do vinho, assegurando a sua competitividade, sustentabilidade e capacidade de adaptação aos mercados globais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. BDA NA CADEIA DE ABASTECIMENTO VINÍCOLA

A cadeia de abastecimento do setor vinícola consiste em um fluxo linear e interdependente que se inicia no planeamento da vinha e finaliza na reação do consumidor final. Atualmente, com a Agricultura 4.0, esta cadeia é gerida através do BDA, o que permite otimizar processos e assegurar a sustentabilidade do produto através da integração de informação em cada uma das etapas.

O fluxo da cadeia de abastecimento inicia com a gestão de fatores de produção e planeamento (upstream), onde se analisam dados históricos de fatores como o solo e o clima para uma melhor seleção das castas. É seguida pela produção e viticultura de precisão, onde se utilizam sensores e tecnologias de precisão para monitorar o estado da vinha de forma a prever o rendimento da colheita. Após a maturação, segue-se a fase de logística e transporte que garante que as uvas chegam às adegas nas melhores condições e no tempo estipulado. Na etapa de transformação e enologia, destaca-se o controlo da fermentação e a previsão da qualidade do produto final, enquanto na fase de distribuição e mercado, utiliza-se o *Big Data* e a tecnologias como a Blockchain, para apoiar a internacionalização e a rastreabilidade das garrafas. Para finalizar, o ciclo conclui com o consumo e feedback, onde o estudo das preferências dos consumidores orienta o reajuste de toda a estratégia produtiva.

3.1.1. Planeamento e Gestão de Fatores de Produção (Upstream)

Devido à complexidade das relações não lineares entre os fatores que influenciam o rendimento da vinha, é necessário o uso de técnicas de *Machine Learning* e *Deep Learning* de forma a facilitar a previsão das colheitas. Abordagens avançadas como o *ensemble* de *machine learning* ponderado, tem demonstrado um elevado desempenho na previsão do rendimento da vinha (*Vitis vinifera*), combinando parâmetros morfológicos, fisiológicos e de qualidade do bago (Paul et al., 2025).

Uso de Dados Climáticos na Selecção de Castas

O histórico de dados climáticos desempenha um papel estratégico na viticultura atual, tornando a decisão de plantar num processo rigoroso fundamentado em evidências empíricas, contrastando com o processo mais tradicional, baseado na intuição. Tendo em conta que a viticultura é muito afetada com as alterações climáticas, a produção da uva revela uma sensibilidade extrema aos padrões meteorológicos e à ocorrência de eventos extremos, o que exige adaptações e um planeamento mais cauteloso, principalmente para investimentos de longo prazo (Newlands, 2021). A utilização de dados históricos permite então mitigar os riscos e otimizar a adequação das castas ao *terroir* devido a abordagens como a modelação da adequação geográfica e fenológica, a seleção das castas para mitigação de riscos e a previsão de rendimento e padrões de crescimento.

Em relação à primeira, é importante ressaltar que os registos históricos de temperatura e precipitação diária constituem a base para alimentar modelos climáticos complexos, como, por exemplo, o *Community Earth System Model* (CESM) (Newlands, 2021). Ao fazer o cruzamento entre o histórico e o conhecimento sobre a fenologia da videira e os dados de plantação à escala da variedade, é possível projetar cenários futuros e avaliar as alterações geográficas nas áreas indicadas para uma certa casta especifica (Morales-Castilla et al., 2020).

Já no que diz respeito à seleção de castas para a mitigação de riscos, a perda de aptidão vinícola de um território é, geralmente, atribuída a alterações nos regimes térmicos, como por exemplo, à acumulação de calor e ao aumento do número de dias com temperaturas superiores a 40°C (Newlands, 2021). Desta forma, o uso do histórico climático permite identificar com antecedência estas vulnerabilidades locais, o que possibilita ao viticultor escolher, de forma preventiva, variedades mais tolerantes ao calor e às secas. A utilização destes dados para as projeções futuras, alinhado com o planeamento estratégico e com o aumento da diversidade de cultivares adaptadas, podem reduzir mais de metade das perdas de áreas vinícolas num cenário de aquecimento global (Morales-Castilla et al., 2020).

Por último, em relação à previsão do rendimento e dos padrões de crescimento, podemos afirmar que a viabilidade económica de uma exploração depende fortemente da escolha inicial da casta certa. De modo a fundamentar esta decisão recorre-se a dados fenológicos e morfológicos históricos que especifiquem como os padrões de crescimento passados de determinadas variedades reagiram a condições ambientais específicas (De Alwis et al., 2022). A integração destes dados climáticos com o perfil do solo e outras variáveis em modelos de previsão analítica auxilia os produtores a determinar as variedades que maximizam o potencial produtivo e a rentabilidade num local concreto (De Alwis et al., 2022).

Recomendações de fertilizantes

Uma das maiores invenções na agricultura das últimas décadas foram os fertilizantes. Escolher o fertilizante adequado para a atividade que se pretende pode ser uma tarefa quase impossível, dada a sua vasta variedade e composição. Desta maneira, a tecnologia de 4ª geração traz benefícios, pois facilita este processo, recomendando o tipo de fertilizante mais adequado para a respetiva necessidade e o momento de aplicação. Contudo, o volume de estudos nesta área é mais escasso, representando uns meros 6% da literatura (Garg & Alam, 2023).

Assim, esta recente descoberta e adaptação tecnológica resulta numa tomada de decisão mais rápida, flexível, além de mais precisa e eficiente, melhorando a produtividade e a qualidade das culturas, uma vez que as plantas crescem de uma forma mais saudável.

A aplicação mais comum para a aplicação de fertilizantes envolve sistemas de recomendação baseados em *fuzzy logic*. Desta forma, o sistema usa dados do solo para compreender quais as necessidades concretas, por exemplo, se o solo tem uma baixa ou elevada quantidade de azoto, para assim adaptar o fertilizante em conformidade.

Entre os seus benefícios encontra-se que este tipo de sistemas é imensamente adaptativo em ambientes mais complexos, a possibilidade de personalização para certas zonas ou parcelas, em vez de ser utilizado de forma uniforme, e a integração com sensores e sistemas de informação geográfica (SIG), através de dados em tempo real. Lakshmisudha et al. (2019) utilizam este sistema para a recomendação de fertilizantes baseada em *fuzzy logic* ou IoT.

3.1.2. Produção e Viticultura de Precisão

A aplicação de tecnologias associadas ao *Big Data* e ao *Big Data Analytics* na agricultura é imensamente ampla, abrangendo áreas como a prevenção de doenças, a manutenção e a monitorização dos solos, a previsão meteorológica e a gestão inteligente dos recursos. Desta forma é necessário fazer a distinção entre os principais tipos de aplicações atualmente utilizados, descrevendo onde e como estes incidem, qual o seu impacto para a produção e para a eficiência da plantação, além dos seus benefícios para o setor agrícola.

Monitorização do solo e das culturas

Um dos tipos de aplicação mais estudado pelos investigadores é a monitorização do solo e das culturas, sendo este contabilizado em cerca de 30% dos estudos científicos até à data de 2022 (Garg & Alam, 2023). Nesta área os estudos são variados e incidem em diferentes áreas. De forma a simplificar será feita uma divisão em 2 grandes grupos: uso de sensores e aplicação de *machine learning*.

No que diz respeito ao uso de sensores, este prevalece, maioritariamente, para a recolha de dados relacionados com as características dos solos, como a humidade, o pH, temperatura e a concentração de nutrientes existentes nos mesmos. Este tipo de atividade insere-se no conceito

de agricultura de precisão, sendo fundamental para otimizar práticas como a irrigação, a fertilização e o controlo de pragas, contribuindo para o aumento da produtividade e da sustentabilidade (Na et al., 2016; Wolfert et al., 2017; Munir et al., 2019). Os sensores permitem assim fazer um estudo da situação do solo, oferecendo informação sobre se esse indicador se encontra na quantidade desejada ou se necessita de certas alterações para o solo se tornar mais produtivo.

Os benefícios que esta alteração traz são diversos sendo um deles, e o mais importante, já referenciado, o aumento da produtividade. Porém, existem outros benefícios subjacentes à introdução desta tecnologia como o melhor aproveitamento da água e fertilizantes, evitando desperdícios e otimizando a sua aplicação, uma tomada de decisão mais precisa com o aumento da eficiência e a redução de custos.

Alguns autores fazem menção a este tipo de aplicação e como podem ser aplicados. Um deles, Na et al., 2016, refere que o uso de sensores IoT pode ser especialmente útil para monitorizar o pH, a temperatura e a humidade do solo. Afirma que no que toca ao pH do solo, a aplicação de um elétrodo de antimônio ajuda a determinar a acidez do solo, enquanto em relação à humidade, realiza um estudo sobre a relação entre esta e a sua resistência e consoante o resultado percebe se é necessário aumentá-la ou diminuí-la. Quanto à temperatura, usa um sensor denominado de sensor DS18B20 para obter medições mais precisas.

Quanto à aplicação de *machine learning*, nesta área estão inseridos tanto o *machine learning* como as redes neurais e o objetivo principal é classificar e prever as propriedades do solo. A inserção desta tecnologia pode ser utilizada para a classificação do tipo de solo, através de algoritmos de *machine learning* treinados, prever a qualidade do solo com as redes neurais que se focam na composição dos solos, usando tendências em parâmetros de humidade e nutrientes, otimizar a irrigação com o *machine learning* ou detetar anomalias, identificando padrões incomuns nos dados do solo. Além destes benefícios, esta tecnologia também reduz os custos, aumenta a sustentabilidade do solo e da atividade e aumenta a produtividade.

Alguns autores mencionam softwares específicos para fazer esta monitorização dos solos. Um destes autores é Padarian et al. (2019), onde afirma que o uso de *Convolutional Neural Network* (CNN) pode ser benéfico para prever propriedades do solo a partir de dados espectrais. Por sua vez, Garg & Alam (2023) argumentam que o uso de CNNs para a classificação de imagens de solos de alta precisão (97 a 99%) pode beneficiar a atividade, melhorando a sua eficiência. Por

outro lado, Balaji et al. (2018) propõem um sistema de monitorização agrícola baseado em IoT que utiliza sensores para recolher dados sobre o solo e as condições ambientais, permitindo acompanhar o estado das culturas em tempo real.

Monitorização de plantas e deteção de doenças nas folhas

Outra aplicação relevante da tecnologia da quarta revolução industrial consiste na monitorização do produto, ou seja, na monitorização das plantas. Esta área demonstra um menor volume de estudos, cerca de 17% até à data de 2022, onde interpretam o impacto e os efeitos na agricultura (Garg & Alam, 2023). As principais aplicações nesta área dizem respeito ao uso do processamento da imagem e *deep learning* ou a sistemas de diagnósticos automáticos com base em imagens.

No que toca ao processamento de imagem e *deep learning*, o foco principal é a deteção de doenças nas folhas. Para atingir este objetivo são usados alguns softwares como o CNN, máquinas de vetores de suporte (SVM) e *fuzzy logic*. Através da aquisição de imagens, tanto por câmaras como por drones, e do seu processamento, os algoritmos são capazes de identificar padrões anormais como manchas, descoloração e textura anormal, que consequentemente pode determinar que a planta se encontra com uma possível doença, permitindo uma intervenção precoce para um tratamento mais eficaz.

Os benefícios desta prática são diversos, sendo os mais relevantes a deteção precoce de doenças, a elevada precisão no diagnóstico, maior rapidez na intervenção e redução dos custos e das perdas na produção.

Entre os autores que mencionam estas práticas, Keswani et al., 2018 defende o uso de CNNs para classificação automática de doenças foliares. Também Garg & Alam, 2023 no seu artigo sugerem que a combinação entre o CNN e RNN (LSTM) é imensamente benéfica para esta classificação, mais especificamente em folhas de macieiras.

Uma outra possível aplicação são os sistemas de diagnóstico automático com base em imagens. Este tipo de aplicação representa uma inovação essencial na agricultura de precisão, permitindo uma identificação rápida e precisa de doenças em plantas. Esses sistemas utilizam técnicas avançadas de processamento de imagem e inteligência artificial para analisar imagens de folhas e detetar padrões indicativos de doenças, fornecendo diagnósticos instantâneos. Tais sistemas podem ser disponibilizados através de aplicações móveis e plataformas online,

permitindo que os agricultores enviem fotos das folhas e recebam análises detalhadas sobre possíveis doenças.

Esta prática também apresenta vários benefícios, muito similares aos já referidos, como a sustentabilidade, a redução dos custos e a maior rapidez e eficácia na deteção de doenças e respetiva intervenção.

Respetivamente à literatura, Bhange & Hingoliwala, 2015 refere que sistemas baseados na Web, usando o processamento de imagem e SVM, podem facilitar a deteção de doenças em folhas de romãzeiras. Acrescentando a este contributo, Sladojevic et al., 2016 introduziu uma ideia de um sistema de diagnóstico com CNNs para a classificação de doenças em plantas com base em imagens.

Sistemas automáticos de irrigação

A terceira forma de aplicação, e a mais estudada pelos investigadores, consiste nos sistemas automáticos de irrigação, abrangendo cerca de 32% dos estudos nesta área (Garg & Alam, 2023). Neste tópico, as principais áreas de aplicação debatidas baseiam-se na aplicação de sensores de humidade e de temperatura para controlar a irrigação em tempo real e o uso de alguns softwares e sistemas preditivos para automatizar a irrigação à distância ou em ocasiões em que o solo esteja a necessitar dessa ação.

A utilização de sensores de humidade e temperatura para controlar a irrigação em tempo real tem sido amplamente adotada em diversos contextos, desde jardins domésticos até grandes explorações agrícolas. A adoção deste tipo de tecnologia permite à indústria agrícola otimizar o uso dos recursos hídricos, garantir a saúde das plantas, evitando que estas tenham fases com escassez de água, e reduzir custos operacionais.

Alguns estudos nesta área foram desenvolvidos, podendo dar destaque a Cordeiro et al., (2022) onde demonstram que o uso de K-Nearest Neighbors (KNN) para a imputação de dados pode ser benéfico, caso existam falhas nos sensores de humidade, evitando, assim, gastos e prejuízos adicionais. Outro exemplo prático é uma proposta para um sistema de irrigação doméstico utilizando os conceitos da IoT. O sistema permite ao usuário realizar a irrigação doméstica de maneira autónoma, através de sensores de humidade e agentes controlados por um microcontrolador, com monitoramento remoto via aplicação móvel (Grehs, 2016).

Relativamente ao uso de sistemas preditivos e softwares para a irrigação agrícola, estes tem demonstrado avanços significativos na eficiência da gestão hídrica e na produtividade das culturas. Bu & Wang (2019) usaram *Deep Reinforcement Learning* para prever as necessidades hídricas em tempo real, evitando, assim, a escassez de água em alturas de maior calor ou em períodos de seca. Munir et al. (2019) aplicaram a lógica fuzzy num sistema automático de irrigação controlado via smartphone, podendo ser controlado eletronicamente e evitando, assim, a presença física. Além disso, permite também receber informação detalhada sobre o solo de forma simplificada e prática.

Já Mohapatra et al. (2018) descrevem um sistema de controlo de irrigação com redes neuronais e lógica fuzzy. Este sistema permite obter dados variados, como a humidade do solo, a temperatura do ar, a radiação solar e a precipitação. Consoante estes dados, é feita uma análise automática, para posteriormente decidir automaticamente a quantidade e local exato a irrigar.

Gestão de estufas e previsão do tempo

Por último, o uso do *Big Data* pode ser aplicado à gestão de estufas e à previsão do tempo. Nesta área as aplicações centram-se no controlo do clima em estufas. Esta combinação aproveita o melhor da inteligência artificial em ambientes agrícolas controlados, onde pequenas variações de temperatura, humidade, luz ou CO_2 podem afetar significativamente o crescimento das culturas. O objetivo é monitorizar e ajustar automaticamente as variáveis ambientais dentro da estufa para otimizar as condições de crescimento das plantas.

O benefício mais significativo nesta área é o crescimento otimizado das plantas onde as condições são continuamente ajustadas para o desenvolvimento ideal da cultura. É possível adaptar o ambiente às necessidades do tipo de planta existente na estufa, o que permite evitar picos ou choques térmicos. Outros benefícios adicionais incluem a possibilidade de fazer previsões mais precisas, a aprendizagem contínua e a redução dos custos.

A literatura sobre este tema inclui o uso da *fuzzy logic* para o controlo climático em estufas (Azaza et al., 2016), o uso de um sistema auxiliar de CNN, o R-CNN (Region-based), para a classificação e deteção de plantas em estufas com base em imagens (Zheng et al., 2019) e a aplicação de algoritmos de classificação e sensores de IoT para o controlo ambiental (Yang et al., 2017).

3.1.3. Logística de colheita e transporte (Midstream)

A fase logística constitui um pilar fundamental, uma vez que a tecnologia e a sustentabilidade se unem de forma a diminuir o desperdício e o impacto ambiental. Com a integração de tecnologias da indústria 4.0, a cadeia de abastecimento agroalimentar consegue transitar de modelos lineares e reativos para ecossistemas preditivos, transparentes e altamente eficientes no que toca ao uso de recursos.

Durante o transporte é de extrema importância a monitorização térmica contínua, dado que as uvas são frutos perecíveis e altamente suscetíveis a flutuações ambientais, o que pode levar à sua deterioração biológica e química prematura. A adoção de tecnologias baseadas em sensores e IoT permite que dispositivos inteligentes (smart devices) sejam acoplados de forma segura ou integrados no produto físico e nas duas embalagens (DHL Trend Research, 2015). De acordo com esta pesquisa realizada pela DHL em 2015, estes equipamentos registam e transmitem automaticamente dados em tempo real sobre a condição da mercadoria em trânsito, de forma a ser possível avaliar rigorosamente as variações de temperatura para garantir a integridade do produto desde a colheita até à adega. A prevenção do *stress* térmico durante durante a movimentação da carga reduz drasticamente as perdas de qualidade e o desperdício pós-colheita, senda esta eficiência um passo essencial para uma agricultura inteligente e sustentável (De Alwis et al., 2022).

A otimização das rotas de transporte é, por sua vez, um dos mecanismos mais eficazes para a redução da pegada de carbono da indústria vitivinícola. O transporte de mercadorias tem emergido como uma das principais causas de impacto ambiental no setor, principalmente devido às emissões de gases com efeito de estufa resultantes do consumo de combustíveis fósseis durante a logística e a movimentação de cargas (Garcia-Arca et al., 2017). Através de ferramentas de *Big Data*, é possível cruzar dados de geolocalização com variáveis de tráfego com o objetivo de delimitar trajetos mais curtos e contínuos. De forma a ilustrar o potencial desta analítica aplicada à distribuição de mercadorias, a UPS, uma multinacional de logística, conseguiu, através da análise de dados recolhidos por sensores instalados nos seus veículos, otimizar significativamente as suas rotas, alcançando uma poupança anual na ordem dos 5 milhões de litros de combustível (Castillo Betancourt, 2021). A adaptação desta logística para as frotas de transporte de uvas permite maximizar o volume transportado com o mínimo de emissões atmosféricas associadas.

A nível das inovações da sustentabilidade holística, ou *Triple Bottom Line*, estas interligam-se diretamente com o pilar ecológico da sustentabilidade corporativa. O *BDA* desempenha um papel crítico no rastreio e na mitigação dos efeitos ambientais relativos às operações das empresas, permitindo refletir em tempo real, não apenas o consumo de energia e a utilização de recursos logísticos, mas também a efetiva produção de poluentes e resíduos (Zhang et al., 2017a; Liu et al., 2020b). Desta forma, a combinação da monitorização da temperatura para salvaguardar a qualidade das uvas com a otimização algorítmica das rotas consolida uma operação eco-eficiente, o que prova que o setor vinícola consegue proteger o meio ambiente sem sacrificar a sua rentabilidade e a sua excelência comercial.

3.1.4. Transformação, Enologia e Adega Inteligente

A inovação, tanto ao nível dos processos de produção como nos de inovação de produto, continua a ser um dos principais motores de competitividade no setor vinícola, estando diretamente relacionada, de uma forma positiva, com o desempenho financeiro das empresas (Dogru & Peyrefitte, 2022). Neste cenário, a fase de transformação e a gestão enológica representam o núcleo operacional onde a uva é convertida num produto de elevado valor acrescentado. A literatura recente evidencia uma transição entre os métodos tradicionais de vinificação, baseados na intuição e no empirismo, para abordagens suportadas por análises de dados complexos, como o *Big Data*, e tecnologias da Indústria 4.0, culminando no conceito de "Adega Inteligente" (Newlands, 2021). Este paradigma fundamenta a implementação de sistemas de apoio à decisão que otimizam os processos físico-químicos e biológicos característicos da produção de vinho.

No que diz respeito ao processo fermentativo, a estabilidade e o controlo rigoroso das variáveis dinâmicas no mosto ditam a qualidade final da colheita. Uma vez que o setor vinícola é um setor complexo que depende de muitos fatores, tanto ambientais, como fisiológicos e económicos, exige abordagens que ultrapassem as limitações dos modelos tradicionais. Deste modo, a integração de sensores de alta precisão diretamente nas cubas para a monitorização da fermentação em tempo real tem-se revelado um avanço tecnológico crucial na prevenção de anomalias enológicas.

Um exemplo relevante é a implementação de Assistentes de Vinificação Inteligentes, como o sistema FILCS (*Fermentation Intelligent Logic Control System*) na *Palmaz Vineyards* (Califórnia).

Este sistema baseado em IoT atua como um assistente computacional, que recolhe fluxos contínuos de dados dos tanques de fermentação para efetuar ajustes algorítmicos automáticos (Newlands, 2021). Paralelamente, a utilização de instrumentos sensoriais artificiais como *e-tongues* e *e-noses*, tem sido aplicada para inspecionar a qualidade e detetar antecipadamente desvios sensoriais, fraudes e adulterações ao longo de todo o processo de fermentação (Rodríguez-Méndez et al., 2016).

Paralelamente à monitorização contínua, a avaliação da qualidade do vinho através de modelação estatística e *Machine Learning* tem obtido uma grande atenção académica. Diversos autores têm explorado a relação intrínseca entre os perfis físico-químicos, como por exemplo, o pH, o teor alcoólico, o açúcar residual e dióxido de enxofre livre e total, e a avaliação sensorial humana.

Athanasiadis e Ioannides (2015) demonstraram que a aplicação de modelos de regressão logística confere uma robustez e transparência superiores relativamente à regressão linear multivariada na classificação da qualidade de vinhos brancos, tintos e rosés. Para lidar com a elevada dimensionalidade e os problemas de multicolinearidade frequentemente encontrados em *Big Data*, a utilização de métodos de regressão regularizada, nomeadamente as técnicas *Ridge* e *Lasso*, revelou-se altamente eficaz na prevenção de sobreajustamento (*overfitting*) durante a previsão de qualidade de vinhos (Athanasiadis & Ioannides, 2015; Thevaraja et al., 2019). Posteriormente, Yavas et al. (2025) validaram o uso de um modelo otimizado de regressão *Ridge* polinomial de segundo grau. Os autores demonstraram que a utilização destas métricas matemáticas não só quantifica com precisão a influência das variáveis na qualidade percebida, como a influência não linear do álcool e da acidez, como permite projetar teoricamente a composição ideal para atingir a pontuação máxima de 10, orientando diretamente as decisões de *blending* na adega.

No domínio da biologia de sistemas moleculares, a caracterização exaustiva e rigorosa das transformações químicas na adega exige o mapeamento do perfil metabólico do vinho através de medições em larga escala de metabolitos. Savoi et al. (2021) sublinham a importância crítica de integrar e gerir estes dados metabolómicos complexos, obtidos mediante técnicas analíticas de LC-MS, GC-MS ou RMN, sob os princípios FAIR. A padronização destes metadados e a adesão às diretrizes e terminologias oficiais da OIV são fundamentais para garantir a qualidade, a conformidade regulamentar e a reprodutibilidade científica dos resultados. Esta consistência de

dados permite, por exemplo, prever a "idade química" do vinho durante o armazenamento (Arapitsas et al., 2014) ou perfilar interações complexas de co-fermentação com leveduras não convencionais (Beckner Whitener et al., 2015).

A tomada de decisão estratégica no setor vinícola não se limita à vinha e à fermentação, estendendo-se também à gestão eficiente dos recursos empresariais e à otimização da logística de armazenamento. A gestão de inventário de produtos que cujo valor aumenta com o tempo, como o vinho do porto, apresenta um desafio complexo, agravado pela incerteza climática, que afeta a quantidade e qualidade das uvas, gerando incertezas em relação aos preços de compra. Este problema pode ser modelado como um processo de decisão de Markov (MDP), que permite estruturar decisões sequenciais em cenários de incerteza. Em casos de problemas de grande escala, onde a solução é inviável, utilizam-se metodologias avançadas como o *Learning from the Aggregated Optimum*. Esta abordagem ensina regras de decisão baseadas em árvores sobre políticas ótimas agregadas, de modo a obter uma forma eficiente de aproximar soluções complexas (Pahr et al., 2025). A aplicação destes modelos permite implementar estratégias operacionais importantes como a adaptação da compra a flutuações de preços, reduzindo a exposição a riscos climáticos; a manutenção de stocks mais antigos para assegurar a produção de vinhos Tawny de longa idade e a utilização de uma distribuição de classes etárias durante o blending, de modo a diminuir o risco de deterioração.

Em suma, a literatura académica converge na constatação de que a transformação e a enologia estão a evoluir de um processo empírico para uma ciência de precisão algorítmica. A adoção de tecnologias analíticas colmata definitivamente o hiato entre a teoria preditiva e a prática na adega. Estas metodologias integradas fortalecem o sistema de garantia de qualidade, minimizam riscos microbiológicos e operacionais, e viabilizam a padronização de produtos de excelência perfeitamente adaptados às exigências competitivas dos mercados internacionais.

3.1.5. Distribuição, Internacionalização e Mercado (Downstream)

A globalização atual é caracterizada pela circulação massiva de dados, obrigando o setor vinícola, historicamente ligado a métodos tradicionais, a adotar abordagens de *Big Data Analytics* (BDA) para se manter competitivo. O BDA é, por isso, considerado o "petróleo do século XXI" (Méndez, 2015), o que reflete o seu valor como um ativo fundamental para apoiar decisões

estratégicas de expansão das empresas, especialmente no caso das PMEs que procuram estabelecer uma presença internacional sustentada.

A internacionalização bem-sucedida do vinho exige bem mais do que observar indicadores clássicos do comércio internacional, também são necessárias ferramentas que sejam capazes de prever a dimensão dos mercados, avaliar a sua atratividade e detetar oportunidades escondidas entre diversas combinações produto-país. No que diz respeito à análise estratégica do mercado, têm-se destacado o recurso ao BDA (Barbosa et al., 2018), como apoio à tomada de decisões, integrando a previsão de volumes de comércio internacional, obtida através de algoritmos de *machine learning*, como *input* para modelos de gestão tradicionais, como a matriz BCG (Özemre, & Kabadurmus, 2020). Esta combinação permite antecipar tendências e identificar novas oportunidades de mercado, de modo a contribuir para que exportadores e importadores tomem decisões de forma mais fundamentada e eficaz (Hazen et al., 2018).

Para prever estes volumes de exportação, o BDA recorre a modelos preditivos como o *Random Forest* e as Redes Neuronais Artificiais, embora alguns estudos recentes mostrem que o RF supera o ANN em termos de precisão e robustez da previsão (Dogru & Peyrefitte, 2022).

Em relação à identificação de oportunidades são usados sistemas de apoio à decisão, como o TRADE-DSM, que utilizam o BDA para analisar grandes volumes de informação sobre o mercado, provenientes de diversas fontes, de forma a identificar combinações produto-mercado com forte potencial de crescimento, que passariam despercebidas pelos decisores que recorrem a métodos tradicionais (Cuyvers et al., 2012).

Além do mais, existem estudos que exploram a aplicação de *Machine Learning* a dados de importação e exportação, adaptando técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), como os modelos de alocação latente de Dirichlet (Blei, Ng, and Jordan in Kozlowski, Semeshenko, & Molinari, 2021) para a análise do comércio internacional, de forma a classificar produtos e identificar tendências a partir de dados de exportação. O LDA permite identificar dimensões latentes no espaço de produtos e cria uma tipologia de comércio global baseada em dados empíricos, complementando as formas tradicionais de análise, reduzindo a subjetividade típica das classificações tradicionais e oferecendo novas formas de segmentar o mercado.

O uso do BDA permite perceber com maior clareza o que realmente impulsiona a internacionalização do setor, sendo possível classificá-los em dois grupos, aos fatores específicos

do produto e os fatores do ambiente global e local (Ayankoya et al., 2016; Nummelin and Hanninen, 2016). Em relação aos primeiros, estes incluem elementos como o volume e o valor unitário das exportações, a reputação internacional, as certificações e a taxa de crescimento anual, e têm um impacto direto na disposição do consumidor a pagar (WTP), uma vez que ajudam a reduzir as disparidades de informação. Já no que toca ao segundo grupo, este abrange as variáveis políticas, económicas (Keck et al, 2010; Sokolov Mladenovic et al., 2016), como o PIB, as taxas de câmbio e os índices de confiança, variáveis comercias, tais como os acordos preferenciais, as barreiras tarifárias, e logísticas, como a distância geográfica e os custos logísticos.

Além desses fatores, a orientação para a exportação, medida pela proporção entre as exportações e as vendas totais, mostra-se correlacionada com os esforços de inovação das empresas (Dogru & Peyrefitte, 2022). O modelo de equações estruturais (SEM) revelou que o volume de vinho produzido e o consumo doméstico são os preditores mais fortes do valor de exportação, LF=1.003 e LF=0.909, respetivamente. Isto indica que a eficiência da produção e a força do mercado interno são mais relevantes para o sucesso internacional do que a extensão da área da vinha (Dobre Gudei et al., 2025).

A internacionalização e o posicionamento no mercado dependem também de fatores como a qualidade do produto e da eficiência operacional, que são suportadas por ferramentas de análise de dados. Com os consumidores cada vez mais atentos a assuntos como a saúde, a sustentabilidade ou o teor alcoólico, as técnicas de regressão, tanto a múltipla como a logística, tem-se mostrado cada vez mais fundamentais para perceber estas preferências e ajustar o posicionamento das marcas (Fuentes-Fernández & del Campo-Villares, 2025).

A regressão logística, em particular, tem mostrado melhor desempenho do que a regressão linear multivariada, sobretudo pela sua maior capacidade de interpretar e prever a classificação da qualidade do vinho. No contexto de *Big Data*, onde os atributos físico-químicos apresentam uma forte multicolinearidade, torna-se essencial o uso de métodos de regularização como o *Ridge Regression* (RR) e a *Lasso*, cujo objetivo é otimizar os modelos de previsão de qualidade, de modo a explorar composições de vinho hipotéticas com pontuações superiores. No fundo, trata-se de ferramentas que ajudam as adegas a alinhar o produto com nichos de mercado específicos.

O papel do *Big Data* no setor vinícola, também se estende às tarefas administrativas e ao controlo de qualidade. Ao que diz respeito à gestão de documentos comerciais, esta tem vindo a

ser automatizada através da utilização de técnicas de *Data Mining* e *Machine Learning* como o SVMs, que são capazes de extrair elementos de dados com elevada precisão, de forma a reduzir significativamente os custos administrativos, assim como o esforço manual, apesar dos seus desafios de má qualidade ou má formatação dos documentos originais. Na área da investigação, a metabolómica tornou-se uma ferramenta essencial para compreender e diferenciar os produtos de gama alta. Porém este tipo de análise só tem valor quando os dados são bem organizados, sendo, por esse motivo, exigida a adesão aos princípios FAIR. O cumprimento destas diretrizes, apoiado nas terminologias da OIV e em padrões como o MIAPPE, garante a reprodutibilidade e a reutilização dos dados na comunidade científica global (Savoi et al., 2021).

Existe também a questão da circulação internacional de dados de marketing e de exportação que atualmente decorre num quadro legal complexo, o que condiciona a competitividade das empresas. Os acordos comerciais preferenciais (PTAs) passaram a incluir regras que regulam o comércio eletrónico e o fluxo de dados transfronteiriços. O nível de restrições impostas pelos países é medido pelo Data Restrictiveness Index (Índice de Restritividade de Dados) que considera aspetos como políticas de uso comercial e de retenção de dados. A redução destas barreiras pode gerar ganhos significativos de produtividade total dos fatores (TFP) para as empresas. Existe também uma discussão sobre a propriedade intelectual (PI) e a definição de dados como mercadoria material (Dateneigentum) que ganha relevância à medida que a economia digital se consolida.

Simultaneamente, a internacionalização do vinho exige que o posicionamento de mercado incorpore a sustentabilidade, medida por indicadores como o SuWI, que integram as dimensões económica, ambiental e social. Neste contexto, as certificações DOP e IGP operam como indicadores de capital social no mercado internacional (Sardone et al., 2023).

No contexto da distribuição e internacionalização, a tecnologia *Blockchain* assume um papel transformador ao atuar como uma garantia constante de origem e de autenticidade para o consumidor final. A literatura destaca que a *Blockchain* permite desenhar sistemas robustos especificamente para prevenir a contrafação nas cadeias de abastecimento, como é o caso de estudos aplicados à indústria vitivinícola (Danese et al., 2021). Ao contrário dos sistemas de dados centralizados e tradicionais, a tecnologia de *Blockchain* oferece um sistema altamente seguro e transparente para gerir a enorme quantidade de dados do comércio internacional, assegurando

que a informação sobre a proveniência e a transação dos produtos, desde a sua origem, não pode ser adulterada (Lian, 2022).

Esta capacidade de rastreabilidade e de descentralização de ponta a ponta confere aos consumidores e às autoridades ferramentas exatas para verificar a proveniência e combater a falsificação (Danese et al., 2021). Adicionalmente, esta tecnologia permite eliminar assimetrias de informação e reduzir a dependência de intermediários através da utilização de *smart contracts*, aumentando a eficiência das transações logísticas globais (Lian, 2022). Esta vantagem é particularmente valiosa na proteção de bens fortemente dependentes de Indicações Geográficas e marcas registadas (como o vinho), garantindo ao consumidor final que está a adquirir um produto com a qualidade e características prometidas. Em suma, ao descentralizar a informação do comércio internacional, a *Blockchain* não só facilita o processo de exportação, como consolida de forma tecnológica a confiança na relação direta entre a marca, a origem do produto e o consumidor (Lian, 2022).

Em suma, o BDA e a Blockchain atuam como verdadeiros motores de progresso para a internacionalização do vinho uma vez que permitem não só a identificação de novos mercados, como a compreensão das preferências globais e a adaptação estratégica da oferta. Esta abordagem diversificada e sustentada por dados de alta qualidade é hoje essencial para reforçar a competitividade e a inovação do setor, assim como o crescimento económico do setor à escala mundial.

3.1.6. Comportamento do Consumidor e *Feedback*

O mercado do vinho caracteriza-se por uma elevada complexidade e diversidade entre produtos, operando num contexto de concorrência monopolística, marcado por assimetrias de informação e por uma evolução constante influenciada pela globalização e pelas novas exigências de saúde e de sustentabilidade. Devido ao aumento do consumo global e à diversificação dos perfis de consumo, a análise de dados e o *Big Data Analytics* emergem como instrumentos fundamentais para apoiar estratégias que visam a expansão e a consolidação das adegas. A capacidade de extrair valor de grandes volumes de informação é essencial para identificar padrões de compra, motivações e tendências que guiam este mercado.

Este setor distingue-se pela elevada diferenciação de produtos, o que confere às adegas um certo poder de mercado e a capacidade de aplicar markups (diferença entre o custo de um bem e o seu preço de venda) superiores aos de uma concorrência perfeita. A capacidade de uma adega cobrar um preço mais alto é determinado pela baixa elasticidade-preço da procura, ou seja, quando os consumidores valorizam uma marca, devido a fatores como a marca, as classificações (ratings) ou reconhecem marcas coletivas como DOP e IPG, e aceitam pagar mais por isso. Estes elementos funcionam como sinais de qualidade e tornam o preço menos sensível a variações. No entanto, a diferenciação horizontal e vertical da procura, só é eficaz se os consumidores conseguirem perceber e interpretar a qualidade real do vinho, caso contrário, expõe o mercado a riscos de seleção adversa, o conhecido "mercado dos limões" (Rebelo, 2021), onde produtos de menor qualidade podem sobrepor-se aos melhores devido à falta de informação credível. A perceção de qualidade é influenciada por uma distinção entre qualidade reconhecível, baseada em fatores objetivos como prémios e certificações, e qualidade relativa, baseada em fatores subjetivos como a moda, reputação ou até o próprio preço, cuja análise exige a sistematização de dados diversificados (Charters e Pettigrew, 2008).

A nível global destaca-se uma tendência cada vez mais marcada pela premiumização, ou seja, uma mudança de um crescimento impulsionado pelo volume para um crescimento impulsionado pelo valor. Este foco no segmento de preço alto é justificado pelas margens absolutas serem significativamente superiores (OIV, 2024). Portugal é, contudo, caracterizado como uma fonte significativa de vinhos de baixo preço, tanto no mercado interno como na exportação. Grande parte dos vinhos nacionais carecem da reputação necessária para aumentar a disposição do consumidor a pagar (WTP), o que dificulta a transferência de valor para os agentes a montante da cadeia. O preço médio baixo de venda acaba por refletir um modelo de negócio que entrega uma parte significativa do excedente económico ao consumidor. Neste contexto, a análise preditiva e as técnicas não paramétricas, como as ANN e as RF, tornam-se fundamentais na análise do comercio internacional. O volume de vinho produzido e o consumo doméstico são os preditores mais fortes do valor de exportação, o que confirma que um mercado interno forte reforça a reputação e a marca, sendo crítico para o sucesso da exportação (Dobre Gudei et al., 2025).

Em relação ao comportamento do consumidor, este é influenciado por características sociodemográficas, pela busca por variedade e pelas tendências emergentes de saúde e de sustentabilidade. O recurso ao BDA é crucial para ultrapassar a definição inadequada da estratégia de marketing e permitir uma segmentação de mercado realmente eficaz, que vá para além das

variáveis geográficas e demográficas. A análise de dados permite distinguir perfis de consumo que variam desde consumidores iniciantes, mais sensíveis ao preço e à familiaridade, até consumidores experientes, que valorizam sobretudo a qualidade, a diferenciação e a exclusividade. Estudos baseados em dados reais de compras, que utilizam modelos de misturas finitas (FM), mostram que a busca por variedade (VSB) em relação ao tipo de vinho é elevada, mas a procura de informação, como por exemplo a rotulagem de certificação, ajuda a reduzir o risco percebido e pode aumentar a fidelização à marca do produtor (Caracciolo et al., 2022). Deste modo, empresas de maior dimensão, capazes de oferecer uma gama mais diversa de produtos, tendem a ser favorecidas. Além disso, o consumidor de vinho evolui ao longo do tempo, passando por fases que vão do conhecimento básico à especialização. Compreender estas fases permite às adegas adaptar as suas ações. Por fim, fatores sociodemográficos, como a idade, a educação, o rendimento ou até mesmo o tamanho da residência, influenciam diretamente o perfil e a intensidade do consumo. Por exemplo, o aumento da educação e do rendimento está associado ao aumento do consumo de vinhos secos, enquanto entre os consumidores mais jovens o ato de consumir vinho pode também estar ligado a motivações de natureza social ou simbólica (Anchor e Lacinova, s.d.).

A crescente preocupação com a saúde e o bem-estar está a transformar profundamente os padrões de consumo de vinho. Uma das tendências mais evidentes é a procura por opções com baixo teor alcoólico ou até mesmo sem álcool, que surge como resposta a estilos de vida mais saudáveis e a mudanças demográficas significativas. Em Espanha, a queda histórica do consumo levou o setor a considerar os vinhos sem álcool (DAW) como uma oportunidade. Uma pesquisa confirmou que 72,21% dos consumidores referem a "saúde" como a principal razão para o consumo de tais bebidas (Fuentes-Fernández & del Campo-Villares, 2025), com destaque para Milennials e Centennials e pela dinâmica de género. Paralelamente, cresceu o interesse do consumidor por atributos ambientais, como produtos orgânicos, sustentáveis e de produção artesanal, que levou a uma proliferação de selos como o do vinho natural (NW). Estudos indicam que a procura por este tipo de certificações está associada a valores eco-saudáveis e à valorização da produção artesanal de proximidade (proximity-craft), e que consumidores com níveis de escolaridade mais baixos demonstram apoio a esta certificação, possivelmente como forma de contestar hierarquias tradicionais de consumo e legitimar práticas mais acessíveis (Parga Dans et al., 2023).

A análise de dados é crucial para mitigar o problema da assimetria de informação, uma vez que é simultaneamente um bem de experiência, ou seja, o consumidor só avalia plenamente após o consumo, e um bem de crença, ou seja, características não observáveis após o consumo. Ao contrário de outros alimentos, a regulamentação europeia não exige que os rótulos do vinho contenham informação sobre os valores nutricionais, ingredientes ou data de validade, apesar de poder conter dezenas de aditivos. Esta ausência de informação, dificulta as escolhas informadas e gera confusão para o consumidor, o que levou à Comissão Europeia começar a avançar no sentido de tornar obrigatória a declaração nutricional e a indicação dos ingredientes. O sistema de indicações geográficas (IG) da UE, concebido justamente para reduzir a assimetria de informação através da sinalização da origem e de qualidade, enfrenta o problema, em mercados estrangeiros, de ter múltiplos acrónimos como por exemplo o DOP e IGP, que causa confusão para o consumidor não especialista devido à distinção pouco clara entre terroir (DOP) e território (IGP). Além disso, a crescente proliferação de selos e certificações, como orgânicos, biodinâmicos e Vinho natural, agrava essa confusão.

Além destas condicionantes, a análise de dados desempenha um papel fundamental no apoio à tomada de decisão estratégica relativamente aos canais de distribuição, permitindo otimizar experiências, reduzir barreiras comportamentais e alinhar práticas logísticas com as expectativas dos consumidores. Uma revisão sistemática conduzida por Spence (2023) concluiu que a maioria dos clientes não apoia a adoção de taxas de degustação. Estas taxas tem um impacto significativamente negativo na intenção futura de visitar a adega ou comprar vinho, afetando a fidelização e o valor de vida do cliente (CLV). A evidência sugere que a prática de reembolso das taxas na compra é uma estratégia eficaz para mitigar esses efeitos adversos. Outra questão está relacionada com a embalagem, tradicionalmente a garrafa de vidro, valorizada por motivos culturais, que constitui uma limitação relevante para a economia circular devido ao seu peso elevado e consequentes emissões devido ao seu transporte. A AD é então necessária para projetar campanhas de informação, baseadas em evidências, que demonstrem que a qualidade do vinho não varia em embalagens menos impactantes, como, por exemplo, kegs de aço reutilizável, e desta forma, mudar o comportamento do consumidor que, por vezes, associa uma garrafa mais pesada a uma melhor qualidade.

A transição para a Cadeia de Abastecimento 4.0 tem redefinido a gestão da procura no setor vitivinícola, permitindo que os dados de consumo ditem as estratégias de produção a montante. A literatura recente sublinha que a adoção de ferramentas de BDA capacita as empresas a

compreenderem de forma proativa as exigências do mercado, facilitando a projeção de cadeias de abastecimento capazes de responder de forma muito mais rápida e eficaz às necessidades dos clientes (Sanders, 2014; Tiwari et al., 2018).

Neste novo paradigma orientado pelos dados, o *feedback* dos consumidores atua como o principal catalisador para a inovação de produtos e processos na origem. O envolvimento e a auscultação das preferências dos consumidores levam à adoção de novas estratégias na adega e na vinha (Santini et al., 2013; De Steur et al., 2020). Um exemplo paradigmático documentado na literatura é a crescente transição da indústria para a oferta de vinhos desalcoolizados ou de baixo teor alcoólico. Esta alteração é impulsionada pela recolha de dados que demonstram uma mudança demográfica clara, onde as novas gerações (como os *Millennials* e os *Centennials*) e o público feminino exigem produtos alinhados com tendências de saúde, bem-estar e sustentabilidade (Fuentes-Fernández & del Campo-Villares, 2025).

Esta alteração acentuada nos padrões de consumo obriga a uma adaptação flexível das especificações do produto na origem para fazer face às novas preferências (Del Rey & Loose, 2023). Como resultado, a informação capturada no mercado viaja de volta ao início da cadeia produtiva, ou seja, a adega é forçada a inovar através da implementação de tecnologias de desalcoolização parcial ou total, na viticultura, o setor é impelido a repensar e a alinhar o planeamento agrícola com estes princípios de saúde e sustentabilidade exigidos (Fuentes-Fernández & del Campo-Villares, 2025). Em suma, a literatura demonstra que o *Big Data* inverte a lógica tradicional de produção impulsionada pela oferta, transformando a vitivinicultura num ecossistema integrado onde o *feedback* contínuo do consumidor dita a inovação tecnológica e agronómica antes mesmo de a uva ser colhida.

A integração de BDA e ciência de dados é essencial para garantir a competitividade sustentável do setor vinícola, permitindo transformar informação dispersa em decisões estratégicas com impacto direto na produção, marketing e internacionalização. O BDA possibilita uma segmentação altamente precisa e a implementação de estratégias adaptativas, utilizando dados de feedback em tempo real, monitorização de redes sociais e apps de vinho. Ferramentas como a Latent Dirichlet Allocation, originalmente desenvolvida no âmbito do Processamento de Linguagem Natural, podem ser aplicadas ao fluxo de exportações para identificar dimensões latentes, padrões ocultos e tipologias de comércio global, complementando as análises tradicionais. Do mesmo modo, técnicas preditivas como as SVMs revelam um elevado desempenho na classificação de dados

para o suporte à decisão. A expansão acelerada da recolha e circulação de dados implica o cumprimento de normas que regulam o fluxo transfronteiriço de dados, bem como a transparência e a discussão de conceitos estruturantes como o Dateneigentum (propriedade dos dados). A definição clara de direitos, responsabilidades e limites de utilização são cruciais para assegurar uma ordem digital justa.

Apesar do progresso metodológico, existe uma lacuna significativa entre a investigação académica e prática profissional (Vecchio, 2023). Muitos gestores de adegas e decisores políticos continuam a não incorporar os resultados dos estudos académicos, devido à ênfase na complexidade das metodologias e à utilização de amostras de conveniência que resultam em uma baixa validade externa. A sugestão para suprir esta lacuna seria forcar-se em problemas substantivos do mundo real e envolver os profissionais no desenho dos estudos, de forma a garantir que os insights analíticos sejam aplicados.

Em síntese, o entendimento detalhado do comportamento do consumidor e do mercado do setor vinícola, aliada ao uso estratégico do BDA é uma vantagem competitiva decisiva. Esta integração permite a transição de uma estratégia intuitiva para uma abordagem informada, segmentada e preditiva, essencial para o crescimento e posicionamento consistente em mercados locais e globais. O estabelecimento de um ecossistema integrado, onde os dados de consumo viajam em sentido inverso para reformar as práticas tecnológicas na adega e o planeamento agronómico na vinha, consolida a Cadeia de Abastecimento 4.0, posicionando de forma consistente as organizações face às exigências voláteis do mercado global.

4. METODOLOGIA

O presente capítulo descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento desta investigação, apresentando as opções metodológicas que orientaram o estudo e justificando a sua adequação aos objetivos definidos. São abordadas a filosofia de investigação, a abordagem metodológica e a estratégia de investigação, os métodos de recolha e análise de dados, a caracterização dos participantes e as considerações éticas que orientaram todo o processo de investigação.

4.1. Filosofia de investigação, abordagem e estratégia de investigação

No que diz respeito à perspetiva de investigação, tendo em conta as questões de investigação e os objetivos previamente definidos, a presente investigação corresponde a uma investigação interpretativista, assente numa metodologia qualitativa, uma vez que se pretende compreender de que forma as empresas estudadas utilizam dados e práticas analíticas na gestão da cadeia de abastecimento e analisar o seu contributo para a tomada de decisão e para a eficiência operacional das organizações, bem como identificar os benefícios, desafios e perspetivas associados à adoção destas tecnologias. Neste sentido, esta abordagem revela-se adequada por permitir compreender as experiências, perceções e práticas dos profissionais envolvidos nos processos de gestão e decisão das organizações em estudo (Antonio et al., 2019).

É importante ressaltar que embora o BDA seja o principal enquadramento conceptual deste estudo, a investigação não tem como objetivo avaliar a maturidade analítica, o grau de adoção de BDA ou a existência de infraestruturas tecnológicas especificas nas organizações. O foco incide sobre a práticas de utilização da análise de dados relatadas pelos participantes, as quais podem ter diferentes níveis de maturidade e complexidade, analisando, posteriormente, os resultados à luz da literatura sobre o BDA e sobre as capacidades organizacionais necessárias para converter dados em valor para a tomada de decisão.

Como estratégia de investigação, recorreu-se ao estudo de casos múltiplos, composto por quatro organizações do setor vitivinícola português, a Esporão, a Adega Cooperativa Regional de Monção, a Anselmo Mendes e a PROVAM. O estudo dos casos revela-se adequado à análise de fenómenos contemporâneos no seu contexto real. O recurso a casos múltiplos permite assim analisar individualmente cada organização de forma a poder comprar posteriormente as práticas comuns, desafios e fatores diferenciadores na adoção de diferentes soluções analíticas.

A seleção das organizações seguiu uma lógica de *purposive sampling*, condicionada pela possibilidade de acesso às empresas e aos participantes. Não se pretendeu constituir uma amostra estatisticamente representativa do setor vitivinícola português, mas selecionar casos relevantes para o fenómeno em estudo e capazes de proporcionar informação sobre diferentes formas de utilização de dados na cadeia de abastecimento. A inclusão das organizações foi baseada em critérios como a atuação direta no setor vitivinícola português, a participação em diferentes atividades da cadeia de abastecimento, a utilização de dados, sistemas de informação ou ferramentas analíticas nos processos organizacionais, a existência de um profissional com

conhecimento relevante sobre as práticas analisadas e diversidade quanto à estrutura organizacional, modelo de gestão e principais áreas de aplicação dos dados.

A heterogeneidade dos casos foi intencionalmente valorizada, uma vez que permite examinar de que forma a análise de dados varia segundo as características e prioridades de cada organização. A Esporão representa uma estrutura de maior dimensão, caracterizada por um uso mais transversal de sistemas de *Business Intelligence* e tratamento de dados. A Adega Cooperativa Regional de Monção introduz o contexto cooperativo e a complexidade de coordenar informação proveniente de uma vasta rede de associados. A Anselmo Mendes reflete a realidade de uma empresa privada com forte foco na viticultura, na qualidade do produto e na expansão internacional. Por fim, a PROVAM evidencia uma aplicação mais orientada para o controlo de qualidade, o laboratório e a rastreabilidade. A seleção das organizações segue então uma lógica de replicação teórica dado que reúne casos com perfis distintos nos quais se esperavam diferentes padrões de utilização de dados. A comparação não teve como objetivo verificar se as empresas adotavam práticas idênticas, mas sim compreender de que modo diferentes combinações de recursos, competências, processos e prioridades estratégicas refletem nas práticas identificadas. Esta abordagem reforça a análise comparativa e explora os mecanismos pelos quais os dados são convertidos em informação relevante para a gestão da cadeia de abastecimento e para a tomada de decisão.

A investigação adota ainda uma abordagem abdutiva, na medida em que articula os contributos da revisão de literatura com a informação obtida através das entrevistas realizadas aos profissionais das organizações participantes. Assim, os conceitos identificados no enquadramento teórico serviram de base para a recolha e análise dos dados, permitindo interpretar os resultados obtidos e compreender a forma como as plataformas analíticas são utilizados no contexto do setor vitivinícola. Desta forma, verificou-se um movimento contínuo entre teoria e evidência empírica, permitindo interpretar os resultados à luz da literatura sobre análise de dados, *Big Data Analytics* e capacidades analíticas organizacionais.

4.2. Métodos de recolha de dados

No que diz respeito aos métodos de recolha de dados, optou-se pela realização de entrevistas semiestruturadas a profissionais pertencentes às quatro organizações previamente referidas, por se considerarem complementares e adequadas aos objetivos de investigação. A

opção por este método justifica-se pela necessidade de compreender, em profundidade, as práticas de utilização da análise de dados nas organizações estudadas, além de compreender a perspetiva dos profissionais das organizações participantes relativamente ao seu contributo para a gestão da cadeia de abastecimento e para os processos de tomada de decisão, o que permitiu uma análise mais abrangente do fenómeno em estudo, articulando os contributos da literatura com a evidência empírica obtida.

Relativamente às entrevistas semiestruturadas, o guião de entrevista (Apêndice 1) foi elaborado com base na revisão de literatura e em conformidade com os objetivos definidos para a investigação, servindo de suporte à condução das entrevistas, sem comprometer a liberdade dos entrevistados para aprofundarem os temas considerados mais relevantes. O guião encontra-se estruturado em diferentes grupos, iniciando-se com a caracterização do entrevistado. Seguidamente, aborda o nível de digitalização das organizações e a sua literacia de dados, a utilização de plataformas analíticas e de outras tecnologias ao longo das diferentes etapas da cadeia de abastecimento, desde o planeamento e gestão de fatores de produção até à produção, logística, distribuição e relacionamento com o consumidor. Por fim, são exploradas as perspetivas futuras das organizações relativamente à adoção destas tecnologias, terminando a entrevista com um espaço destinado a comentários finais dos participantes. Embora o guião tenha sido comum às quatro entrevistas, a natureza semiestruturada deste método permitiu adaptar as questões e aprofundar determinados tópicos em função da experiência, das responsabilidades e do contexto organizacional de cada participante.

Adicionalmente, foi elaborado um termo de participação e consentimento (Apêndice 2), com o objetivo de informar os participantes sobre o propósito da investigação, solicitar autorização para a gravação das entrevistas e assegurar que toda a informação recolhida seria utilizada exclusivamente para fins académicos, garantindo a confidencialidade e o anonimato dos participantes.

4.3. Caracterização dos entrevistados

As entrevistas realizadas no âmbito da presente investigação decorreram entre o final do mês de junho e o início de julho, envolvendo quatro profissionais pertencentes a diferentes organizações do setor vitivinícola português, a Esporão, a Adega Cooperativa Regional de Monção, a Anselmo Mendes e a Provam. Todas as entrevistas foram realizadas em formato online,

registadas através da gravação das mesmas e posteriormente transcritas, garantindo a fidelidade da informação recolhida.

Por questões de confidencialidade, os participantes foram identificados de forma codificada (E1, E2, E3 e E4) ao longo da análise, sendo a identificação utilizada exclusivamente para facilitar a apresentação e discussão dos resultados. Os entrevistados desempenham funções distintas nas respetivas organizações, nomeadamente nas áreas da gestão, análise de dados, qualidade e coordenação operacional, permitindo obter diferentes perspetivas sobre a utilização de plataformas analíticas, do *Big Data* e da Inteligência Artificial ao longo da cadeia de abastecimento do setor vitivinícola.

A seleção dos participantes foi realizada de forma intencional, tendo sido privilegiados profissionais que, pelas funções desempenhadas nas respetivas organizações, possuíam envolvimento direto nos processos de decisão e na utilização de dados e tecnologias digitais nas respetivas organizações. Em cada uma das quatro organizações foi entrevistado *key informant*, selecionado em função da sua experiência profissional, responsabilidade organizacional e envolvimento nos processos relacionados com a gestão da informação, operações, qualidade ou tomada de decisão. A opção por um único participante em cada organização decorreu da natureza exploratória da investigação e das limitações de acesso às empresas, de modo a privilegiar a recolha de informação junto a profissionais com uma visão abrangente da realidade organizacional e das práticas desenvolvidas.

A tabela 5 apresenta a caracterização dos participantes da investigação. Verifica-se que os entrevistados apresentam percursos profissionais e formações académicas diversificadas, abrangendo áreas como a engenharia, a economia, a bioengenharia e a agronomia. Esta diversidade contribuiu para uma compreensão mais abrangente da aplicação das plataformas analíticas nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento.

Importa salientar que, apesar do número reduzido de entrevistas, os participantes foram selecionados por desempenharem funções diretamente relacionadas com o objeto de estudo, permitindo obter informação relevante e aprofundada sobre a utilização de dados e tecnologias analíticas no setor vitivinícola. A diversidade entre as funções desempenhadas pelos participantes constituiu uma oportunidade para compreender diferentes perspetivas sobre a utilização da análise de dados no setor vitivinícola, permitindo comparar práticas desenvolvidas em organizações com características, estruturas e prioridades distintas. No entanto, importa reconhecer que a evidência

recolhida em cada caso corresponde à perspetiva de um único participante, não tendo sido possível realizar triangulação entre diferentes departamentos ou funções dentro da mesma organização. Consequentemente, os resultados devem ser interpretados como representativos da perspetiva dos *key informant* entrevistados e não da totalidade da realidade organizacional de cada empresa.

No que concerne à duração das entrevistas, estas variaram entre 30 minutos e 3 segundos e 1 hora, 5 minutos e 14 segundos. A entrevista mais longa foi realizada à empresa Anselmo Mendes, enquanto a mais curta correspondeu à entrevista efetuada à Provam.

Entrevistado	Organização	Função na Empresa	Formação	Duração da Entrevista
E1	Esporão	Responsável pela área de *Business Intelligence* e tratamento de dados	Licenciatura em Engenharia Mecânica e Pós-graduação em AI for *Business Transformation*	00:40:16
E2	Adega de Monção	Gestão organizacional	Licenciatura em Economia	00:34:47
E3	Anselmo Mendes	Gestão e orientação estratégica	Licenciatura em Engenharia Agronómica e Pós-graduação em Enologia	01:05:14
E4	Provam	Responsável pela Qualidade e Laboratório	Licenciatura em Bioengenharia e Mestrado em Biotecnologia e Inovação	00:30:03

Tabela 5– Caracterização dos entrevistados

4.4. Métodos de análise dos dados

A análise dos dados foi realizada através da análise do conteúdo, o que permitiu organizar, interpretar e comparar a informação qualitativa das entrevistas de forma sistemática e coerente com os objetivos da investigação. Desta forma tornou-se possível identificar padrões de utilização da análise de dados nas organizações estudadas, bem como compreender os significados atribuídos pelos participantes às práticas, benefícios e desafios associados à sua utilização.

As entrevistas realizadas foram integralmente gravadas e posteriormente transcritas através da funcionalidade "Gravar e transcrever" do Microsoft Teams, assegurando a fidelidade da informação recolhida. Posteriormente, todas as transcrições foram revistas pela investigadora,

procedendo-se à correção de eventuais incorreções resultantes da transcrição automática e à uniformização da linguagem, assegurando a fidelidade entre o conteúdo transcrito e o discurso dos participantes.

Atendendo ao número reduzido de participantes (n=4), optou-se pela realização de uma análise manual das transcrições, permitindo uma leitura detalhada e uma interpretação aprofundada dos dados obtidos. Esse processo permitiu compreender o contexto de cada organização, identificar ideias recorrentes e assinalar segmentos de texto potencialmente relevantes para responder às questões de investigação. Posteriormente, procedeu-se à leitura das transcrições, com o objetivo de identificar os principais temas, padrões e evidências relevantes para responder às questões de investigação. A análise dos dados foi orientada pelos objetivos definidos para o estudo e pelos grupos temáticos estabelecidos no guião da entrevista, procurando compreender de que forma as plataformas analíticas são utilizadas nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento do setor vitivinícola, bem como os benefícios e desafios associados à sua adoção.

Posteriormente, os dados foram agrupados em categorias temáticas correspondentes aos principais objetivos da investigação, nomeadamente, a utilização da análise de dados nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento, o contributo da análise de dados para os processos de tomada de decisão, os benefícios associados à utilização da análise de dados, os desafios e limitações identificados e as diferenças observadas entre as organizações estudadas. A análise foi inicialmente realizada de forma individual para cada organização, procurando compreender as características próprias de cada caso, e de seguida procedeu-se a uma análise comparativa entre os quatro casos, identificando convergências, divergências e particularidades relativamente às formas de utilização da análise de dados, às decisões apoiadas por informação analítica e aos desafios enfrentados pelas organizações.

Por fim, os resultados obtidos foram interpretados à luz do enquadramento teórico desenvolvido na revisão da literatura, estabelecendo uma articulação entre a evidência empírica recolhida junto das organizações participantes e os principais contributos científicos relativos ao tema em estudo. Esta articulação permitiu sustentar a análise dos resultados e reforçar a consistência das conclusões de investigação.

4.5. Em resumo

Neste capítulo foi apresentada a metodologia adotada para a realização desta investigação, descrevendo-se a perspetiva e a estratégia de investigação, os métodos de recolha de dados e os procedimentos de análise e interpretação utilizados, com o objetivo de responder às questões de investigação definidas.

A investigação procurou compreender de que forma as plataformas analíticas são aplicadas na cadeia de abastecimento vitivinícola, bem como o seu contributo para a tomada de decisão e eficiência operacional. Para esse efeito, adotou-se uma perspetiva interpretativa, com uma abordagem qualitativa, recorrendo a um estudo de múltiplos casos. A recolha de dados foi realizada através de entrevistas semiestruturas a profissionais de quatro organizações do setor vitivinícola, para as quais foi desenvolvido um guião de entrevista. A entrevistas foram gravadas e transcritas, sendo posteriormente analisadas de forma manual.

Após a apresentação das opções metodológicas adotadas, o capítulo seguinte centra-se na apresentação e discussão dos resultados obtidos.

5.ESTUDO EMPÍRICO

5.1. Caracterização das Empresas Entrevistadas

Esporão

A "Esporão" foi fundada em 1973 por José Roquette e Joaquim Bandeira, após a aquisição da Herdade do Esporão, em Reguengos de Monsaraz, no Alentejo. O projeto nasceu com o objetivo de produzir vinhos de elevada qualidade e contribuir para a valorização do potencial vitivinícola da região. Em 1985 foi lançada a primeira colheira da marca "Esporão", marco que assinalou o início da atividade vitivinícola da empresa e a sua afirmação no setor (Esporão, s.d.).

Ao longo da sua evolução, a atividade da Esporão expandiu significativamente, diversificando as áreas de negócio e alargando a sua presença em diferentes regiões vitivinícolas portuguesas. Para além da Herdade do Esporão, a empresa integrou a Quinta dos Murças, no Douro, e a Quinta do Ameal, na região dos Vinhos Verdes, passando a desenvolver também atividade na produção de azeite e no enoturismo. Esta evolução permitiu consolidar a sua posição como uma das principais empresas no setor agroalimentar português (Esporão, s.d.). Atualmente,

a empresa desenvolve a sua atividade em três origens vitivinícolas, dispondo de uma área total de 2 206 hectares em 2024, dos quais 651 hectares correspondem a vinha. A sua atividade assenta ainda numa forte aposta na sustentabilidade, sendo 98,2% da área agrícola explorada em modo de produção biológico (Esporão, 2024).

Atualmente, a Esporão produz uma ampla gama de vinhos na qual se destacam marcas como o Esporão Reserva, Monte Velho, Quinta dos Murças e Quinta do Ameal. A empresa visa valorizar as características de cada território onde esta presente, produzindo vinhos representativos das regiões do Alentejo, Douro e Vinhos Verdes (Esporão, s.d.). Em 2024, produziu cerca de 7,8 milhões de litros de vinho, para além de 783 mil litros de azeite, refletindo a diversificação da sua atividade agroalimentar (Esporão, 2024).

Para além da forte presença no mercado nacional, a Esporão desenvolve uma expressiva atividade exportadora, encontrando-se presente em mais de 50 mercados internacionais. A internacionalização tem desempenhado um papel de extrema importância no crescimento da empresa, de modo a contribuir para a divulgação dos vinhos portugueses e para o reforço da notoriedade da marca nos mercados externos (Esporão, s.d.). Segundo o Relatório de Sustentabilidade de 2024, a exportação representou 54% das vendas da empresa, que registou um volume de negócios de cerca de 50 milhões de euros. No mesmo ano, a Esporão contava com 294 colaboradores, evidenciando a dimensão da sua estrutura organizacional e operacional (Esporão, 2024).

Adega Cooperativa Regional de Monção, CRL

A "Adega Cooperativa Regional de Monção, CRL", foi fundada a 11 de outubro de 1958 por iniciativa de 25 viticultores da região, com o objetivo de valorizar a produção vitivinícola local e criar uma estrutura cooperativa capaz de promover e comercializar os vinhos produzidos em Monção. Localizada na sub-região de Monção e Melgaço, que pertence à Região Demarcada dos Vinhos Verdes, a Adega de Monção surgiu da necessidade de unir os produtores em torno de um projeto comum, contribuindo para a valorização da qualidade das uvas e para o desenvolvimento da atividade vitivinícola da região (Adega de Monção, s.d.).

A primeira vindima decorreu em 1962, envolvendo 66 produtores, e o crescimento registado nos anos seguintes levou à ampliação das suas instalações e ao desenvolvimento da

cooperativa. Ao longo da sua evolução, a Adega de Monção realizou diversos investimentos com foco na modernização das suas infraestruturas e ao aumento da sua capacidade produtiva, de forma a acompanhar o crescimento da sua atividade. Entre os principais marcos, destacam-se o lançamento da marca Muralhas de Monção, em 1974, e da marca Deu-la-Deu, em 1983, bem como a construção do polo de Melgaço, a criação de uma unidade logística e a modernização das suas instalações, reforçando a capacidade de produção, armazenamento e comercialização dos seus vinhos (Adega de Monção, s.d.).

Atualmente, reúne cerca de 1720 produtores associados, assumindo um papel de elevada relevância no desenvolvimento económico e social da sub-região de Monção e Melgaço. A produção anual da cooperativa ultrapassa frequentemente os 8 milhões de quilogramas de uvas, transformadas em vinhos (Adega de Monção, s.d.). A sua atividade centra-se na produção e comercialização de vinhos da Região Demarcada dos Vinhos Verdes, com especial destaque para a casta Alvarinho. Para além do mercado nacional, a cooperativa exporta os seus produtos para diversos mercados internacionais, estando presente em países da Europa, América e África. A sua estratégia de internacionalização permitiu consolidar a presença da marca em mais de 30 mercados externos, sendo a exportação uma componente relevante da sua atividade comercial (Adega de Monção, s.d.).

O portefólio da Adega de Monção integra diversas referências de reconhecida qualidade, destacando-se as marcas Muralhas de Monção e Deu-la-Deu, anteriormente referidas. Além dessas, a cooperativa produz diferentes vinhos brancos, rosés, espumantes e aguardentes, procurando responder às preferências de diferentes segmentos de consumidores e consolidar a sua posição no mercado nacional e internacional (Adega de Monção, s.d.).

Ao longo da sua trajetória, a Adega de Monção tem sido distinguida com diversos reconhecimentos que evidenciam o seu contributo para o setor vitivinícola português, nas quais se destacam a distinção de Cooperativa do Ano, atribuída pela "Revista de Vinhos", e o estatuto de PME Excelência, renovado consecutivamente desde 1998, refletindo a solidez da organização e a qualidade da sua gestão. Os seus vinhos também têm sido distinguidos em diversos concursos nacionais e internacionais, contribuindo para o reconhecimento da qualidade dos vinhos produzidos na sub-região de Monção e Melgaço (Adega de Monção, s.d.).

Anselmo Mendes

A empresa "Anselmo Mendes" teve origem em 1998, quando o enólogo Anselmo Mendes iniciou o seu projeto de produção de vinhos com marca própria na sub-região de Monção e Melgaço, pertencente à Região Demarcada dos Vinhos Verdes. Natural de Monção, formou-se em Agronomia e especializou-se em Enologia, dedicando-se à valorização das castas portuguesas, particularmente a casta Alvarinho. O seu percurso profissional contribuiu para que fosse reconhecido como uma das principais referências da enologia portuguesa (Anselmo Mendes, s.d.). Conhecido como "Senhor Alvarinho", Anselmo Mendes destacou-se pelo seu contributo para a valorização desta casta através da experimentação de novas técnicas de vinificação, como a fermentação e estágio em barrica e a utilização da curtimenta, contribuindo para o reconhecimento nacional e internacional dos vinhos da sub-região de Monção e Melgaço (Anselmo Mendes, s.d.).

Desde a criação da empresa, o projeto registou um crescimento sustentado, acompanhado por diversos investimentos e pela expansão da sua atividade. Em 2008 foi construída uma nova adega em Melgaço, permitindo aumentar a capacidade produtiva e diversificar a produção. Em 2016, a aquisição da Quinta da Torre, em Monção, reforçou a produção própria e consolidou a presença da empresa na sub-região onde se encontra (Anselmo Mendes, s.d.). A Quinta da Torre, com cerca de 50 hectares de vinha da casta Alvarinho, constitui atualmente a maior extensão contínua desta casta em Portugal. Paralelamente, a empresa expandiu a sua área vitícola para um total de aproximadamente 130 hectares de vinha distribuídos pelas sub-regiões de Monção e Melgaço e Baião, apostando numa estratégia assente na produção própria de uvas e na viticultura sustentável (Anselmo Mendes, s.d.).

Atualmente, a empresa produz um vasto portefólio de vinhos, assente sobretudo na valorização das castas portuguesas, destacando-se o Alvarinho. Entre as suas principais gamas encontram-se Muros Antigos, Contacto, Singulares, Private, Quinta da Torre, Tempo, Legado e Mendes & Symington, refletindo a diversidade da sua oferta. O portefólio integra atualmente mais de 30 referências, produzidas a partir de diferentes castas autóctones portuguesas, evidenciando a aposta da empresa na inovação, na identidade regional e na diferenciação dos seus vinhos (Anselmo Mendes, s.d.).

Para além da forte presença no mercado nacional, a empresa desenvolveu uma significativa estratégia de internacionalização, encontrando-se atualmente presente em cerca de 60 países. Esta presença internacional contribuiu para a afirmação da marca Anselmo Mendes

nos mercados externos (Anselmo Mendes, s.d.). Atualmente, cerca de 70% da produção destina-se aos mercados internacionais, refletindo a forte orientação exportadora da empresa. Segundo a informação disponibilizada pela empresa, os seus vinhos apresentam um preço médio de venda superior em mais de 100% à média do setor, resultado da estratégia de valorização da qualidade e da diferenciação dos produtos (Anselmo Mendes, s.d.).

Ao longo da sua trajetória, a empresa e o seu fundador receberam diversos reconhecimentos nacionais e internacionais, nas quais se destacam as distinções de Enólogo do Ano, Produtor do Ano, a Comenda de Mérito Agrícola e a inclusão na lista de 100 melhores produtoras de vinho no mundo, pela revista *Wine & Spirits*, em 2021 (Anselmo Mendes, s.d.).

PROVAM

A "PROVAM", acrónimo para Produtores de Vinhos Alvarinho de Monção, Lda., foi fundada em 1992 por um grupo de dez viticultores da sub-região de Monção e Melgaço, com o objetivo de valorizar a casta Alvarinho e afirmar a identidade vitivinícola deste território. Desde a sua criação, a empresa tem procurado conciliar a tradição da produção de vinho com uma aposta na qualidade, contribuindo para a promoção dos vinhos de Monção e Melgaço e nos mercados internacionais (PROVAM, s.d.).

Ao longo da sua evolução, a PROVAM reforçou a sua capacidade produtiva e diversificou a sua oferta. Entre os principais marcos do seu percurso destacam-se o lançamento das marcas Portal do Fidalgo e Varanda do Conde, o desenvolvimento do primeiro Alvarinho fermentado e estagiado em barrica de carvalho francês e a produção do primeiro espumante da empresa. Recentemente investiu na ampliação da adega e da área de enoturismo, de forma a aumentar a sua capacidade para cerca de 830 000 litros (PROVAM, s.d.). Este investimento permitiu melhorar a capacidade de vinificação, armazenamento e receção de visitantes, reforçando simultaneamente a aposta da empresa no enoturismo como complemento da atividade vitivinícola (PROVAM, s.d.).

Atualmente, cerca de um quarto das uvas utilizadas na produção provém das vinhas dos Sócios fundadores, sendo o restante adquirido a aproximadamente 200 pequenos viticultores da sub-região de Monção e Melgaço, o que reforça a ligação da empresa ao território e contribui para a valorização da produção local (PROVAM, s.d.). Este modelo de abastecimento permite manter uma estreita relação com os produtores da região, assegurando simultaneamente a preservação das características da matéria-prima e da identidade dos vinhos produzidos (PROVAM, s.d.).

O portefólio da PROVAM integra diferentes referências de vinho e espumante, destacando-se marcas como Portal do Fidalgo, Varanda do Conde, Côto de Mamoelas, Contradição e Moço da Ponte, produzidas maioritariamente a partir da casta Alvarinho. Para além da presença consolidada no mercado nacional, a empresa exporta os seus produtos para diversos mercados internacionais, reforçando a projeção dos vinhos da sub-região onde se integra (PROVAM, s.d.). Para além da produção de vinhos tranquilos, a empresa aposta igualmente na produção de espumantes e em edições especiais, procurando diversificar a sua oferta e responder às diferentes preferências dos consumidores (PROVAM, s.d.).

5.2. A Aplicação da Análise de Dados nas Diferentes Etapas da Cadeia de Abastecimento Vitivinícola

Esta secção tem como foco analisar a forma como as empresas entrevistadas aplicam dados e ferramentas digitais nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento vitivinícola, desde a gestão da vinha e o planeamento da vindima até à transformação, rastreabilidade, logística e comercialização. A análise das entrevistas realizadas mostra que todas as empresas recorrem a dados no desenvolvimento das suas atividades, embora apresentem níveis distintos de digitalização, integração e sistematização da informação. Verifica-se, igualmente, que uma mesma empresa pode apresentar práticas mais avançadas em determinadas etapas da cadeia e manter procedimentos mais manuais noutras.

Na fase agrícola, a aplicação de dados varia de acordo com o modelo de abastecimento das empresas. Nas organizações com exploração direta de vinhas, E1 e E3, a informação é utilizada principalmente para monitorizar as condições das vinhas e orientar as intervenções agrícolas. O E1 refere o recurso a dados meteorológicos históricos, sensores e outras informações operacionais, que posteriormente são integradas com informação proveniente de diferentes áreas da empresa através de modelos de dados disponibilizados no Power BI. Como refere o entrevistado, atualmente existem "relatórios de Power BI que toda a gente tem acesso" (E1), incluindo dados de agrícola, entre outros indicadores utilizados pelas diferentes equipas. Esta integração permite que a informação recolhida na vinha seja utilizada em conjunto com dados de outras áreas da organização.

De forma semelhante, o E3 destaca a utilização de dados climáticos provenientes de diferentes estações meteorológicas, imagens de satélite e sistemas de GPS. A combinação de

variáveis como "a temperatura, o vento e a insolação" (E3) permite antecipar a existência de "um perigo de infeção" (E3) e ajustar os tratamentos às condições observadas. O entrevistado acrescenta ainda que a empresa trabalha com imagens de satélite para identificar "as necessidades nutritivas" (E3) da vinha, possibilitando uma monitorização contínua das parcelas. Segundo o E3, "antigamente as pessoas faziam o tratamento das vinhas de oito em oito dias" (E3), enquanto atualmente a informação recolhida permite realizar as intervenções apenas quando são necessárias.

Por outro lado, nas empresas que recebem a maioria das uvas de sócios ou produtores externos, E2 e E4, os dados são utilizados sobretudo para coordenar a vindima, organizar as entregas e controlar a matéria-prima recebida. O E2 recolhe informação sobre os cadastros vitícolas e as produções dos cooperantes nos anos anteriores, utilizando-a para determinar os dias de vindima de cada casta, as quantidades previstas e a capacidade atribuída a cada produtor. Através de uma aplicação própria, os cooperantes recebem informação sobre "o dia, a hora e os quilos que podem marcar" (E2), permitindo organizar a receção das uvas. Apesar de serem descritas como "ferramentas relativamente simples" (E2), estas permitem manter o processo "devidamente rotinado e controlado" (E2), reduzindo os períodos de espera durante a vindima.

Também no E4 a informação recolhida nesta fase está relacionada com o acompanhamento da matéria-prima proveniente dos produtores. O entrevistado refere que são analisados os registos relativos aos produtos fitossanitários utilizados nas vinhas, permitindo verificar "o intervalo de segurança dos produtos" (E4), sendo realizado um acompanhamento da maturação das uvas no terreno. Segundo o E4, esta monitorização permite definir "qual é a melhor data" (E4) para proceder à vindima e organizar posteriormente a receção das uvas na adega.

Após a receção da matéria-prima, a análise de dados continua a ser aplicada na fase de transformação, embora através de ferramentas e níveis de automatização distintos entre as empresas entrevistadas. De modo geral, os dados são usados para acompanhar as diferentes operações produtivas, monitorizar parâmetros associados ao processo de vinificação e garantir o controlo das diversas etapas até à obtenção do produto final.

No E2, esta fase caracteriza-se por um elevado nível de automatização. O entrevistado refere que grande parte do processo é acompanhada através de sistemas digitais que permitem controlar remotamente diferentes equipamentos da adega, uma vez que "a parte da adega está praticamente toda automatizada" (E2), sendo possível gerir operações como o encaminhamento

das uvas para as prensas ou cubas e controlar a temperatura de fermentação através do sistema. Como exemplifica, "carregamos num botão e ele vai para a prensa" (E2) e, caso seja necessário alterar a temperatura de uma cuba, "podemos fazê-lo diretamente no computador" (E2). Estas ferramentas permitem acompanhar continuamente o processo produtivo e centralizar a informação relativa às diferentes operações realizadas.

Também o E3 destaca a utilização de dados durante a transformação, sobretudo através da monitorização das condições de vinificação. O entrevistado refere que a empresa acompanha continuamente parâmetros associados à fermentação e à evolução dos vinhos, recorrendo igualmente a sistemas automatizados que permitem controlar diferentes equipamentos ao longo do processo. Paralelamente, a informação proveniente das fases anteriores, nomeadamente da monitorização das vinhas, acompanha o produto ao longo da produção, contribuindo para um acompanhamento contínuo das diferentes operações.

No caso do E4, embora exista recurso a equipamentos digitais para acompanhar o processo produtivo, algumas análises continuam a ser realizadas através de métodos laboratoriais tradicionais. O entrevistado explica que são monitorizados parâmetros como a temperatura, a densidade e o pH, fundamentais para acompanhar a fermentação e a evolução do vinho, acrescentando que, "em termos de laboratório (...) ainda faço titulações" (E4). Desta forma, a informação utilizada nesta etapa resulta da conjugação entre equipamentos de medição e procedimentos laboratoriais efetuados pelos técnicos da empresa.

Por sua vez, o E1 destaca a integração da informação gerada durante a produção com os restantes dados da organização. O entrevistado refere que existem relatórios que incluem informação relativa à produção e ao enchimento, permitindo que diferentes departamentos tenham acesso aos mesmos dados através do Power BI. Como afirma, encontram-se disponíveis "coisas operacionais de produção, enchimento (...), dados de agrícola (...) e dados mais financeiros" (E1), evidenciando que a informação produzida nesta etapa é centralizada juntamente com dados provenientes de outras áreas da empresa.

Além da transformação, as entrevistas evidenciam que a análise de dados assume igualmente um papel importante na rastreabilidade dos produtos. Em todas as empresas é possível identificar mecanismos que permitem acompanhar o percurso do vinho ao longo das diferentes etapas da cadeia de abastecimento, assegurando a identificação dos lotes e o acesso à informação sempre que necessário.

No E4, o entrevistado explica que é possível conhecer todo o percurso do produto "desde a entrada da uva até à garrafa" (E4), uma vez que cada lote fica devidamente identificado ao longo do processo produtivo. De forma semelhante, o E2 refere que a empresa recorre ao sistema SAP para registar e acompanhar a informação associada aos diferentes lotes, garantindo o registo das operações efetuadas durante a produção.

Também o E1 integra a informação relativa aos diferentes processos produtivos nos modelos de dados utilizados pela organização, permitindo que a informação seja consultada de forma integrada pelos diferentes departamentos. Já o E3 refere que a identificação e acompanhamento dos lotes fazem parte dos procedimentos utilizados pela empresa, assegurando a rastreabilidade do produto ao longo das diferentes fases de produção.

Além disso, a análise de dados é também aplicada na fase logística, apoiando atividades relacionadas com a gestão de stocks, armazenamento e expedição. No E1, a informação relativa à produção e ao enchimento é integrada com dados de outras áreas da empresa, permitindo o acompanhamento das operações através de relatórios disponibilizados no Power BI. O E2 recorre ao sistema SAP para acompanhar os movimentos de stock e a expedição dos produtos, enquanto o E4 utiliza os registos efetuados ao longo do processo produtivo para assegurar a correta identificação dos lotes expedidos. Já o E3 integra a informação recolhida nas diferentes etapas da produção, permitindo acompanhar a circulação dos produtos até à sua distribuição. Desta forma, a análise de dados contribui para o acompanhamento das operações logísticas e para a gestão da informação associada aos produtos ao longo da cadeia de abastecimento.

Na etapa de comercialização, as empresas recorrem igualmente à análise de dados para acompanhar o desempenho comercial e apoiar o conhecimento dos mercados. O E1 refere a utilização de *dashboards* e relatórios que integram informação relativa às vendas e a diferentes indicadores de desempenho, permitindo o acesso à informação pelas várias áreas da empresa. O E2 destaca a utilização de sistemas que permitem acompanhar clientes, encomendas e a evolução das vendas. Por sua vez, o E3 complementa os dados internos com informação proveniente de fontes externas, como a Nielsen e a OIV, afirmando que estes dados permitem acompanhar a evolução dos mercados e as tendências de consumo. Já o E4 evidencia a importância da informação recolhida junto de clientes e distribuidores, que constitui um complemento aos dados internos utilizados pela empresa. Assim, embora recorram a diferentes ferramentas e fontes de

informação, verifica-se que a análise de dados está também presente na fase de comercialização, apoiando o acompanhamento da atividade comercial e dos mercados.

De forma global, as entrevistas evidenciam que a análise de dados está presente ao longo das diferentes etapas da cadeia de abastecimento vitivinícola. Embora a sua aplicação varie de acordo com as características e necessidades de cada empresa, verifica-se que os dados são utilizados de forma transversal para apoiar as atividades desenvolvidas em cada etapa da cadeia, recorrendo a diferentes ferramentas, sistemas e fontes de informação.

5.3. A Análise de Dados como Suporte à Tomada de Decisão

As entrevistas realizadas demonstram que a influência da análise de dados vai além da disponibilização de informação para apoiar atividades específicas da cadeia de abastecimento. Também alteram a forma como as decisões são tomadas, permitindo reduzir a incerteza, fundamentar escolhas, melhorar a articulação entre diferentes áreas da organização e antecipar situações que anteriormente eram geridas de forma mais reativa. Apesar das diferenças de dimensão e de digitalização entre as empresas analisadas, verifica-se um padrão comum, a análise de dados constitui um elemento de suporte ao processo de decisão, sem substituir o conhecimento técnico e a experiência dos profissionais.

Um dos principais contributos identificados nas entrevistas é a redução da incerteza associada à tomada de decisão. Em todas as empresas, os entrevistados reconhecem que a existência de informação estruturada permite fundamentar melhor as escolhas realizadas, diminuindo a dependência exclusiva da experiência individual. Contudo, esta redução da incerteza não significa que as decisões passem a ser automáticas ou totalmente objetivas. Na Provam, o E4 explica que os resultados laboratoriais são utilizados para confirmar a avaliação do enólogo, afirmando que "os meus dados vão suportar a prova dele" (E4). De forma semelhante, na Anselmo Mendes, o E3 considera que a informação proveniente da viticultura de precisão permite apoiar decisões relacionadas com a gestão da vinha, mas reconhece que continuam a existir fatores impossíveis de controlar ou prever. Também no Esporão, o E1 salienta que a informação apenas adquire valor quando os utilizadores conseguem interpretá-la corretamente, referindo que é necessário que "as pessoas olhem para os dados, percebam os dados" e identifiquem eventuais inconsistências antes de os utilizarem para decidir. Estes testemunhos demonstram que a análise

de dados reduz a incerteza associada ao processo de decisão, mas não elimina a necessidade de interpretação e julgamento humano.

As entrevistas evidenciam igualmente que a análise de dados influencia a forma como as decisões são discutidas e partilhadas dentro das organizações. Mais do que disponibilizar indicadores, a informação contribui para criar uma base comum de conhecimento entre diferentes departamentos e níveis hierárquicos. Este aspeto é particularmente evidente na Esporão, onde o E1 explica que, antes da uniformização dos modelos de dados, "cada um levava um número" (E1) para as reuniões de direção, uma vez que cada departamento tratava a informação de forma distinta. Segundo o entrevistado, a criação de modelos semânticos comuns permitiu que "toda a gente vê mais ou menos a mesma coisa" (E1), reduzindo divergências na interpretação dos resultados e direcionando as reuniões para a discussão das decisões e não da fiabilidade dos indicadores. Embora as restantes empresas não possuam estruturas analíticas com o mesmo grau de digitalização, observa-se igualmente a preocupação em garantir que as decisões sejam suportadas por informação consistente e partilhada entre os diferentes intervenientes do processo produtivo. Assim, a influência da análise de dados estende-se ao próprio processo de decisão, promovendo um alinhamento organizacional e facilitando a coordenação entre diferentes áreas da empresa.

Além disso, as entrevistas permitem verificar que a análise de dados favorece decisões mais integradas entre diferentes áreas das organizações. A informação deixa de estar dispersa por departamentos ou colaboradores específicos e passa a ser partilhada entre os vários intervenientes envolvidos no processo decisório. No Esporão, esta realidade traduz-se na utilização de indicadores comuns por diferentes áreas funcionais, enquanto na Adega de Monção a informação recolhida junto dos cooperantes, da produção e da área comercial é articulada para apoiar o planeamento da campanha de vindimas. De forma semelhante, na Provam, a decisão resulta frequentemente da articulação entre os resultados laboratoriais, a avaliação sensorial do enólogo e a informação proveniente dos clientes. Assim, a análise de dados não influencia apenas a decisão individual de um colaborador, contribuindo igualmente para reforçar a comunicação e a coordenação entre diferentes áreas da empresa, tornando o processo de decisão mais integrado e consistente.

Outro aspeto transversal às entrevistas prende-se com a capacidade da análise de dados para transformar decisões reativas em decisões mais antecipatórias. Em vez de atuar apenas quando surgem problemas, as empresas procuram utilizar a informação disponível para prever

necessidades futuras e preparar antecipadamente a sua resposta. Na Adega de Monção, a informação relativa aos sócios e aos volumes esperados permite planear previamente a campanha de vindimas, definindo a capacidade diária de receção e organizando os recursos necessários antes do início da colheita. Também na Anselmo Mendes, a utilização de dados meteorológicos, sensores e imagens de satélite permite acompanhar continuamente a evolução da vinha, apoiando decisões relacionadas com intervenções fitossanitárias antes da manifestação de problemas mais graves. Apesar de incidirem sobre contextos distintos, ambas as situações demonstram que a análise de dados contribui para alterar o momento em que as decisões são tomadas, permitindo antecipar situações futuras em vez de responder apenas a acontecimentos já ocorridos.

As entrevistas mostram ainda que a análise de dados influencia decisões que envolvem diferentes horizontes temporais. Enquanto algumas decisões dizem respeito à gestão operacional diária, outras apresentam um caráter mais estratégico e implicam uma avaliação contínua da evolução dos mercados. Neste contexto, a Anselmo Mendes refere que os dados disponibilizados por entidades como a Nielsen ou a OIV, complementados pela informação transmitida pelos importadores, apoiam a interpretação das tendências de consumo e das oportunidades existentes nos mercados internacionais. Contudo, o E3 salienta que a informação disponível não elimina a incerteza inerente ao setor, afirmando que "uma coisa é o que acontece e outra é o fazer acontecer" (E3). Esta perspetiva é igualmente consistente com a visão apresentada pela Provam e pela Adega de Monção, onde o contacto permanente com clientes e distribuidores é utilizado para interpretar alterações nas preferências dos consumidores e apoiar decisões relacionadas com a adaptação dos produtos aos diferentes mercados. Desta forma, a influência da análise de dados não se limita às decisões operacionais, estendendo-se igualmente ao planeamento estratégico e à definição das orientações futuras das empresas.

Um aspeto particularmente evidente nas entrevistas prende-se com o equilíbrio estabelecido entre a informação quantitativa e o conhecimento tácito dos profissionais. Apesar da crescente disponibilidade de dados, nenhum dos entrevistados considera que a tomada de decisão possa ser totalmente automatizada ou baseada exclusivamente em indicadores quantitativos. Pelo contrário, a informação é continuamente interpretada à luz da experiência acumulada pelos gestores, técnicos e enólogos, bem como das especificidades de cada contexto produtivo e comercial. Esta realidade demonstra que a influência da análise de dados não consiste em substituir o decisor, mas em proporcionar um conjunto de evidências que complementam o julgamento humano. Assim, a tomada de decisão nas empresas estudadas caracteriza-se por um

modelo híbrido, no qual os dados suportam, validam e fundamentam as escolhas realizadas, permanecendo a decisão final dependente da capacidade de interpretação dos profissionais.

Apesar da crescente importância atribuída à análise de dados, as entrevistas convergem numa ideia que atravessa os quatro casos estudados, a decisão continua a depender das pessoas. Nenhum dos entrevistados considera que os dados substituam a experiência dos profissionais ou que seja possível automatizar integralmente o processo de decisão. Pelo contrário, a informação é encarada como um instrumento que complementa o conhecimento acumulado pelos gestores, técnicos e enólogos, permitindo validar hipóteses, reduzir a subjetividade e fundamentar escolhas. A análise de dados assume, assim, um papel de suporte ao processo decisório, reforçando a qualidade das decisões sem eliminar a necessidade de interpretação humana. Esta complementaridade entre evidência quantitativa e conhecimento especializado constitui um dos principais padrões identificados nas entrevistas e demonstra que o verdadeiro contributo da análise de dados não reside em decidir pelas empresas, mas em proporcionar melhores condições para que as decisões sejam tomadas de forma mais informada e consistente.

5.4. Benefícios e Desafios da Utilização da Análise de Dados na Cadeia de Abastecimento Vitivinícola

A análise das entrevistas permitiu identificar os principais benefícios e desafios associados ao uso da análise de dados nas empresas estudadas. Embora o grau de maturidade digital entre os casos analisados seja variado, todas as organizações reconheceram o valor da informação enquanto suporte à tomada de decisão, à melhoria dos processos e ao aumento do controlo das operações. Porém, os entrevistados destacaram que a adoção de soluções baseadas em dados continua condicionada por fatores como os custos de investimento, a adaptação dos colaboradores e as especificidades inerentes ao setor vitivinícola.

Entre os benefícios identificados, destaca-se o apoio à tomada de decisão. Independentemente do nível de digitalização de cada empresa, os entrevistados referem que a disponibilidade de informação permite reduzir a incerteza associada às decisões e fundamentar escolhas com maior rigor. No caso da Esporão, esta realidade encontra-se particularmente desenvolvida através da implementação de modelos semânticos e dashboards em Power BI, concebidos para garantir que toda a organização trabalhe sobre uma única versão da informação. Como explica o entrevistado:

"O que nós fizemos foi trabalhar todos os modelos semânticos para termos tudo com as regras de negócio (...) para todos olharmos para um número." (E1)

Também acrescenta que, antes da implementação destes modelos, era frequente que diferentes gestores apresentassem diferentes indicadores para analisar o mesmo fenómeno, dificultando o processo de decisão. Desenvolver estes modelos permitiu, assim, aumentar a consistência dos indicadores utilizados e assegurar que as decisões são tomadas com base em dados uniformizados e partilhados por toda a organização.

Embora recorrendo a soluções tecnológicas menos complexas, também na PROVAM os dados assumem um papel determinante no apoio às decisões técnicas. A responsável pela qualidade e laboratório explica que os resultados das análises laboratoriais constituem um elemento essencial para o trabalho do enólogo, funcionando como complemento à prova sensorial na definição dos lotes. Conforme refere:

"Os meus dados vão suportar a prova dele. Precisamos dos dados das análises para fazer as contas (...) e depois ele alia isso às provas e faz essas decisões." (E4)

Este testemunho evidencia que, mesmo em organizações de menor dimensão e com níveis de digitalização mais reduzidos, a utilização da análise de dados já representa um importante mecanismo de apoio à decisão, coexistindo com o conhecimento técnico e a experiência acumulada dos profissionais.

Na Anselmo Mendes, o apoio à decisão manifesta-se sobretudo ao nível da viticultura. O entrevistado refere a utilização de dados provenientes de estações meteorológicas, sensores, observação por satélite e modelos preditivos para apoiar a gestão agrícola e antecipar potenciais riscos associados à produção. Segundo o próprio:

"Já conseguimos prever a questão das doenças da vinha através de programas em que interagem vários fatores (...) isso é um avanço muito grande." (E3)

Para além de melhorar a capacidade de antecipação, esta informação permite reduzir o número de tratamentos fitossanitários e aumentar a sustentabilidade da exploração agrícola, o que demonstra que a utilização da análise de dados não contribui apenas para decisões mais informadas, mas também para práticas produtivas mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

Além disso também foi identificado nas entrevistas o aumento da eficiência operacional, uma vez que, mesmo que de formas diferentes, todas as empresas referiram a utilização de ferramentas digitais para automatizar processos, reduzir tarefas repetitivas e melhorar a coordenação das operações ao longo da cadeia de abastecimento.

Na Adega de Monção, por exemplo, a utilização de plataformas digitais permite gerir o processo de receção das uvas, planear as vindimas e comunicar diretamente com os cooperantes através de uma aplicação desenvolvida pela própria organização. Segundo o entrevistado, estas ferramentas permitem organizar antecipadamente a capacidade diária da adega, controlar a distribuição das entregas e evitar longos tempos de espera durante o período das vindimas, contribuindo para um processo mais eficiente e organizado "na maior parte das cooperativas temos filas de 5 e 6 horas e estão até às 4 da manhã a receber uvas, aqui não, porque utilizamos uma série de ferramentas relativamente simples, mas que nos permitem ter um processo devidamente rotinado e controlado em termos de regras" (E2).

De forma semelhante, na PROVAM, apesar de a digitalização ainda estar sobretudo orientada para funções administrativas, o software "Vinigest" constitui um elemento central na gestão da informação da empresa. A entrevistada refere que toda a informação relativa aos lotes, cubas e produtores é registada na plataforma, permitindo um acompanhamento contínuo das operações e facilitando o acesso à informação necessária para o funcionamento diário da organização.

Já na Esporão, os benefícios associados à eficiência não decorrem apenas da tecnologia implementada, mas também da uniformização dos processos internos. O desenvolvimento de modelos semânticos comuns reduziu o tempo despendido na validação de indicadores e eliminou inconsistências anteriormente existentes entre departamentos, permitindo que gestores e colaboradores concentrem os seus esforços na análise dos resultados, em vez da verificação da fiabilidade da informação.

A melhoria da eficiência operacional encontra-se também associada à crescente capacidade de rastreabilidade e controlo da informação ao longo da cadeia de abastecimento. Sendo o setor vitivinícola fortemente regulado e sujeito a elevados requisitos de qualidade, segurança alimentar e certificação, os entrevistados reconhecem que a utilização de sistemas digitais permite acompanhar com maior precisão o percurso da matéria-prima e do produto final, reduzindo o risco de erros e facilitando o cumprimento das exigências legais.

Na Adega de Monção, esta capacidade de rastreabilidade é considerada uma das principais vantagens da digitalização dos processos. *"Nós conseguimos saber através de uma garrafa quais foram as uvas, quem são os produtores e onde é que têm as parcelas que as produziram (...). Conseguimos sempre fazer uma rastreabilidade completa de todo o processo produtivo."* (E2). Simultaneamente, toda a linha de produção e engarrafamento encontra-se integrada em sistemas digitais que asseguram a identificação individual das paletes e dos lotes produzidos. O entrevistado acrescenta ainda que estes mecanismos são fundamentais para garantir o cumprimento dos requisitos associados às certificações internacionais e às exigências impostas por determinados mercados externos, reforçando simultaneamente a confiança dos clientes e a capacidade de resposta da empresa perante eventuais problemas de qualidade.

Uma realidade semelhante é observada na PROVAM, embora suportada por soluções tecnológicas menos complexas. A entrevistada explica que o software "Vinigest" permite reconstruir integralmente o percurso de cada lote, *"eu consigo pegar numa garrafa (...), esse lote vai-me levar à cuba, da cuba à prensa e consigo chegar até à uva e ao produtor que me entregou a uva desse vinho."* (E4). Este testemunho demonstra que, mesmo em empresas de menor dimensão, a digitalização da informação constitui um instrumento essencial para assegurar a rastreabilidade dos produtos e apoiar a gestão da qualidade. Apesar de a entrevistada reconhecer que outras áreas da empresa permanecem pouco digitalizadas, considera que esta funcionalidade representa uma das maiores mais-valias do sistema atualmente utilizado.

Embora os benefícios identificados sejam amplamente reconhecidos pelos entrevistados, os resultados também apresentam um conjunto de desafios que condicionam a adoção e o desenvolvimento de soluções baseadas em dados. Entre estes, destaca-se o investimento financeiro necessário para implementar novas tecnologias, adquirir equipamentos especializados e desenvolver infraestruturas digitais adequadas.

Esta preocupação é particularmente evidente nas empresas de menor dimensão. No caso da PROVAM, a entrevistada considera que as limitações financeiras constituem o principal obstáculo à modernização tecnológica da organização, justificando que a reduzida dimensão da empresa condiciona a capacidade para investir em soluções mais avançadas *"essas digitalizações normalmente acarretam custos (...) somos uma equipa muito pequena (...) para já ainda nos é suficiente assim."* (E4).

A mesma preocupação é partilhada pela Anselmo Mendes, ainda que num contexto organizacional substancialmente diferente. Apesar do elevado nível de utilização de tecnologias digitais na viticultura, o entrevistado reconhece que se trata de um setor particularmente exigente em termos de investimento, devido aos elevados custos associados às infraestruturas, aos equipamentos e aos próprios ciclos produtivos.

> *"Financeira (...). Nós temos a noção que é um negócio muito financeiro, porque tem os investimentos, tem aquela inércia, tem os stocks."* (E3)

A comparação entre estes dois casos mostra que, embora os recursos disponíveis sejam distintos, a dimensão financeira continua a representar um fator determinante para a evolução digital das organizações. Enquanto empresas de maior dimensão conseguem incorporar tecnologias mais sofisticadas e desenvolver projetos de inovação de forma contínua, organizações mais pequenas tendem a privilegiar investimentos considerados indispensáveis ao funcionamento diário, adiando a implementação de soluções analíticas mais avançadas.

Para além das limitações financeiras, os entrevistados identificam a resistência à mudança e a adaptação dos colaboradores como outro desafio relevante. Em diferentes empresas, foi referido que a adoção de novas ferramentas exige alterações nas rotinas de trabalho, formação contínua e uma cultura organizacional favorável à utilização dos dados na tomada de decisão.

Na Adega de Monção, o entrevistado considera que esta resistência resulta, em parte, do contexto territorial em que a organização está inserida e das características dos seus recursos humanos.

> *"Há alguma resistência dos funcionários (...). Estamos aqui em Monção (...) num território de baixa densidade (...) isso faz com que haja mais resistência das pessoas à utilização de ferramentas novas."* (E2)

Uma perspetiva semelhante é apresentada pela PROVAM, onde a entrevistada refere que a digitalização de determinadas operações implicaria um esforço significativo de formação dos colaboradores da produção, tradicionalmente menos familiarizados com novas tecnologias, uma vez que *"são pessoas mais tradicionais (...) isso ia implicar uma formação e uma disponibilidade que, se calhar, não temos."* (E4)

Na Esporão, apesar do elevado nível de maturidade digital alcançado, a questão da cultura organizacional continua igualmente presente. O entrevistado salienta que o maior desafio já não

reside na implementação das ferramentas, mas sim em garantir que estas são efetivamente utilizadas pelos colaboradores e que os dados são analisados de forma crítica e consistente.

> *"O mais difícil é fazer com que as pessoas utilizem as ferramentas (...) queremos que as pessoas olhem para os dados, percebam os dados e investiguem um bocadinho também."* (E1)

Este conjunto de testemunhos demonstra que a transformação digital não depende exclusivamente da disponibilidade tecnológica, mas também da capacidade das organizações para desenvolver competências internas e promover uma cultura orientada para a utilização da informação na tomada de decisão.

A análise das entrevistas evidencia ainda que a natureza do próprio setor vitivinícola constitui um desafio específico à utilização da análise de dados. Ao contrário de outros setores industriais, onde os processos tendem a ser mais padronizados e previsíveis, a produção de vinho permanece condicionada por fatores biológicos, climáticos e culturais que introduzem elevados níveis de incerteza na tomada de decisão. Consequentemente, embora a utilização de dados contribua para reduzir parte dessa incerteza, os entrevistados reconhecem que a experiência dos profissionais continua a desempenhar um papel determinante ao longo da cadeia de abastecimento.

Esta realidade é evidente na Anselmo Mendes, onde a utilização de ferramentas de viticultura de precisão, sensores, estações meteorológicas e imagens de satélite permite monitorizar as condições da vinha e antecipar determinados fenómenos, como o risco de desenvolvimento de doenças ou as necessidades nutricionais das plantas. Contudo, o entrevistado reconhece que continuam a existir limitações associadas à capacidade preditiva dos dados, sobretudo num contexto em que o mercado e as preferências dos consumidores evoluem rapidamente.

> *"Uma das coisas que nós neste momento não conseguimos prever bem é, por exemplo, as tendências de consumo (...). Há teorias, mas não temos assim elementos muito à mão que nos permitam dizer o que vai acontecer."* (E3)

Para além da incerteza do mercado, o entrevistado salienta igualmente que o próprio ciclo produtivo da vinha limita a rapidez de adaptação das empresas às novas tendências, uma vez que a alteração das castas ou da produção implica investimentos elevados e vários anos até produzir

resultados. *"O negócio tem uma inércia grande (...). Não se pode mudar o negócio todo de um momento para o outro."* (E3), estas declarações demonstram que, apesar da crescente disponibilidade de informação, determinadas decisões continuam condicionadas por fatores que ultrapassam a capacidade analítica das organizações, reforçando a necessidade de complementar os dados com o conhecimento acumulado dos profissionais e com a experiência adquirida ao longo do tempo.

Esta complementaridade entre informação analítica e conhecimento especializado é igualmente observada na Provam. Embora a empresa utilize os resultados das análises laboratoriais como suporte à definição dos lotes, a decisão final permanece dependente da avaliação sensorial realizada pelo enólogo, evidenciando que a análise de dados funciona como um mecanismo de apoio e não como um substituto da experiência humana.

Do mesmo modo, na Adega de Monção, o entrevistado refere que a componente estritamente enológica continua a apresentar uma menor incorporação de ferramentas analíticas avançadas quando comparada com outras áreas da organização. Segundo o próprio, a tecnologia tem desempenhado um papel fundamental na gestão da produção, na rastreabilidade e no controlo operacional, mantendo-se, contudo, algumas decisões mais dependentes do conhecimento técnico dos especialistas.

Na Esporão observa-se igualmente que a tecnologia, por si só, não garante melhores resultados organizacionais. Apesar da empresa apresentar um elevado grau de maturidade digital e recorrer a plataformas analíticas transversais a diferentes áreas de negócio, o entrevistado sublinha que o verdadeiro desafio consiste em assegurar que os colaboradores utilizam efetivamente a informação disponível e a integram nas suas decisões quotidianas. Deste modo, o valor dos dados depende não apenas da existência de infraestruturas tecnológicas adequadas, mas também da capacidade das pessoas para interpretar criticamente a informação produzida e transformá-la em conhecimento útil para a organização.

Em síntese, os resultados demonstram que a utilização da análise de dados constitui um importante fator de apoio às empresas vitivinícolas analisadas, contribuindo para decisões mais fundamentadas, maior eficiência operacional e reforço da rastreabilidade ao longo da cadeia de abastecimento. Contudo, a concretização destes benefícios depende de múltiplos fatores, nomeadamente da disponibilidade de recursos financeiros, do desenvolvimento de competências internas, da aceitação das ferramentas pelos colaboradores e das especificidades inerentes ao

próprio setor vitivinícola. Assim, verifica-se que a utilização da análise de dados não elimina a necessidade de experiência e conhecimento técnico, mas antes complementa esses elementos, permitindo que as organizações combinem informação objetiva com a interpretação especializada dos seus profissionais.

5.5. Comparação das Práticas de Utilização da Análise de Dados entre as Empresas Estudadas

A análise comparativa dos quatro casos evidenciou diferentes formas de utilização da análise de dados ao longo da cadeia de abastecimento vitivinícola. Embora todas as organizações reconheçam a importância crescente da informação para apoiar a gestão e a tomada de decisão, é possível observar diferenças relativamente ao grau de integração das tecnologias, às áreas onde os dados são utilizados e aos principais desafios associados à sua implementação. Estas assimetrias refletem na dimensão das empresas, na disponibilidade de recursos, na complexidade das operações e na estratégia adotada relativamente à transformação digital.

A Tabela 6 sintetiza as principais características identificadas em cada uma das organizações estudadas.

Dimensão	Esporão	Adega de Monção	Anselmo Mendes	PROVAM
Utilização predominante dos dados	Gestão integrada da organização	Gestão operacional e rastreabilidade	Produção, viticultura e apoio estratégico	Rastreabilidade e controlo operacional
Principais ferramentas	Power BI, modelos semânticos, cloud	ERP próprio, plataforma para cooperantes, sistemas automatizados	Dados climatéricos, satélites, Primavera, bases de dados externas	Vinigest, Primavera
Áreas de maior utilização	Produção, comercial, financeira e agrícola	Vindimas, produção, rastreabilidade e logística	Viticultura, produção e internacionalização	Produção, laboratório e rastreabilidade

Principal benefício identificado	Integração da informação	Eficiência operacional	Apoio à decisão e sustentabilidade	Rastreabilidade
Principal desafio identificado	Cultura organizacional	Resistência à mudança	Previsão das tendências do mercado	Recursos financeiros e dimensão

Tabela 6- Comparação das práticas pelas empresas em estudo

A comparação destaca que as quatro empresas utilizam a análise de dados para responder a objetivos distintos devido às diferentes necessidades organizacionais. Enquanto a Esporão evidencia uma utilização transversal da informação, integrando dados provenientes de diferentes áreas funcionais através de modelos semânticos e dashboards em Power BI, a Adega de Monção privilegia sobretudo a automatização dos processos produtivos e a rastreabilidade ao longo da cadeia de abastecimento. Por sua vez, a Anselmo Mendes distingue-se pelo uso intensivo de informação técnica e científica para apoiar decisões relacionadas com a viticultura e com o posicionamento estratégico da empresa, enquanto a PROVAM concentra a utilização da análise de dados nas atividades de controlo operacional, qualidade e rastreabilidade.

Apesar destas diferenças, identificam-se práticas comuns às quatro organizações. Todas recorrem à recolha e utilização de dados para apoiar decisões ao longo da cadeia de abastecimento, particularmente ao nível da monitorização dos processos produtivos, da rastreabilidade dos produtos e da melhoria da eficiência operacional. De igual modo, todas reconhecem que a utilização da informação constitui um elemento importante para aumentar o controlo das operações e apoiar decisões mais fundamentadas, ainda que recorram a diferentes ferramentas e níveis de sofisticação tecnológica.

As principais diferenças residem na forma como a análise de dados é integrada na gestão das organizações. Na Esporão, a informação encontra-se centralizada e normalizada de modo a permitir que diferentes departamentos utilizem indicadores comuns e partilhem uma visão integrada do desempenho organizacional. Já na Adega de Monção, embora exista um elevado nível de automatização dos processos produtivos, a utilização da análise de dados encontra-se particularmente orientada para a gestão da atividade operacional e para o cumprimento dos requisitos de rastreabilidade. Na Anselmo Mendes, a informação assume um papel importante na

antecipação de riscos agrícolas, na monitorização das condições da vinha e na definição de estratégias de mercado, evidenciando um alinhamento entre conhecimento técnico e experiência do setor. Por outro lado, a PROVA mostra uma utilização mais concentrada em funções administrativas, laboratoriais e de rastreabilidade, o que vai de acordo com a sua menor dimensão e estrutura organizacional.

A comparação também destaca que os desafios enfrentados pelas empresas são diferentes de acordo com o respetivo contexto organizacional. Nas organizações de menor dimensão, como a PROVAM, as limitações financeiras condicionam a aquisição de novas tecnologias e a automatização de determinados processos, quanto que na Adega de Monção e na Esporão, onde as infraestruturas digitais se encontram mais desenvolvidas, os desafios relacionam-se sobretudo com fatores humanos, nomeadamente a necessidade de promover competências digitais e incentivar uma utilização mais consistente das ferramentas disponíveis. Já na Anselmo Mendes, o principal desafio está relacionado com as próprias características do setor vitivinícola, em que a existência de ciclos produtivos longos e mercados em constante evolução dificulta a antecipação das tendências futuras, mesmo quando existe acesso a grandes volumes de informação.

Em suma, a análise comparativa demonstra que não existe um único modelo de utilização da análise de dados no setor vitivinícola. As práticas observadas refletem diferentes prioridades estratégicas e diferentes níveis de desenvolvimento organizacional, evidenciando que a adoção destas ferramentas deve ser compreendida em função das características específicas de cada empresa. Ainda assim, verifica-se uma tendência comum: independentemente da dimensão ou do grau de digitalização, todas as organizações consideram que a análise de dados desempenha um papel cada vez mais relevante na melhoria da gestão da cadeia de abastecimento e no apoio aos processos de tomada de decisão.

5.6. Discussão de Resultados

Os resultados obtidos sugerem que a utilização da análise de dados no setor vitivinícola acompanha, em grande medida, as tendências identificadas na literatura relativamente à crescente digitalização da agricultura e das cadeias de abastecimento. Contudo, as entrevistas realizadas permitem observar também que a adoção destas tecnologias ocorre de forma heterogénea, refletindo diferenças significativas ao nível da dimensão das empresas, dos recursos

disponíveis, da maturidade digital e das características específicas do próprio setor. Neste sentido, os resultados são consistentes com diversos contributos teóricos apresentados na revisão da literatura, como também acrescentam evidências empíricas que ajudam a compreender a forma como estas tecnologias são efetivamente utilizadas no contexto das empresas vitivinícolas portuguesas.

Um dos aspetos mais evidentes desta investigação prende-se com a identificação de práticas que sugerem que a análise de dados ultrapassa as funções administrativas, assumindo um papel crescente nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento. Esta conclusão encontra-se alinhada com Abbasi et al. (2022), Brewster et al. (2017) e Javaid et al. (2021), que defendem que a Agricultura 4.0 promove a integração de tecnologias digitais ao longo de toda a cadeia de valor agrícola, desde a produção até à comercialização. De igual modo, Kamilaris et al. (2017) referem que a crescente disponibilidade de dados provenientes de sensores, plataformas digitais, sistemas de gestão e fontes externas tem vindo a transformar a forma como as empresas agrícolas planeiam e gerem as suas operações.

Os resultados obtidos corroboram esta perspetiva, permitindo identificar práticas de utilização de análise de dados em praticamente todas as fases da cadeia de abastecimento das empresas analisadas. Contudo, as entrevistas revelam que esta utilização não é homogénea. Enquanto a Esporão apresenta uma utilização transversal dos dados, integrando informação operacional, financeira, comercial e agrícola numa infraestrutura comum de *Business Intelligence*, empresas como a Provam utilizam predominantemente plataformas digitais para assegurar funções de rastreabilidade, controlo laboratorial e gestão administrativa. Por sua vez, a Adega de Monção destaca-se pela utilização intensiva da informação recolhida junto dos cooperantes para apoiar o planeamento das vindimas, enquanto a Anselmo Mendes evidencia uma utilização particularmente orientada para a viticultura de precisão e para a monitorização dos mercados internacionais. Esta evidência sugere que a utilização da análise de dados deve ser entendida como um processo organizacional e não exclusivamente tecnológico, uma vez que empresas inseridas no mesmo contexto setorial desenvolvem níveis distintos de integração da informação em função dos recursos, competências e prioridades estratégicas de cada organização.

Esta heterogeneidade encontra igualmente suporte na perspetiva apresentada por Gupta e George (2016), segundo os quais o verdadeiro potencial do *Big Data* não depende apenas da existência de tecnologias digitais, mas sobretudo das capacidades analíticas desenvolvidas pelas

organizações. Os autores defendem que a criação de valor resulta da conjugação entre recursos tecnológicos, competências humanas e uma cultura organizacional orientada para os dados. Os resultados desta investigação reforçam claramente esta ideia. Embora todas as empresas recorram, em maior ou menor grau, à recolha e análise de informação, foram identificadas diferenças na capacidade de integração desses dados nos processos de gestão. O caso da Esporão constitui um exemplo particularmente ilustrativo desta realidade, na medida em que a uniformização dos modelos de dados procura assegurar que todos os gestores trabalham sobre a mesma informação, reduzindo divergências na interpretação dos indicadores. Pelo contrário, empresas de menor dimensão apresentam, nos casos analisados, uma utilização mais operacional da informação, condicionada pelos recursos financeiros e humanos disponíveis. Embora o presente estudo não tenha medido empiricamente as capacidades analíticas organizacionais, os resultados permitem observar diferentes níveis de maturidade na utilização da análise de dados entre as empresas analisadas. Neste sentido, os casos estudados ilustram como a combinação entre tecnologia, competências e processos organizacionais pode influenciar a capacidade de transformar informação em apoio efetivo à decisão.

Um segundo resultado particularmente relevante diz respeito ao papel da análise de dados na tomada de decisão. A literatura tem vindo a demonstrar que a utilização de *Big Data Analytics* permite melhorar a qualidade das decisões através da transformação de grandes volumes de informação em conhecimento útil para a gestão (Chen et al., 2012; Pathak et al., 2024). Do mesmo modo, Lepenioti et al. (2020) defendem que a utilização combinada de análises descritivas, preditivas e prescritivas possibilita não apenas compreender acontecimentos passados, mas também antecipar cenários futuros e apoiar a seleção das alternativas mais adequadas. Os resultados são consistentes com esta perspetiva, tendo sido identificadas práticas de utilização de dados associadas ao apoio à tomada de decisão na gestão da produção, no acompanhamento das vindimas, na monitorização da vinha, na gestão comercial e na interpretação das tendências de mercado. Estas práticas sugerem que a análise de dados pode contribuir para decisões mais fundamentadas e apoiar a compreensão da incerteza associada a estas atividades, embora o estudo não permita medir o seu impacto direto na qualidade das decisões.

Contudo, as entrevistas permitem acrescentar uma dimensão que surge menos desenvolvida na literatura analisada. Em nenhuma das empresas estudadas os dados são encarados como um substituto da experiência dos profissionais. Pelo contrário, verifica-se uma

visão consensual de que a informação analítica constitui um instrumento de apoio à decisão, permanecendo a responsabilidade final nas pessoas. Esta ideia é particularmente evidente na PROVAM, onde os resultados laboratoriais são utilizados para validar a avaliação realizada pelo enólogo, bem como na Anselmo Mendes, onde a utilização de modelos preditivos para a monitorização da vinha não elimina a necessidade de interpretação técnica das condições observadas. Também a Esporão reconhece que a utilidade dos indicadores depende da capacidade dos colaboradores para compreender criticamente a informação disponibilizada, identificando eventuais inconsistências antes da sua utilização. Assim, os resultados sugerem que, no setor vitivinícola, a análise de dados reforça a qualidade das decisões sem substituir o conhecimento especializado acumulado pelos gestores, técnicos e enólogos.

Este aspeto assume particular relevância quando analisado à luz das características do próprio setor. Conforme referido na revisão da literatura, a produção vitivinícola distingue-se por depender de fatores biológicos, climáticos e territoriais que introduzem elevados níveis de variabilidade ao longo do processo produtivo. Embora a análise de dados possa contribuir para gerir parte dessa incerteza, as entrevistas revelam que continua a existir um conjunto de decisões que depende da experiência acumulada pelos profissionais e da interpretação do contexto específico de cada campanha. Neste sentido, os resultados obtidos sugerem que a transformação digital no setor vitivinícola não leva à substituição da decisão humana, mas sim à construção de modelos de decisão híbridos, nos quais os dados funcionam como um mecanismo de validação, apoio e redução da incerteza. Esta conclusão complementa a literatura existente ao sugerir, com base nos casos analisados, que o verdadeiro contributo da análise de dados não reside na automatização da decisão, mas na melhoria da sua qualidade e consistência.

A análise dos resultados permite igualmente identificar benefícios associados à utilização da análise de dados para além da eficiência operacional, indo de acordo com grande parte da literatura analisada. Diversos estudos referem que o *Big Data Analytics* contribui para otimizar processos, aumentar a produtividade, melhorar a coordenação entre diferentes intervenientes da cadeia de abastecimento e apoiar uma gestão mais sustentável dos recursos (Abbasi et al., 2022; Pathak et al., 2024; Wolfert et al., 2017). As entrevistas realizadas revelam exemplos e perceções consistentes com estas vantagens, mas permitem observar igualmente que os benefícios variam em função da maturidade digital de cada organização e da finalidade atribuída aos dados. Assim, os resultados sugerem que a melhoria da tomada de decisão não decorre diretamente da

existência de dados, mas da capacidade das organizações para interpretar essa informação e incorporá-la nos seus processos de gestão.

Um dos benefícios mais evidentes identificados nas empresas estudadas corresponde ao aumento da rastreabilidade e da capacidade de controlo dos processos produtivos. Esta conclusão vai ao encontro da literatura, que destaca a rastreabilidade como um dos principais contributos da digitalização para o setor agroalimentar, permitindo acompanhar o produto ao longo de toda a cadeia de abastecimento e responder de forma mais eficaz às exigências dos consumidores e dos mercados internacionais. No caso das empresas analisadas, verifica-se que a rastreabilidade assume uma importância particularmente elevada devido às exigências de certificação e exportação. Tanto a Adega de Monção como a PROVAM apresentam sistemas capazes de acompanhar o percurso das uvas desde o produtor até à garrafa final, garantindo elevados níveis de controlo e autenticidade dos produtos. Estes resultados reforçam a perspetiva de Kamilaris et al. (2017), segundo a qual a integração de diferentes fontes de dados permite melhorar significativamente a transparência e o controlo das cadeias de abastecimento agrícolas.

Outro benefício relevante está relacionado com a melhoria da coordenação organizacional proporcionada pela partilha de informação. Embora esta dimensão seja menos enfatizada na literatura, os resultados sugerem que a existência de dados uniformizados podem reduzir divergências entre departamentos e facilita a articulação entre diferentes áreas funcionais. O caso da Esporão ilustra claramente esta realidade, uma vez que a criação de modelos semânticos comuns permitiu eliminar situações em que diferentes departamentos apresentavam indicadores distintos para a mesma realidade organizacional. Consequentemente, as reuniões de gestão passaram a centrar-se na análise dos resultados e na definição de estratégias, em vez da validação dos próprios dados. Este resultado complementa os trabalhos de Gupta e George (2016), sugerindo que a criação de valor através da análise de dados depende igualmente da capacidade das organizações desenvolverem processos internos que assegurem a consistência e a partilha da informação entre os diversos decisores.

Os resultados permitem igualmente observar que a análise de dados pode apoiar uma maior capacidade de adaptação às mudanças do mercado, ainda que esta capacidade apresente limitações próprias do setor vitivinícola. A literatura refere que a utilização de *Big Data* possibilita acompanhar tendências de consumo, identificar oportunidades de mercado e antecipar alterações na procura (Chen et al., 2012; Verhoef et al., 2016). As entrevistas corroboram esta tendência,

particularmente no caso da Anselmo Mendes, onde a informação proveniente da Nielsen, da OIV e dos importadores constitui um importante suporte para a interpretação da evolução dos mercados internacionais. Contudo, os resultados demonstram igualmente que a disponibilidade de informação não elimina totalmente a incerteza. Tal como referido pelo entrevistado, muitas tendências apenas se tornam evidentes quando já se encontram em desenvolvimento, dificultando a adaptação imediata das empresas, sobretudo num setor em que as decisões produtivas apresentam efeitos apenas a médio e longo prazo. Assim, os resultados sugerem que a análise de dados pode assumir uma função estratégica, embora a sua utilização continue condicionada pelas especificidades biológicas e estruturais da produção vitivinícola.

Relativamente aos desafios identificados, os resultados estão de acordo com as limitações apontadas pela literatura sobre transformação digital na agricultura. Diversos autores referem que a adoção de tecnologias de análise de dados continua condicionada por fatores como o investimento necessário, a escassez de competências digitais, a resistência à mudança e a dificuldade de integração entre diferentes sistemas tecnológicos (Gupta & George, 2016; Abbasi et al., 2022; Pathak et al., 2024). Estas barreiras foram identificadas nas entrevistas realizadas, embora assumam formas distintas consoante a dimensão e o contexto das empresas.

Nas empresas de menor dimensão, como a PROVAM, as limitações financeiras surgem como um dos principais obstáculos ao desenvolvimento de soluções analíticas mais avançadas, conduzindo a uma utilização predominantemente administrativa das plataformas digitais existentes. De forma semelhante, a Adega de Monção identifica a resistência à mudança e a menor literacia digital de parte dos colaboradores como fatores que condicionam a adoção de novas ferramentas tecnológicas. Estes resultados corroboram a ideia de que a transformação digital não depende exclusivamente da disponibilidade tecnológica, exigindo igualmente investimento em formação, desenvolvimento de competências e mudança organizacional, conforme defendido por Gupta e George (2016).

Por outro lado, as entrevistas permitem identificar que mesmo organizações com maior maturidade digital continuam a enfrentar desafios relevantes. No caso da Esporão, a principal dificuldade já não reside na implementação tecnológica, mas sim na utilização efetiva da informação pelos colaboradores. A necessidade de desenvolver uma cultura organizacional orientada para os dados, incentivando os utilizadores a interpretar criticamente os indicadores e a identificar eventuais inconsistências, evidencia que a criação de valor através da análise de dados

depende também da participação ativa das pessoas. Este resultado é consistente com a perspetiva apresentada por Verhoef et al. (2016), segundo a qual a criação de valor a partir do *Big Data* resulta da interação entre tecnologia, pessoas e processos organizacionais, não podendo ser alcançada apenas através da adoção de novas plataformas digitais.

Finalmente, importa destacar que as entrevistas permitiram identificar desafios que acrescentam uma dimensão contextual à discussão presente na literatura sobre *Big Data Analytics*. Para além das limitações tecnológicas e organizacionais, o próprio contexto do setor vitivinícola condiciona a capacidade de resposta das empresas às informações produzidas pelos sistemas analíticos. A dependência das condições climáticas, o longo ciclo produtivo da vinha, a regulamentação associada às plantações e a dificuldade em antecipar alterações nas preferências dos consumidores fazem com que nem todas as decisões possam ser ajustadas de forma imediata com base nos dados disponíveis. Neste sentido, os resultados sugerem que, no setor vitivinícola, a análise de dados deve ser entendida como um instrumento de apoio à gestão e não como uma solução capaz de eliminar toda a incerteza inerente à atividade agrícola. Esta constitui, provavelmente, uma das principais contribuições deste estudo, uma vez que evidencia a necessidade de interpretar o potencial do *Big Data* à luz das especificidades técnicas, biológicas e económicas do setor.

Além disso, um dos aspetos mais relevantes evidenciados pelo presente estudo consiste na identificação dos mecanismos através dos quais a utilização da análise de dados pode gerar valor nas empresas analisadas. Os resultados sugerem que esse valor não resulta diretamente da adoção de plataformas digitais ou ferramentas analíticas, mas da capacidade das organizações para integrar informação proveniente de diferentes áreas da cadeia de abastecimento, disponibilizá-la aos decisores e incorporá-la nos processos de gestão. Assim, a melhoria da eficiência operacional, da rastreabilidade e da qualidade da tomada de decisão parece resultar da interação entre tecnologia, competências humanas e práticas organizacionais, mais do que da tecnologia considerada de forma isolada. Esta evidência corrobora a perspetiva de que a análise de dados deve ser entendida como uma capacidade organizacional que, quando adequadamente integrada nos processos internos, pode contribuir para gerar valor ao longo da cadeia de abastecimento. Embora o presente estudo tenha analisado empiricamente a utilização da análise de dados, os resultados sugerem que os benefícios observados podem ser interpretados à luz da literatura sobre *Big Data Analytics*, na medida em que apontam para a importância da integração

entre tecnologia, pessoas e processos organizacionais para apoiar a tomada de decisão e a gestão da cadeia de abastecimento.

Em síntese, a discussão dos resultados sugere que a utilização da análise de dados constitui um importante mecanismo de apoio à gestão da cadeia de abastecimento vitivinícola, podendo contribuir para melhorar a qualidade da informação disponível, apoiar a tomada de decisão, reforçar a rastreabilidade e aumentar a eficiência dos processos organizacionais. Contudo, os casos analisados também sugerem que a concretização destes benefícios depende da capacidade das organizações para integrar tecnologia, pessoas e processos, bem como das especificidades inerentes ao setor vitivinícola. Assim, mais do que substituir o conhecimento especializado dos profissionais, a análise de dados afirma-se como um instrumento complementar que potencia decisões mais informadas, consistentes e adaptadas à realidade de cada organização.

6. CONCLUSÃO

6.1. Principais Conclusões

O presente estudo teve como objetivo analisar de que forma a utilização da análise de dados apoia a gestão da cadeia de abastecimento e a tomada de decisão nas empresas do setor vitivinícola. Para tal, procurou-se entender de que forma as empresas utilizam a análise de dados nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento, de que modo apoia os processos de tomada de decisão e quais os principais benefícios e desafios associados à sua utilização nas empresas do setor vitivinícola.

De forma a sustentar esta investigação, foi desenvolvido um enquadramento teórico e uma revisão da literatura centrada nas principais aplicações da análise de dados ao longo da cadeia de abastecimento vitivinícola. Conforme evidenciado na literatura, a crescente digitalização do setor agrícola tem conduzido à adoção de tecnologias como a IoT, o ML, a IA e a CC, permitindo às organizações recolher, integrar e analisar grandes volumes de informação provenientes de diferentes fontes. Neste contexto, a análise de dados assume um papel cada vez mais relevante na otimização dos processos produtivos, na melhoria da eficiência operacional, na gestão da cadeia de abastecimento e no apoio à tomada de decisão, constituindo um importante fator de competitividade para as empresas do setor vitivinícola. Simultaneamente, destacou que os

benefícios associados à sua utilização dependem da capacidade das organizações para integrar recursos tecnológicos, competências humanas e processos de gestão, perspetiva que serviu de enquadramento para a interpretação dos resultados obtidos.

Os resultados obtidos sugerem que as empresas estudadas reconhecem a importância crescente da análise de dados na gestão da sua atividade, embora apresentem diferentes níveis de maturidade digital e distintas formas de integração destas ferramentas nos seus processos. Nos casos analisados, foram identificadas práticas de utilização da análise de dados em diferentes etapas da cadeia de abastecimento, contribuindo para uma gestão mais eficiente da produção, da qualidade, da rastreabilidade, da logística e da atividade comercial. As entrevistas também sugerem que os dados assumem um papel relevante no apoio à tomada de decisão, permitindo reduzir a incerteza, melhorar o planeamento e fundamentar as decisões organizacionais. Contudo, a investigação também permitiu identificar que a adoção destas tecnologias continua condicionada por diversos desafios, nomeadamente limitações financeiras, organizacionais e humanas, bem como pelas próprias características do setor vitivinícola. Deste modo, os resultados sugerem que o valor da análise de dados não depende exclusivamente da adoção de tecnologias digitais, mas da forma como estas são integradas nos processos organizacionais e utilizadas para apoiar a gestão e a tomada de decisão

Os resultados obtidos permitiram responder às questões de investigação formuladas inicialmente, fornecendo evidência empírica sobre a utilização da análise de dados em quatro empresas do setor vitivinícola português e permitindo interpretar essas práticas à luz da literatura sobre *Big Data Analytics*. Embora o estudo tenha incidido empiricamente sobre a utilização da análise de dados, a interpretação dos resultados demonstrou que os benefícios observados podem ser compreendidos à luz da literatura sobre *Big Data Analytics*, na medida em que evidenciam a importância da integração entre tecnologia, pessoas e processos organizacionais para apoiar a gestão da cadeia de abastecimento e a tomada de decisão.

Posto isto, apresentam-se as respostas às questões de investigação formuladas.

1. Como é utilizada a análise de dados nas diferentes etapas da cadeia de abastecimento pelas empresas do setor vitivinícola?

De acordo com os resultados obtidos, foram identificadas práticas de utilização da análise de dados em diferentes etapas da cadeia de abastecimento vitivinícola nas empresas estudadas. Ao contrário de uma utilização concentrada numa única área funcional, verificou-se que os dados são utilizados desde o planeamento da produção até à comercialização do produto final, apoiando atividades relacionadas com a monitorização da vinha, o planeamento das vindimas, o controlo dos processos produtivos, a gestão da qualidade, a rastreabilidade, a logística e a análise dos mercados.

Relativamente às diferentes etapas da cadeia de abastecimento, verificou-se que a utilização da análise de dados assume características distintas consoante as necessidades de cada organização. Enquanto algumas empresas recorrem a tecnologias associadas à viticultura de precisão, sensores e dados meteorológicos para apoiar a monitorização da vinha e antecipar necessidades de intervenção, outras privilegiam a utilização de sistemas de informação direcionados para a rastreabilidade, controlo laboratorial, gestão documental ou acompanhamento dos mercados internacionais. Esta diversidade sugere que a aplicação da análise de dados não segue um modelo único, sendo fortemente influenciada pela dimensão da empresa, pelos recursos disponíveis e pelas prioridades estratégicas de cada organização.

Verificou-se igualmente que a análise de dados pode favorecer uma maior integração da informação ao longo da cadeia de abastecimento. A existência de sistemas capazes de reunir informação proveniente de diferentes departamentos permite uma gestão mais articulada entre as diversas fases da atividade, contribuindo para melhorar o planeamento, reduzir falhas de comunicação e assegurar maior consistência na informação utilizada pelas organizações. Deste modo, os resultados obtidos sugerem que a análise de dados pode deixar de constituir apenas uma ferramenta operacional, assumindo progressivamente um papel estratégico na gestão integrada da cadeia de abastecimento vitivinícola.

Assim, conclui-se as empresas estudadas recorrem à análise de dados em diferentes etapas da cadeia de abastecimento vitivinícola, embora com diferentes níveis de maturidade digital e diferentes graus de integração tecnológica, refletindo as características específicas de cada organização.

2. *De que forma a utilização da análise de dados apoia os processos de tomada de decisão nas empresas do setor vitivinícola?*

No que diz respeito ao apoio à tomada de decisão, os resultados demonstram que a principal contribuição da análise de dados consiste em proporcionar decisões mais informadas, fundamentadas e consistentes. A informação recolhida ao longo das diferentes etapas da cadeia de abastecimento pode contribuir para reduzir a incerteza associada às decisões, melhorar o planeamento das atividades, acompanhar o desempenho organizacional e apoiar a definição de estratégias mais ajustadas às necessidades das empresas.

Verificou-se igualmente que a análise de dados apoia, nos casos analisados, as decisões de natureza operacional, tática e estratégica. Ao nível operacional, os dados apoiam decisões relacionadas com a gestão da produção, monitorização da vinha, controlo da qualidade e rastreabilidade. Ao nível tático, facilitam o planeamento das campanhas, a gestão de recursos e a coordenação entre diferentes departamentos. Por sua vez, ao nível estratégico, contribuem para a análise dos mercados, identificação de tendências de consumo e definição de orientações futuras para a organização.

Apesar da crescente utilização destas ferramentas, os resultados demonstram que a análise de dados não substitui o conhecimento técnico e a experiência dos profissionais. Pelo contrário, a informação analítica constitui um instrumento complementar que apoia o processo de decisão, permanecendo a responsabilidade final nas pessoas. A experiência dos gestores, técnicos e enólogos continua a assumir um papel determinante na interpretação da informação disponível e na adaptação das decisões às especificidades de cada contexto.

Assim, os resultados dos casos analisados sugerem que a análise de dados constitui um mecanismo importante de suporte à tomada de decisão nas empresas vitivinícolas, podendo contribuir para reduzir a incerteza, aumentar a qualidade da informação disponível e fundamentar as decisões organizacionais, sem substituir o conhecimento especializado dos profissionais responsáveis pela gestão das organizações.

3. *Quais os principais benefícios e desafios associados à utilização da análise de dados na gestão da cadeia de abastecimento vitivinícola?*

Relativamente aos benefícios identificados, os resultados sugerem que a utilização da análise de dados proporciona melhorias significativas ao nível da eficiência operacional, da qualidade da informação disponível e da gestão da cadeia de abastecimento. A utilização de dados permite às empresas planear melhor as suas operações, acompanhar de forma mais rigorosa os processos produtivos, reforçar a rastreabilidade dos produtos e responder de forma mais eficaz às exigências dos mercados e dos consumidores.

Além disso, verificou-se que a análise de dados pode contribuir para melhorar a coordenação entre diferentes áreas organizacionais, permitindo que a informação seja partilhada de forma mais consistente entre departamentos e utilizada como suporte comum às decisões empresariais. Os resultados sugerem também benefícios ao nível da capacidade de antecipação, uma vez que a informação disponível permite identificar tendências, monitorizar variáveis relevantes e preparar as organizações para responder de forma mais eficiente a alterações nas condições produtivas ou comerciais.

Porém, apesar dos benefícios identificados, foram igualmente reconhecidos diversos desafios que continuam a limitar uma utilização mais abrangente da análise de dados. Entre os principais obstáculos destacam-se os elevados custos associados ao investimento tecnológico, a escassez de recursos humanos especializados, a necessidade de desenvolver competências analíticas dentro das organizações e a resistência à mudança por parte de alguns colaboradores. Para além destes fatores, as entrevistas evidenciaram que determinadas características próprias do setor vitivinícola, como a dependência das condições climatéricas, os longos ciclos produtivos, a elevada variabilidade da matéria-prima e a dificuldade em antecipar determinadas tendências de mercado, limitam a capacidade de os dados responderem a todas as situações enfrentadas pelas empresas.

Neste sentido, os casos analisados corroboram a ideia de que os benefícios associados à análise de dados depende da capacidade das organizações para enfrentar os desafios identificados. A criação de valor através destas tecnologias depende não apenas da sua adoção, mas também da capacidade das organizações integrarem a informação recolhida nos seus processos de gestão e desenvolverem uma cultura organizacional orientada para a utilização dos dados.

6.2. Contributos do Estudo

A investigação desenvolvida contribui para a literatura ao analisar a forma como a análise de dados é utilizada na gestão da cadeia de abastecimento vitivinícola e de que modo apoia os processos de tomada de decisão nas empresas do setor. Embora a literatura reconheça o potencial do *Big Data Analytics* para melhorar o desempenho organizacional, continua a existir uma compreensão limitada sobre os mecanismos através dos quais empresas com diferentes níveis de maturidade analítica integram a utilização da análise de dados nos seus processos de gestão, particularmente no contexto do setor vitivinícola.

Neste sentido, o presente estudo evidencia que a utilização da análise de dados não ocorre de forma homogénea entre as quatro empresas analisadas, refletindo diferentes níveis de maturidade analítica, recursos disponíveis e prioridades estratégicas. Os resultados demonstram que os benefícios associados à utilização da análise de dados não dependem exclusivamente da adoção de tecnologias digitais, mas também da capacidade das organizações para integrar informação, competências humanas e processos de gestão, transformando os dados em suporte efetivo à tomada de decisão.

Para além do contributo teórico, o estudo apresenta igualmente implicações práticas para as empresas do setor vitivinícola. Os resultados evidenciam que a utilização da análise de dados pode contribuir para melhorar a eficiência operacional, reforçar a rastreabilidade, otimizar a coordenação entre diferentes áreas organizacionais e apoiar decisões mais informadas. Além disso, identificam fatores que condicionam uma utilização mais abrangente destas práticas, nomeadamente limitações financeiras, organizacionais e humanas, fornecendo orientações relevantes para empresas que pretendam desenvolver a sua capacidade analítica.

6.3. Limitações do Estudo

A principal limitação do presente estudo prende-se com a dimensão da amostra utilizada, uma vez que a investigação incidiu apenas sobre quatro empresas do setor vitivinícola e contou com um único informante por organização. Embora esta abordagem tenha permitido obter uma compreensão aprofundada da realidade estudada, limita a generalização dos resultados ao universo das empresas vitivinícolas.

Adicionalmente, a seleção dos casos teve por objetivo explorar diferentes contextos organizacionais e níveis de utilização da análise de dados, pelo que os resultados obtidos devem

ser interpretados numa lógica de generalização analítica e não de generalização estatística. Além do mais, as entrevistas foram realizadas junto de colaboradores com diferentes funções e níveis de envolvimento na utilização da análise de dados, o que poderá ter influenciado a profundidade de algumas respostas.

Importa também reconhecer que a investigação incidiu empiricamente sobre a utilização da análise de dados nas empresas analisadas, sendo os resultados posteriormente interpretados à luz da literatura sobre *Big Data Analytics*. Deste modo, os resultados não permitem generalizar conclusões sobre a adoção de *Big Data Analytics* no setor vitivinícola, mas antes compreender de que forma diferentes práticas de utilização da análise de dados podem ser interpretadas à luz desse enquadramento conceptual.

Por fim, a rápida evolução das tecnologias digitais e das soluções analíticas poderá conduzir ao aparecimento de novas práticas e ferramentas nos próximos anos, tornando necessária a atualização contínua do conhecimento nesta área.

6.4. Linhas de Investigação Futura

No âmbito da temática desenvolvida, e tendo em consideração as limitações identificadas, considera-se pertinente alargar este estudo a um maior número de empresas do setor vitivinícola, permitindo comparar diferentes níveis de maturidade digital e aprofundar a compreensão dos fatores que influenciam a utilização da análise de dados na gestão da cadeia de abastecimento.

Seria igualmente pertinente desenvolver estudos que integrem vários informantes por organização, incluindo representantes das áreas de gestão, produção, logística, tecnologias de informação e comercial, permitindo realizar triangulação intracasos e obter uma compreensão mais abrangente dos processos organizacionais associados à utilização da análise de dados.

Por fim, considera-se igualmente relevante desenvolver estudos comparativos entre empresas nacionais e internacionais, bem como entre diferentes setores agroalimentares, permitindo compreender de que forma diferentes contextos organizacionais influenciam a adoção e a utilização da análise de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). *The digitization of agricultural industry – A systematic literature review on agriculture 4.0*. *Smart Agricultural Technology, 2*, Article 100042. https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042

Adega de Monção. (s.d.). *A Adega*. https://adegademoncao.pt/adega/

Ahmed, N., & Shakoor, N. (2025). *Advancing agriculture through IoT, Big Data, and AI: A review of smart technologies enabling sustainability*. *Smart Agricultural Technology, 10*, Article 100848. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100848

Anchor, J. R., & Lacinová, T. (2015). *Czech wine consumers: Maturing with age? E+M Ekonomie a Management, 18*(1), 169–182. https://doi.org/10.15240/tul/001/2015-1-013

Anselmo Mendes. (s.d.). *Sobre*. https://www.anselmomendes.pt/sobre

Antonio, N., Fornazin, M., Araujo, R., & Pereira dos Santos, R. (2019). Metodologia de pesquisa: Estudo de caso interpretativo em sistemas de informação. In *Tópicos em sistemas de informação: Minicursos SBSI 2019* (pp. 53–80). Sociedade Brasileira de Computação. https://doi.org/10.5753/sbc.480.9.03

Arapitsas, P., Speri, G., Angeli, A., Perenzoni, D., & Mattivi, F. (2014). *The influence of storage on the "chemical age" of red wines*. *Metabolomics, 10*(5), 816–832. https://doi.org/10.1007/s11306-014-0638-x

Archel Domench, P., Lizarraga Dallo, F., Sánchez Alegría, S., & Cano Rodríguez, M. (2015). *Estados contables: Elaboración, análisis e interpretación* (5.ª ed.). Ediciones Pirámide.

Athanasiadis, I., & Ioannides, D. (2015). *A statistical analysis of big web market data structure using a big dataset of wines*. *Procedia Economics and Finance, 33*, 256–268. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01710-4

Ayankoya, K., Calitz, A. P., & Greyling, J. H. (2016). *Real-time grain commodities price predictions in South Africa: A big data and neural networks approach*. *Agrekon, 55*(4), 483–508. https://doi.org/10.1080/03031853.2016.1243060

Azaza, M., Tanougast, C., Fabrizio, E., & Mami, A. (2016). *Smart greenhouse fuzzy logic based control system enhanced with wireless data monitoring*. *ISA Transactions, 61*, 297–307. https://doi.org/10.1016/j.isatra.2015.12.006

Balaji, G. N., Nandhini, V., Mithra, S., Priya, N., & Naveena, R. (2018). *IOT based smart crop monitoring in farm land*. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR), 4*(1), 88–92.

Barbosa, M. W., Vicente, A. de la C., Ladeira, M. B., & Oliveira, M. P. V. (2018). *Managing supply chain resources with Big Data Analytics: A systematic review*. *International Journal of Logistics Research and Applications, 21*(3), 177–200. https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1369501

Beckner Whitener, M. E., Stanstrup, J., Panzeri, V., Carlin, S., Divol, B., Du Toit, M., & Vrhovsek, U. (2016). *Untangling the wine metabolome by combining untargeted SPME–GC×GC-TOF-MS and sensory analysis to profile Sauvignon blanc co-fermented with seven different yeasts*. *Metabolomics, 12*(3), Article 53. https://doi.org/10.1007/s11306-016-0962-4

Bhange, M., & Hingoliwala, H. A. (2015). *Smart farming: Pomegranate disease detection using image processing*. *Procedia Computer Science, 58*, 280–288. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.022

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). *Latent Dirichlet allocation*. *Journal of Machine Learning Research, 3*, 993–1022. https://doi.org/10.1162/jmlr.2003.3.4-5.993

Brewster, C., Roussaki, I., Kalatzis, N., Doolin, K., & Ellis, K. (2017). *IoT in agriculture: Designing a Europe-wide large-scale pilot*. *IEEE Communications Magazine, 55*(9), 26–33. https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600528

Bu, F., & Wang, X. (2019). *A smart agriculture IoT system based on deep reinforcement learning*. *Future Generation Computer Systems, 99*, 500–507. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.04.041

Caracciolo, F., Furno, M., D'Amico, M., Califano, G., & Di Vita, G. (2022). *Variety seeking behavior in the wine domain: A consumers segmentation using big data*. *Food Quality and Preference, 97*, Article 104481. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104481

Castillo Betancourt, N. A. (2021). *Tendencias empresariales del Big Data, ciencia de datos, industria 4.0 y sus desafíos para el ingeniero mecatrónico* [Trabalho de graduação em Engenharia

Mecatrónica, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional Universidad Militar Nueva Granada. https://hdl.handle.net/10654/39767

Chang, C.-H., Kayed, M., Girgis, M. R., & Shaalan, K. (2006). *A survey of web information extraction systems*. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 18*(10), 1411–1428. https://doi.org/10.1109/TKDE.2006.152

Charters, S., & Pettigrew, S. (2008). *Why do people drink wine? A consumer-focused exploration*. *Journal of Food Products Marketing, 14*(3), 13–32. https://doi.org/10.1080/10454440801985894

Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). *Business intelligence and analytics: From big data to big impact*. *MIS Quarterly, 36*(4), 1165–1188. https://doi.org/10.2307/41703503

Cordeiro, M., Markert, C., Araújo, S. S., Campos, N. G. S., Gondim, R. S., da Silva, T. L. C., & da Rocha, A. R. (2022). *Towards smart farming: Fog-enabled intelligent irrigation system using deep neural networks*. *Future Generation Computer Systems, 129*, 115–124. https://doi.org/10.1016/j.future.2021.11.013

Cortez, P., Cerdeira, A., Almeida, F., Matos, T., & Reis, J. (2009). *Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties*. *Decision Support Systems, 47*(4), 547–553. https://doi.org/10.1016/j.dss.2009.05.016

Cuyvers, L., Steenkamp, E. A., & Viviers, W. (2012). *The methodology of the Decision Support Model (DSM)*. In L. Cuyvers & W. Viviers (Eds.), *Export promotion: A decision support model approach* (pp. 17–40). Sun Media Metro.

Cuyvers, L., Viviers, W., Sithole-Pisa, N., & Kuhn, M. L. (2012). *Developing strategies for export promotion using a decision support model: South African case studies*. In L. Cuyvers & W. Viviers (Eds.), *Export promotion: A decision support model approach*. Sun Media Metro.

Cuyvers, L., & Viviers, W. (Eds.). (2012). *Export promotion: A decision support model approach*. Sun Media Metro.

Danese, P., Mocellin, R., & Romano, P. (2021). *Designing blockchain systems to prevent counterfeiting in wine supply chains: A multiple-case study*. *International Journal of Operations & Production Management, 41*(1), 1–33. https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2019-0785

De Alwis, S. (2022). *A survey on smart farming data, applications and techniques*. *Computers and Electronics in Agriculture, 192*, Article 106616. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106616

De Steur, H., Temmerman, H., Gellynck, X., & Canavari, M. (2020). *Drivers, adoption, and evaluation of sustainability practices in Italian wine SMEs*. *Business Strategy and the Environment, 29*(2), 744–762. https://doi.org/10.1002/bse.2436

Del Rey, R., & Loose, S. (2023). *State of the international wine market in 2022: New market trends for wines require new strategies*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 3–12. https://doi.org/10.36253/wep-14484

DHL Trend Research. (2015). *Internet of Things in logistics: A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry*. DHL Customer Solutions & Innovation. https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-internet-of-things-trend-report.pdf

Dobre Gudei, S. C., Tancelov, L., Bucea-Manea-Ţoniş, R., Manolache, D., & Ionescu, N. (2025). *Sustainable competitiveness and applicative comparative analysis of wine production through the lens of triple bottom line, robotics, and Industry 5.0 strategies*. *Sustainability, 17*(9), Article 3767. https://doi.org/10.3390/su17093767

Dogru, A., & Peyrefitte, J. (2022). *Investigation of innovation in wine industry via meta-analysis*. *Wine Business Journal, 5*(1). https://doi.org/10.59670/WBJ.V5I1.31627

European Commission. (2014). *Study on the competitiveness of European wines*. Publications Office of the European Union.

Esporão. (s.d.). *Esporão*. https://esporao.com/pt/

Esporão. (2024). *Relatório de sustentabilidade 2024*. https://esporao.com/media/pages/press-center/relatorio-de-sustentabilidade/36549919b1-1775055826/relatoriosustentabilidade24_v3.pdf

Fuentes-Fernández, R., & del Campo-Villares, J. L. (2025). *Exploring the market for dealcoholized wine in Spain: Health trends, demographics, and the role of emerging consumer preferences*. *Beverages, 11*(2), Article 41. https://doi.org/10.3390/beverages11020041

Garcia-Arca, J., Garrido, A., & Prado-Prado, J. C. (2017). *Sustainable packaging logistics: The link between sustainability and competitiveness in supply chains*. *Sustainability, 9*(7), Article 1098. https://doi.org/10.3390/su9071098

Garg, D., & Alam, M. (2023). *Smart agriculture: A literature review*. *Journal of Management Analytics, 10*(2), 359–415. https://doi.org/10.1080/23270012.2023.2207184

Grehs, D. H. (2016). *Sistema de irrigação doméstico baseado em Internet das Coisas* [Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Computação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Lume Repositório Digital UFRGS.

Gupta, M., & George, J. F. (2016). *Toward the development of a big data analytics capability*. *Information & Management, 53*(8), 1049–1064. https://doi.org/10.1016/j.im.2016.07.004

Hazen, B. T., Skipper, J. B., Boone, C. A., & Hill, R. R. (2018). *Back in business: Operations research in support of big data analytics for operations and supply chain management*. *Annals of Operations Research, 270*(1–2), 201–211. https://doi.org/10.1007/s10479-016-2226-0

Huerta Arribas, E., & Salas Fumás, V. (2012). *La calidad del recurso empresarial en España: Indicios e implicaciones para la competitividad*. *Papeles de Economía Española, 132*, 19–36. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PEE/132art03.pdf

Instituto da Vinha e do Vinho. (s.d.). *Instituto da Vinha e do Vinho*. https://www.ivv.gov.pt/np4/home.html

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). *Significant applications of big data in Industry 4.0*. *Journal of Industrial Integration and Management, 6*(4), 429–447. https://doi.org/10.1142/S2424862221500135

Jhajharia, K., & Mathur, P. (2022). *A comprehensive review on machine learning in agriculture domain*. *IAES International Journal of Artificial Intelligence, 11*(2), 753–763. https://doi.org/10.11591/ijai.v11.i2.pp753-763

John, S., & Arul Leena Rose, P. J. (2024). *Smart farming and precision agriculture and its need in today's world*. In *Signals and Communication Technology* (pp. 19–44). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51195-0_2

Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). *A review on the practice of big data analysis in agriculture*. *Computers and Electronics in Agriculture, 143*, 23–37. https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037

Keck, A., Raubold, A., & Truppia, A. (2010). *Forecasting international trade: A time series approach*. *OECD Journal: Journal of Business Cycle Measurement and Analysis, 2009*(2), 157–176. https://doi.org/10.1787/jbcma-2009-5ks9v44bdj32

Keswani, B., Mohapatra, A. G., Mohanty, A., Khanna, A., Rodrigues, J. J. P. C., Gupta, D., & de Albuquerque, V. H. C. (2018). *Adapting weather conditions based IoT enabled smart irrigation technique in precision agriculture mechanisms*. *Neural Computing and Applications, 31*(Suppl. 1), 277–292. https://doi.org/10.1007/s00521-018-3737-1

Lakshmisudha, G., Rani, C., & Gairola, P. (2019). *An automated low cost IoT based fertilizer intimation system for smart agriculture*. *Sustainable Computing: Informatics and Systems, 28*, Article 100300. https://doi.org/10.1016/j.suscom.2019.01.002

Lepenioti, K., Bousdekis, A., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2020). *Prescriptive analytics: Literature review and research challenges*. *International Journal of Information Management, 50*, 57–70. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.003

Lian, G. (2022). *Research on the application of big data technology in enterprise management and decision making*. *Computational Intelligence and Neuroscience, 2022*, Article 7585288. https://doi.org/10.1155/2022/7585288

Liu, Y., Zhang, Y., Ren, S., Yang, M., Wang, Y., & Huisingh, D. (2020). *How can smart technologies contribute to sustainable product lifecycle management? Journal of Cleaner Production, 249*, Article 119423. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119423

Massaglia, S., Verduna, T., Varchetta, V., Brun, F., & Blanc, S. (2023). *The impact of alternative packaging on the life cycle of wine on tap*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 51–62. https://doi.org/10.36253/wep-14531

Méndez, M. Á. (2015, 17 de dezembro). *El petróleo del siglo XXI es el "big data"*. *El País*. https://elpais.com/retina/2015/12/17/tendencias/1450338990_145033.html

Michelsen Jaramillo, S. (2020, 2 de outubro). *El concepto del Big Data en Colombia*. *Asuntos Legales*. https://www.asuntoslegales.com.co/consultorio/el-concepto-del-big-data-en-colombia-3068179

Mohapatra, A. G., Lenka, S. K., & Keswani, B. (2018). *Neural network and fuzzy logic based smart DSS model for irrigation notification and control in precision agriculture*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section A: Physical Sciences, 89*(1), 67–76. https://doi.org/10.1007/s40010-017-0401-6

Monleón-Getino, A. (2015). *El impacto del Big-data en la sociedad de la información: Significado y utilidad*. *Historia y Comunicación Social, 20*(2), 427–445. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2015.v20.n2.51392

Morales-Castilla, I., García de Cortázar-Atauri, I., Cook, B. I., Lacombe, T., Parker, A., van Leeuwen, C., Nicholas, K. A., & Wolkovich, E. M. (2020). *Diversity buffers winegrowing regions from climate change losses*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 117*(6), 2864–2869. https://doi.org/10.1073/pnas.1906731117

Munir, M. S., Bajwa, I. S., & Cheema, S. M. (2019). *An intelligent and secure smart watering system using fuzzy logic and blockchain*. *Computers & Electrical Engineering, 77*, 109–119. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.05.006

Na, A., Isaac, W., Varshney, S., & Khan, E. (2016). *An IoT based system for remote monitoring of soil characteristics*. In *2016 International Conference on Information Technology (InCITe) – The Next Generation IT Summit on the Theme – Internet of Things: Connect Your Worlds* (pp. 1–5). IEEE. https://doi.org/10.1109/INCITE.2016.7857638

Newlands, N. K. (2021). *Artificial intelligence and big data analytics in vineyards: A review*. In A. Mendez-Vilas (Ed.), *Viticulture*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.99169

Nummelin, T., & Hänninen, R. (2016). *Model for international trade of sawnwood using machine learning models*. *Natural Resources and Bioeconomy Studies, 74*, 1–35. https://jukuri.luke.fi/handle/10024/537749

Organização Internacional da Vinha e do Vinho. (2025a). *World wine production outlook I: First estimates 2025*.

https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_2025_World_Wine_Production_Outlook.pd

Organização Internacional da Vinha e do Vinho. (2025b). *State of the world vine and wine sector in 2024*. https://www.oiv.int/sites/default/files/2025-04/OIVState_of_the_World_Vine-and-Wine-Sector-in-2024.pdf

Özemre, M., & Kabadurmuş, Ö. (2020). *A big data analytics based methodology for strategic decision making*. *Journal of Enterprise Information Management, 33*(6), 1467–1490. https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2019-0222

Padarian, J., Minasny, B., & McBratney, A. B. (2019). *Using deep learning to predict soil properties from regional spectral data in the ultraviolet, visible, near infrared and mid infrared*. *Geoderma Regional, 16*, Article e00198. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00198

Pahr, A., Grunow, M., & Amorim, P. (2025). *Learning from the aggregated optimum: Managing port wine inventory in the face of climate risks*. *European Journal of Operational Research, 323*(2), 671–685. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.09.034

Parga Dans, E., Vecchio, R., Annunziata, A., Alonso González, P., & Otero Enríquez, R. (2023). *A certification for natural wine? A comparative analysis of consumer drivers in Italy and Spain*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 23–35. https://doi.org/10.36253/wep-14487

Park, Y.-E. (2020). *A data-driven approach for discovery of the latest research trends in higher education for business by leveraging advanced technology and big data*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17*, Article 35. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00207-y

Pathak, S., Krishnaswamy, V., & Sharma, M. (2024). *Unveiling the evolution of big data analytics capability: A comprehensive analysis*. *Journal of Scientometric Research, 13*(3), 791–805. https://doi.org/10.5530/jscires.20041105

Paul, N. C., Khapte, P. S., Ponnaganti, V. K., Changan, S. S., Chavan, S. B., Kumar, K. R., Nangare, D. D., & Reddy, K. S. (2025). *Grape vine (Vitis vinifera) yield prediction using optimized weighted ensemble machine learning approach*. *Smart Agricultural Technology, 12*, Article 101151. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101151

PROVAM. (s.d.). *PROVAM*. https://provam.com/

Rebelo, J., & Baptista, A. (2024). *Potential market failures in the Portuguese wine industry*. *Ciência e Técnica Vitivinícola, 39*(1), 1–13. https://doi.org/10.1051/ctv/20243901001

Rebelo, J., Gonçalves, T., Lourenço-Gomes, L., & Caldas, J. (2021). *Wine price determinants: Is there a homogeneous international standard? Wine Economics and Policy, 10*, 33–55. https://doi.org/10.36253/wep-10084

Rodríguez, M. A., Cuenca, L., & Ortiz, A. (2019). *Big data transformation in agriculture: From precision agriculture towards smart farming*. In *Working Conference on Virtual Enterprises (PRO-VE 2019)* (pp. 467–474). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28464-0_40

Rodríguez-Méndez, M. L., De Saja, J. A., González-Antón, R., García-Hernández, C., Medina-Plaza, C., García-Cabezón, C., & Martín-Pedrosa, F. (2016). *Electronic noses and tongues in wine industry*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 4*, Article 81. https://doi.org/10.3389/fbioe.2016.00081

Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., & Musa, S. M. (2020). *Big data in agriculture*. *International Journal of Scientific Advances, 1*(1), 44–48. https://doi.org/10.51542/ijscia.v1i1.9

Sanders, N. R. (2014). *Big data driven supply chain management: A framework for implementing analytics and turning information into intelligence*. Pearson Education.

Santarsiero, F., Carlucci, D., & Jarrar, Y. (2023). *Creating value from big data: A knowledge assets-based view*. *Knowledge Management Research & Practice, 21*(4), 714–724. https://doi.org/10.1080/14778238.2021.2015264

Santini, C., Cavicchi, A., & Casini, L. (2013). *Sustainability in the wine industry: Key questions and research trends*. *Agricultural and Food Economics, 1*, Article 9. https://doi.org/10.1186/2193-7532-1-9

Sardone, R., De Leo, S., Longhitano, D., & Henke, R. (2023). *The new CAP and the challenge of sustainability: A synthetic indicator for the Italian wine sector*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 63–80. https://doi.org/10.36253/wep-14540

Savoi, S., Arapitsas, P., Duchêne, É., Nikolantonaki, M., Ontañón, I., Carlin, S., ... & Mattivi, F. (2021). *Grapevine and wine metabolomics-based guidelines for FAIR data and metadata management*. *Metabolites, 11*(11), Article 757. https://doi.org/10.3390/metabo11110757

Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A., Culibrk, D., & Stefanovic, D. (2016). *Deep neural networks based recognition of plant diseases by leaf image classification*. *Computational Intelligence and Neuroscience, 2016*, Article 3289801. https://doi.org/10.1155/2016/3289801;

Sokolov-Mladenovic, S., Milovancevic, M., Mladenovic, I., & Alizamir, M. (2016). *Economic growth forecasting by artificial neural network with extreme learning machine based on trade, import and export parameters*. *Computers in Human Behavior, 65*, 43–45. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.030

Spence, J. C. (2023). *The impact of fees on customer purchasing behavior and beliefs in winery tasting rooms: A scoping review*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 101–113. https://doi.org/10.36253/wep-14535

Urdapilleta, I., Demarchi, S., & Parr, W. V. (2021). *Influence of culture on social representation of wines produced by various methods: Natural, organic and conventional*. *Food Quality and Preference, 87*, Article 104034. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104034

Vecchio, R. (2023). *Does anyone read my papers? The gap between academic consumer research and the real (wine) world*. *Wine Economics and Policy, 12*(1), 19–22. https://doi.org/10.36253/wep-14724

Verhoef, P. C., Kooge, E., & Walk, N. (2016). *Creating value with big data analytics: Making smarter marketing decisions*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315734750

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). *Big data in smart farming: A review*. *Agricultural Systems, 153*, 69–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023

Yang, J., Liu, M., Lu, J., Miao, Y., Hossain, M. A., & Alhamid, M. F. (2018). *Botanical Internet of Things: Toward smart indoor farming by connecting people, plant, data and clouds*. *Mobile Networks and Applications, 23*(2), 188–202. https://doi.org/10.1007/s11036-017-0930-x

Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Gani, A., Mokhtar, S., Ahmed, E., Anuar, N. B., & Vasilakos, A. V. (2016). *Big data: From beginning to future*. *International Journal of Information Management, 36*(6), 1231–1247. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.07.009

Yavas, C. E., Kim, J., & Chen, L. (2024). *Mastering precision in pivotal variables defining wine quality via incremental analysis of baseline accuracy*. *IEEE Access, 12*, 105429–105459. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3431403

Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2017). *A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products*. *Journal of Cleaner Production, 142*(2), 626–641. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.123

Zheng, Y.-Y., Kong, J.-L., Jin, X.-B., Wang, X.-Y., & Zuo, M. (2019). *CropDeep: The crop vision dataset for deep-learning-based classification and detection in precision agriculture*. *Sensors, 19*(5), Article 1058. https://doi.org/10.3390/s19051058

APÊNDICES

Apêndice 1 – Guião de Entrevista

Informações gerais

1. Nome do entrevistado(a)
2. Cargo/função na empresa
3. Tempo de atividade na empresa
4. Formação académica

Grupo 1 – Perguntas Genéricas (Enquadramento e Literacia de Dados)

5. Como descreveria o atual nível de digitalização da vossa adega? A recolha e análise de dados são vistas como um recurso estratégico para o negócio ou apenas para suporte administrativo?
6. Quais são as maiores dificuldades práticas (financeiras, técnicas, falta de tempo ou resistência da equipa) que enfrentam no dia a dia para implementar uma cultura mais baseada em dados?
7. Sente que a introdução de novas tecnologias de informação e análise de dados ajuda a garantir a eficiência do setor ou considera que pode colidir com o caráter tradicional e o "saber-fazer" típico da enologia?

Grupo 2 - Planeamento e Gestão de Fatores de Produção (Upstream)

8. Sendo a atividade agrícola muito dependente do clima, como utilizam a informação ou dados meteorológicos históricos para planear o futuro (ex.: planeamento de novas plantações, seleção de castas ou mitigação de riscos)?
9. No que toca à gestão de solos e fertilização, utilizam algum tipo de registo ou dados técnicos para decidir a quantidade exata de nutrientes a aplicar por parcela, ou baseiam-se mais na experiência prática?

Grupo 3 – Produção e Viticultura de Precisão

10. Utilizam algum tipo de tecnologia ou sensores no terreno para monitorizar o estado da vinha ao longo do ano?
11. Como é feita a estimativa e previsão do rendimento da colheita antes da vindima? Recorrem a ferramentas analíticas/históricas ou a intuição e a observação empírica continuam a ter o papel principal?

Grupo 4 – Transformação e Enologia

12. No âmbito da transformação na adega, a vossa empresa utiliza sistemas digitais ou sensores em tempo real para monitorizar processos críticos, como o controlo de temperaturas e fermentação nas cubas?
13. No momento de realizar o loteamento (*blending*) ou na previsão da qualidade final do vinho, de que forma as análises laboratoriais de dados físico-químicos (pH, acidez, álcool) apoiam a decisão do enólogo?

Grupo 5 – Logística, Colheita e Transporte (Midstream)

14. Durante a colheita e o transporte das uvas para a adega, utilizam algum tipo de planeamento ou controlo de dados para otimizar o tempo de transporte e evitar o stress térmico do bago?
15. No armazenamento e logística de distribuição das garrafas, recorrem a dados (como controlo térmico de armazém ou gestão de frotas) para reduzir desperdícios e garantir que o produto chega intacto ao destino?

Grupo 6 – Distribuição e Internacionalização (Downstream)

16. Que tipo de dados ou indicadores de mercado consideram mais críticos para identificar novas oportunidades de exportação?

17. No caso de vinhos com valorização temporal, de que forma utilizam previsões de mercado para gerir o vosso inventário e stock face às incertezas do preço?

Grupo 7 – Comportamento do Consumidor e Feedback

18. Através de que fontes a vossa adega recolhe informação sobre o perfil e preferências dos vossos consumidores?
19. Quando detetam novas tendências de consumo, como é que esses dados do mercado influenciam as vossas decisões de produção na adega ou na vinha?

Grupo 8 – Conclusão (Perspetivas de Futuro e Melhorias)

20. Olhando para o futuro a médio/longo prazo, que melhorias ou novas ferramentas baseadas em dados gostariam de implementar na vossa cadeia de abastecimento para torná-la mais eficiente?
21. Considera que não investir em ferramentas digitais ou na análise de dados de mercado pode representar um risco para a competitividade futura da adega?
22. Gostaria de acrescentar mais alguma informação ou comentário final que considere relevante sobre o papel dos dados na gestão do setor vinícola?

Apêndice 2 – Termo de Participação e Consentimento

APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar o documento de Consentimento informado livre e esclarecido.

Tema da dissertação:

BIG DATA ANALYTICS E A CADEIA DE ABASTECIMENTO VITIVINÍCOLA

Esta pesquisa está a ser desenvolvida pela mestranda Laura Rodrigues Afonso, sob a orientação do professor José Carlos Martins Rodrigues de Pinho, da Universidade do Minho.

O seu objetivo fundamental é analisar de que forma a utilização da análise de dados apoia a gestão da cadeia de abastecimento e a tomada de decisão em empresas do setor vitivinícola, interpretando os resultados à luz da literatura sobre *Big Data Analytics*.

A confidencialidade e anonimato dos dados serão garantidos.

Os dados recolhidos são para uso exclusivo do presente estudo, não existindo quaisquer interesses financeiros a motivar o mesmo.

A sua participação é voluntária, não existindo nenhuma contrapartida financeira ou de outra natureza, à sua participação. Em qualquer momento, poderá livremente recusar ou interromper a participação no estudo, sem qualquer tipo de penalização por este facto.

Assinatura da Mestranda: _____ **Data:** _____/_____/_____

CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDO DE INVESTIGAÇÃO

Tema da dissertação:

BIG DATA ANALYTICS E A CADEIA DE ABASTECIMENTO VITIVINÍCOLA

Na qualidade de participante no estudo acima referido, declaro que compreendi todos os objetivos da minha participação no mesmo, pelas informações que me foram fornecidas.

Foi garantida a confidencialidade e anonimato dos dados, e a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas. Desta forma, aceito de livre vontade a participação neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação, aceitando também a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome Completo: _____

Assinatura: _____ **Data:** ____ /____ / _____