



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

O Papel da Tecnologia *Blockchain* no Setor Vitivinícola Português:

Uma Análise Comparativa das Perceções entre Produtores e Consumidores

Manuel Paulo Ferreira Fragoso

Católica Porto Business School
2024



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

O Papel da Tecnologia *Blockchain* no Setor Vitivinícola Português:

Uma Análise Comparativa das Perceções entre Produtores e Consumidores

Trabalho Final na modalidade de Dissertação
apresentado à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de mestre em Gestão

por

Manuel Paulo Ferreira Fragoso

sob orientação de
Professora Doutora Maria da Conceição Andrade Silva
sob coorientação de
Professor Doutor Vasco Raul Barrote Rodrigues

Católica Porto Business School
Dezembro 2024

Agradecimentos

À minha mulher e à minha filha, muito agradeço o apoio incondicional e incentivo permanente, essenciais para esta caminhada.

A Isabel e José, um agradecimento especial de quem reconhece que sem eles não teria sido possível chegar aqui.

Agradeço ao Professor Doutor Vasco Raul Barrote Rodrigues pelo apoio e coorientação na realização deste trabalho.

E, agradeço à Professora Doutora Maria da Conceição Andrade Silva por todo o apoio, incentivo, dedicação e orientação assertiva que permitiram a realização deste trabalho.

Resumo

O setor vitivinícola português, alicerçado numa rica tradição secular, encontra-se num momento de potencial transformação através da tecnologia *Blockchain*. Esta investigação explora como esta tecnologia emergente pode modernizar o setor, focando-se particularmente no seu potencial para aumentar a transparência, garantir a autenticidade e aprofundar o envolvimento do consumidor.

Através de uma metodologia quantitativa, que combinou inquéritos a consumidores e produtores com análises estatísticas, o estudo revelou padrões interessantes nas perceções dos diferentes intervenientes do setor. As análises demonstraram um alinhamento notável entre consumidores e produtores nas dimensões de rastreabilidade e autenticidade, sugerindo uma base sólida para a implementação de soluções *Blockchain*.

O estudo identificou diferenças estatisticamente significativas no envolvimento digital entre consumidores e produtores, com os consumidores a demonstrarem níveis consistentemente superiores de envolvimento.

A análise evidenciou ainda padrões distintos baseados em características específicas dos intervenientes.

Esta investigação fornece um contributo significativo para o setor vitivinícola português ao apresentar recomendações práticas e fundamentadas estatisticamente para a suporte de implementação de soluções *Blockchain*.

Palavras-chave: *Blockchain*, Rastreabilidade, Autenticidade, Envolvimento Digital, Confiança na Indústria do Vinho.

Abstract

The Portuguese wine sector, grounded in a rich centuries-old tradition, finds itself at a moment of potential transformation through *Blockchain* technology. This research explores how this emerging technology can modernise the sector, focusing particularly on its potential to enhance transparency, ensure authenticity, and deepen consumer engagement.

Through quantitative methodology, combining consumer and producer surveys with statistical analyses, the study revealed compelling patterns in the perceptions of different sector stakeholders. The analyses demonstrated a remarkable alignment between consumers and producers in the dimensions of traceability and authenticity, suggesting a solid foundation for implementing *Blockchain* solutions.

The study identified statistically significant differences in digital engagement between consumers and producers, with consumers demonstrating consistently higher levels of engagement. Furthermore, the analysis revealed distinct patterns based on specific stakeholder characteristics.

This research provides a significant contribution to the Portuguese wine sector by presenting statistically-grounded, practical recommendations for supporting the implementation of *Blockchain* solutions.

Keywords: *Blockchain*, Traceability, Authenticity, Digital Engagement, Wine Industry Trust

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
1. Introdução	15
2. Transformação Digital	20
3. A Tecnologia Blockchain	25
3.1 Fundamentos da Tecnologia Blockchain	25
3.2 Aplicação da Blockchain na Indústria do Vinho	28
3.3 Implementação da Blockchain na Indústria do Vinho	29
3.3.1 Processo	29
3.3.2 Benefícios	31
3.3.3 Obstáculos	33
4. Metodologia	34
4.1 Análise de Dados	36
4.1.1 Análise Descritiva	36
4.1.2 Pré-Processamento de Dados	41
4.1.3 Análise de Construtos	44
4.1.4 Resposta às Questões de Investigação	48
4.1.5 Análise dos Determinantes das Perceções	52
4.1.5.1 Análise dos Determinantes dos Consumidores	53
4.1.5.2 Análise dos Determinantes dos Produtores	59
5. Conclusão	67
Bibliografia	70
Anexos	76

Índice de Figuras

Figura 1: Produção mundial de vinho, e repartição por região vitivinícola de Portugal, em 2023/2024	16
Figura 2: Evolução da produção total de vinho em Portugal (1000 hectolitros) 16	
Figura 3: Exportações de vinho produzido em Portugal (em milhares de euros)	17
Figura 4: Representação visual da transformação digital em contexto vitivinícola [Imagem do autor].....	21
Figura 5: Representação visual da Blockchain [imagem do autor]	26
Figura 6: Distribuição etária, e por género, dos consumidores	38
Figura 7: Distribuição de trabalhadores, por produtor.....	39
Figura 8: Produção de vinho em Portugal representado na amostra	39
Figura 9: Percentagem de vendas efetuadas por intermediários versus diretas 40	
Figura 10: Distribuição do construto rastreabilidade para consumidores e produtores	48
Figura 11: Distribuição do construto autenticidade para consumidores e produtores	49
Figura 12: Distribuição do construto envolvimento para consumidores e produtores	50
Figura 13: Distribuição de construtos dos consumidores por género	53
Figura 14: Distribuição de construtos dos consumidores por faixa etária	55
Figura 15: Distribuição de construtos dos consumidores por frequência de compra.....	56
Figura 16: Distribuição de construtos dos consumidores por nível de conhecimento do setor	57
Figura 17: Distribuição de construtos dos consumidores por predisposição para valorização adicional.....	59
Figura 18: Distribuição de construtos dos produtores por dimensão empresarial	60
Figura 19: Distribuição de construtos dos produtores por orientação de mercado	61
Figura 20: Distribuição de construtos dos produtores por dependência de intermediários	63
Figura 21: Distribuição de construtos dos produtores por maturidade tecnológica	64

Índice de Tabelas

Tabela 1: Resumo das questões do inquérito distribuído aos consumidores/compradores.....	36
Tabela 2: Resumo das questões do inquérito distribuído aos produtores.....	37
Tabela 3: Construtos para consumidores	45
Tabela 4: Construtos para produtores	47

1. Introdução

O mundo atravessa uma profunda transformação digital que não poupa mesmo os setores mais tradicionais. No epicentro desta revolução encontramos tecnologias avançadas como a Inteligência Artificial (Vazquez Melendez et al., 2024), o *Big Data* (Yavaprabhas et al., 2023), os Sistemas de Informação Geográfica (Silvestri et al., 2023), a Internet das Coisas (Singh et al., 2023) e a *Blockchain* (Difrancesco et al., 2023), que estão a redefinir não apenas os processos operacionais, mas também a própria forma como as empresas tomam decisões estratégicas.

Existem preocupações diversas, que vão tendo resposta ao mais alto nível. Por exemplo, a União Europeia (UE), com preocupações de nível ambiental, tenciona implementar a partir de 2024 o Passaporte Digital de Produto (DPP)¹, projeto que exige que alguns produtos, comercializados na EU, forneçam informação digital detalhada sobre todo o seu ciclo de vida, com rastreabilidade desde a origem até ao fim de vida, visando aumentar a transparência nas cadeias de valor, e dar informação fidedigna sobre os produtos, proporcionando a consumidores e produtores, de forma aberta e transparente, as informações necessárias para fazerem escolhas mais informadas.

Esta transformação digital, sendo transversal a todos os setores, compreende também o setor vitivinícola. Em Portugal o setor vitivinícola, sendo um pilar fundamental da economia e património cultural, encontra-se precisamente nesta encruzilhada entre tradição e inovação. Durante a campanha vitivinícola de 2023/2024, Portugal contribuiu com 3,1% da produção mundial de vinho, representando cerca de 1% do nosso PIB - um crescimento notável de 1% face à

¹ <https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability>

década anterior. Esta produção distribui-se por diversas regiões vitivinícolas do país, cada uma com as suas características únicas e tradições seculares (Figura 1).

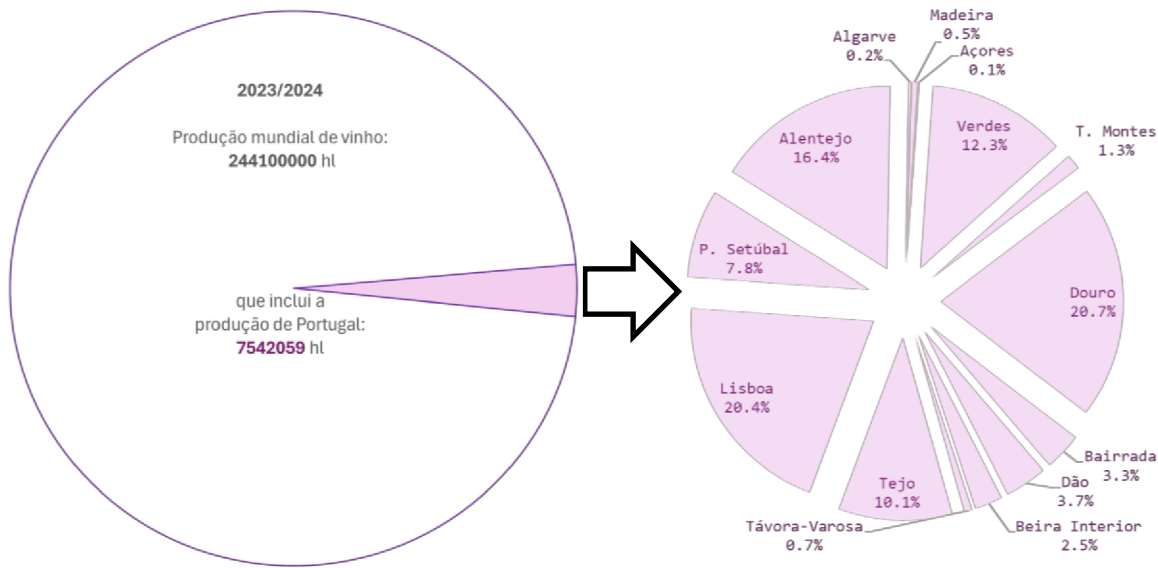


Figura 1: Produção mundial de vinho, e repartição por região vitivinícola de Portugal, em 2023/2024

Ao ser analisada a evolução da produção vinícola nacional, observa-se que, embora a distribuição relativa entre regiões se mantenha relativamente estável, existe uma tendência crescente no volume total produzido (Figura 2).

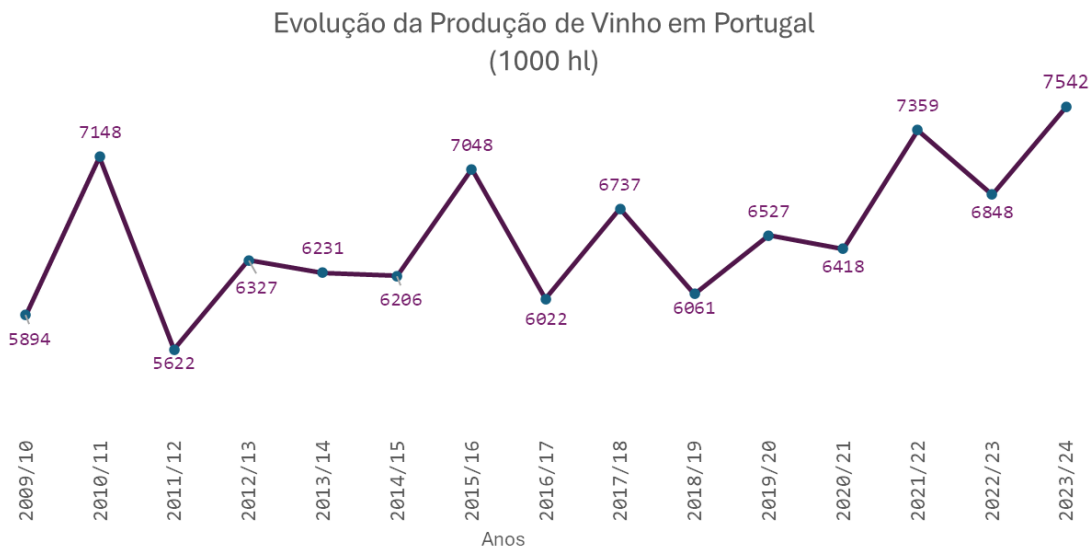


Figura 2: Evolução da produção total de vinho em Portugal (1000 hectolitros)

É de realçar um facto significativo, de 42% da produção de vinho ter como destino a exportação, o que representa mais de 1% do valor total das exportações portuguesas no ano de 2023 (Figura 3).

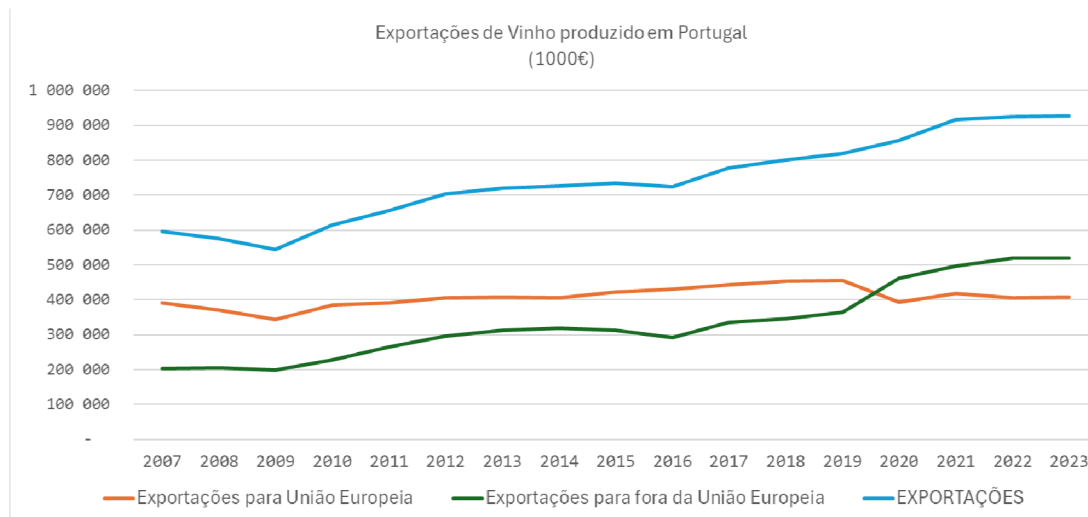


Figura 3: Exportações de vinho produzido em Portugal (em milhares de euros)

Mas apesar disso, o setor enfrenta desafios significativos, estando num mercado global que mostra sinais de abrandamento, tendo o ano de 2023 sido o primeiro ano de decréscimo mundial de consumo. Questões como, a rastreabilidade dos produtos, a garantia de autenticidade e a manutenção da confiança dos consumidores tornam-se ainda mais importantes para a competitividade das empresas vitivinícolas.

É aqui que as tecnologias digitais, mais recentes, podem ajudar a fazer a diferença. Por exemplo, a *Blockchain* inicialmente conhecida pelo seu papel de suporte tecnológico nas criptomoedas (Cardoso et al., 2023), tem um sistema de registo seguro e inalterável que garante a transparência e rastreabilidade tão necessárias nesta indústria. E, integrada com dispositivos IoT, como sensores RFID, permite monitorizar em tempo real a cadeia de valor (Feng et al., 2020), desde a vinha até à garrafa apresentada ao consumidor final, melhorando

bastante a verificabilidade e autenticidade do produto (Silvestri et al., 2023).

Esta transformação digital vai além da *Blockchain*, englobando outras tecnologias como a Inteligência Artificial e análise de *Big Data* (Dressler & Paunovic, 2021). E, não só revolucionam as operações empresariais e melhoram a compreensão do comportamento dos consumidores, como permitem também análises preditivas sobre colheitas e tendências nos mercados, promovendo um modelo de negócio mais sustentável e mais centrado no consumidor.

A implementação da *Blockchain* no setor vitivinícola português tem o potencial de transformar profundamente a relação entre produtores e consumidores. E, ao aumentar a transparência e confiança (Lal et al., 2024), permite que os consumidores tenham acesso ao histórico, muito completo de cada garrafa de vinho, tendo uma adicional garantia da sua autenticidade (Chen et al., 2023). Esta capacidade é ainda mais relevante, numa época em que os consumidores se mostram cada vez mais exigentes, quanto à origem dos produtos que consomem e às garantias de qualidade que procuram.

A transparência proporcionada pela *Blockchain*, permite aos consumidores terem acesso a informações detalhadas sobre todo o processo vitivinícola, desde as castas utilizadas até aos métodos de vinificação e envelhecimento do vinho. Este nível de detalhe permite combater questões como a fraude e falsificação (Heussner et al., 2023), e também aumenta significativamente a experiência do consumidor, permitindo ter decisões de compra mais informadas.

Para os produtores, a *Blockchain* é uma ferramenta importante na proteção da integridade das marcas e no controlo de qualidade, fornecendo simultaneamente informações valiosas sobre o percurso dos seus produtos (Enescu et al., 2024). Permite-lhes não só garantir a autenticidade dos seus vinhos, como também estabelecer uma ligação mais próxima e transparente com os seus clientes.

O presente trabalho nasce desta convergência entre a tradição e a inovação, procurando explorar o potencial da *Blockchain* no fortalecimento da confiança,

transparência e envolvimento dos consumidores no setor vitivinícola português. Através da análise de dados recolhidos junto de produtores e consumidores/compradores, pretendeu-se estabelecer um referencial para a inovação digital no setor, contribuindo para renovar a dinâmica entre os intervenientes da indústria do vinho nacional.

Atendendo às práticas atuais, às necessidades do setor, e à tecnologia emergente da *Blockchain*, definiram-se três questões de investigação:

- 1) *Como se estruturam e comparam as perceções dos consumidores e produtores portugueses relativamente à transparência e rastreabilidade na cadeia de valor da indústria do vinho portuguesa?*
- 2) *Quais as diferenças na perceção de autenticidade e confiança entre consumidores e produtores na indústria vitivinícola portuguesa?*
- 3) *Como difere o envolvimento digital entre consumidores e produtores no contexto vitivinícola português, e quais as suas implicações para a implementação de soluções Blockchain?*

Neste seguimento, organizou-se este trabalho em cinco capítulos. No presente capítulo introdutório, contextualiza-se o tema, definem-se os objetivos da investigação e apresenta-se a estrutura do trabalho. O segundo capítulo debruça-se sobre a transformação digital na indústria do vinho, explorando as tecnologias emergentes e o seu impacto no setor. No terceiro capítulo, aprofunda-se a tecnologia *Blockchain*, os seus princípios fundamentais e aplicação prática com possível implementação na indústria vitivinícola. O quarto capítulo apresenta a análise estatística, terminando o quinto capítulo com as principais conclusões, implicações práticas e sugestões para investigações futuras.

Esta estrutura permite construir um entendimento da temática, partindo dos conceitos fundamentais até às aplicações práticas e implicações futuras, tendo o foco na realidade específica do setor vitivinícola português.

2. Transformação Digital

A transformação digital, surge como um pilar importante de inovação e competitividade empresarial no início do século XXI, representando muito mais do que uma simples adoção de novas tecnologias. Está-se perante uma profunda transformação na forma como as organizações operam, criam valor e se relacionam com os clientes, respondendo a um mercado cada vez mais exigente em termos de transparência, sustentabilidade e personalização (Cardoso et al., 2023; Kshetri, 2023).

A transformação digital, poderá ser entendida como um processo abrangente e multifacetado que interliga tecnologias e sistemas de informação, para potenciar as capacidades das organizações de forma significativa (Vial, 2019). No entanto, o sucesso desta transformação assenta em mudanças culturais profundas, em que as organizações necessitam desenvolver uma mentalidade aberta, à experimentação e aprendizagem contínua, entendendo que o caminho para a inovação, frequentemente passa pela capacidade de aprender com os insucessos (Bastard & Chaillet, 2023; Dressler & Paunovic, 2021).

Dentro desta que também se pode apelidar de revolução digital, encontramos três grandes famílias tecnológicas que trabalham em conjunto: as tecnologias de recolha de dados, as tecnologias de análise e as tecnologias de registo e validação. Na primeira família, destaca-se a Internet das Coisas (IoT), uma rede complexa e interligada de dispositivos e sensores, que revoluciona a forma como recolhemos e transmitimos informação. Esta infraestrutura tecnológica assenta em temas como: a identificação por radiofrequência (RFID), a comunicação de campo próximo (NFC), uma grande variedade de sensores especializados e no Bluetooth de baixo consumo energético (BLE) (Abdullah et al., 2020; Karthiga et al., 2023).

A tecnologia RFID, através da sua capacidade de utilizar ondas de rádio para identificar e rastrear objetos, transformou significativamente a logística e a gestão de cadeias de abastecimento. Um sistema de leitores e etiquetas RFID, permite monitorizar os produtos em tempo real, otimizando a gestão de existências (Khor et al., 2023; Munoz-Ausecha et al., 2023). Paralelamente, a tecnologia NFC revolucionou as interações de proximidade, tornando-se indispensável em sistemas de pagamento e autenticação, graças à sua capacidade de estabelecer comunicações seguras entre dispositivos que estão próximos (Sadawi et al., 2021).

O Bluetooth BLE representa outro avanço tecnológico importante, destacando-se ainda pela sua eficiência energética. Isto torna-o ideal para dispositivos que necessitam de funcionar autonomamente durante longos períodos, como as redes de sensores em ambientes agrícolas e industriais, onde a manutenção frequente seria impraticável ou demasiado dispendiosa (Dressler & Paunovic, 2021; Taherdoost & Madanchian, 2023).



Figura 4: Representação visual da transformação digital em contexto vitivinícola [Imagem do autor]

No contexto específico da agricultura, testemunhamos uma verdadeira revolução através da implementação de sensores IoT. Estes dispositivos inteligentes funcionam como vigilantes incansáveis, monitorizando continuamente parâmetros cruciais, como temperatura, humidade do solo, condições atmosféricas e níveis de nutrientes. Quando integrados numa rede que combina tecnologias RFID ou Bluetooth BLE, criam um ecossistema digital que permite aos produtores tomarem decisões precisas e em tempo real sobre irrigação, fertilização e outros tratamentos essenciais (Akella et al., 2023).

No universo da análise de dados, a Inteligência Artificial (IA) e o *Big Data* atuam como duas forças complementares e indissociáveis na revolução digital. A IA, através dos seus sofisticados algoritmos, possui a capacidade notável de processar e analisar volumes imensos de dados, descobrindo padrões e tendências que escapariam ao olho humano. Imaginemos, por exemplo, o seu papel na agricultura moderna: sistemas de IA analisam imagens captadas por drones equipados com sensores especializados, identificando com precisão áreas que necessitam de intervenção específica, seja para irrigação, controlo de pragas ou aplicação de tratamentos específicos (Dressler & Paunovic, 2021).

O *Big Data*, por seu turno, fornece a infraestrutura vital que sustenta esta análise avançada. Mais do que um simples sistema de armazenamento, representa um ecossistema completo que inclui ferramentas sofisticadas para análise e visualização de dados. Na gestão de cadeias de abastecimento, por exemplo, a sinergia entre IA e *Big Data* permite antecipar possíveis interrupções, otimizar rotas de distribuição e aperfeiçoar a gestão de existências, conduzindo a operações não só mais eficientes como também mais sustentáveis.

A terceira peça desta imensidão tecnológica é a *Blockchain*, que emerge como uma solução revolucionária para o registo e validação segura de informações. Esta tecnologia revela-se particularmente valiosa em setores como o vitivinícola, onde a autenticidade e rastreabilidade são fundamentais. Ao criar um registo

inalterável e verificável de todas as transações e movimentações, a *Blockchain* permite que tanto produtores como consumidores tenham acesso a um histórico completo e fidedigno de cada produto (Bosona & Gebresenbet, 2023; Kshetri, 2023).

A convergência destas tecnologias está a transformar profundamente o setor vitivinícola. Imaginemos uma vinha moderna onde sensores IoT monitorizam constantemente as condições de cultivo e o processo de vinificação, enquanto sistemas de IA analisam estes dados em tempo real para otimizar cada aspeto da produção. A *Blockchain*, por sua vez, assegura que cada garrafa chega ao consumidor com um cadastro digital completo e verificável da sua jornada, desde a vinha até à prateleira (Malisic et al., 2023; Ruggeri et al., 2023).

Esta revolução digital vai além dos aspetos técnicos, redefinindo fundamentalmente a relação entre empresas e consumidores. As plataformas digitais criam oportunidades sem precedentes para uma comunicação mais direta e personalizada, permitindo que as empresas vinícolas construam verdadeiras comunidades em torno das suas marcas. Através da análise sofisticada de dados sobre padrões de consumo e preferências, as empresas podem adaptar as suas ofertas com precisão cirúrgica às expectativas do mercado (Dressler & Paunovic, 2021; S. Wang et al., 2024).

Resumindo, a transformação digital representa uma mudança paradigmática na forma como as empresas operam, e se relacionam com todos os intervenientes. A integração inteligente de tecnologias - desde sensores IoT e sistemas de comunicação avançados, passando pela IA e *Big Data*, até à *Blockchain* - permite às organizações melhorarem a sua eficiência operacional, e também garantir níveis mais elevados de transparência nos seus processos, estabelecendo relações mais acentuadas com os seus clientes (Cardoso et al., 2023; Tyagi, 2023).

Para o setor vitivinícola português, em particular, esta transformação abre horizontes que se consideraram extraordinários: a oportunidade de melhorar a

qualidade dos produtos, garantir a sua autenticidade e fortalecer a confiança dos consumidores, através de transparência e rastreabilidade total em toda a cadeia de valor. Esta evolução não é apenas uma modernização tecnológica, sendo também uma verdadeira reinvenção da forma como produzimos, comercializamos e apreciamos o vinho no século XXI.

3. A Tecnologia *Blockchain*

3.1 Fundamentos da Tecnologia *Blockchain*

A tecnologia *Blockchain*, embora pareça complexa à primeira vista, pode ser compreendida através de uma analogia simples com um livro de registros tradicional. A sua origem remonta a 1991, quando Stuart Haber e W. Scott Stornetta criaram um sistema inovador para registrar documentos de forma inalterável. No entanto, foi em 2008 que esta tecnologia ganhou notoriedade ao servir de base para a primeira criptomoeda, o Bitcoin (Devi & Sharma, 2022).

Para compreender a *Blockchain*, é interessante recuar a 1494, quando Luca Pacioli introduziu o conceito de contabilidade por partidas dobradas. Este método revolucionário estabeleceu a base dos livros de contabilidade modernos, que essencialmente registam todas transações económicas e financeiras de uma organização. A *Blockchain* pode ser vista como uma evolução digital deste conceito, oferecendo um livro de registros partilhado e distribuído que documenta as transações de forma segura e transparente (Bradley, 2019).

O que torna a *Blockchain* verdadeiramente inovadora é a forma como gera confiança entre os participantes sem necessidade de uma autoridade central. Esta confiança é construída através de três pilares fundamentais (Kshetri, 2023; Y. Wang et al., 2019):

Consenso: todas as transações são validadas e acordadas pelos participantes da rede;

Proveniência: é possível rastrear o histórico completo de cada ativo;

Imutabilidade: uma vez registada, nenhuma informação pode ser alterada ou apagada.

A estrutura da *Blockchain* assemelha-se a uma cadeia de blocos digitais (ver Figura 5), onde cada bloco contém informações específicas: um identificador único (*hash* criptográfico), uma ligação ao bloco anterior, um registo temporal e os dados das transações (Rajasekaran et al., 2022). Esta estrutura é mantida por uma rede de computadores, chamados "nós", que trabalham em conjunto para validar e registar todas as transações (Islam, 2023).



Figura 5: Representação visual da *Blockchain* [imagem do autor]

Uma característica interessante da *Blockchain*, é o mecanismo de consenso, sendo o mais conhecido o *Proof of Work* (PoW). Este sistema, utilizado também na criptomoeda Bitcoin, funciona como um complexo puzzle matemático, que os computadores na rede têm resolver para se adicionarem novos blocos (Bradley, 2019). Uma alternativa, mais recente e mais eficiente em termos energéticos é o *Proof of Stake* (PoS). Neste mecanismo, os participantes utilizam tokens - unidades digitais que representam ativos ou direitos numa rede *Blockchain* específica. A

capacidade de validar transações depende da quantidade de tokens nativos da rede, que cada participante possui e está disposto a bloquear como garantia.

A tecnologia *Blockchain* destaca-se por várias características importantes:

Descentralização: não existe uma autoridade central controladora;

Transparência: todas as transações são visíveis, mantendo simultaneamente a privacidade dos participantes;

Imutabilidade: os registos não podem ser alterados após confirmados;

Distribuição: cada participante mantém uma cópia completa dos registos;

Irreversibilidade: as transações, uma vez confirmadas, não podem ser desfeitas.

Existem dois tipos principais de *Blockchain*: a pública, como a utilizada para suporte do Bitcoin, onde qualquer pessoa pode participar, e a privada, como a Hyperledger Fabric, que requer autorização prévia para acesso. Esta versatilidade permite que a tecnologia seja adaptada para diferentes necessidades empresariais.

As aplicações da *Blockchain* vão bastante além do suporte às criptomoedas. Esta tecnologia está a ser utilizada em contratos inteligentes, gestão de identidades digitais, sistemas de votação, tokenização de ativos e, especialmente, na rastreabilidade de produtos nas cadeias de abastecimento (Difrancesco et al., 2023; Kshetri, 2023; Wu et al., 2023). E, terá ainda um papel fundamental na *Web 3.0*, uma internet mais descentralizada onde os utilizadores terão maior controlo sobre os seus dados.

Existem no entanto desafios a superar, como sejam as questões de escalabilidade, o elevado consumo energético em alguns sistemas, falta de regulamentação e significativos custos de implementação. Mas, apesar destes obstáculos, a tecnologia *Blockchain* continua a evoluir, oferecendo soluções inovadoras para diversas áreas e setores (Lal et al., 2024). A investigação contínua

e a colaboração entre diferentes intervenientes, prometem expandir ainda mais as suas aplicações e benefícios (Kshetri, 2023).

Esta relativamente recente tecnologia, apresenta uma mudança de fundo na forma como interagimos e verificamos informações digitais, indiciando um futuro com transações mais seguras, transparentes e eficientes.

3.2 Aplicação da *Blockchain* na Indústria do Vinho

A integração da tecnologia *Blockchain* na indústria vitivinícola, é uma oportunidade para transformar a forma como os vinhos são rastreados, autenticados e comercializados. Mas, a investigação realizada revela um cenário interessante: apesar do potencial teórico, a implementação prática desta tecnologia ainda se encontra numa fase muito inicial.

Na investigação para este trabalho, procurou identificar-se casos concretos de implementação da *Blockchain* no setor vitivinícola. Um exemplo frequentemente citado é o da empresa vitivinícola italiana La Cantina Placido Volpone ², que em 2017 anunciou, em colaboração com a Ernest Young e a EzLAB, ser a primeira a certificar os seus vinhos utilizando *Blockchain*. Contudo, apesar das tentativas de contacto direto com a empresa, não foi possível confirmar o estado atual deste projeto nem obter detalhes sobre o seu funcionamento efetivo.

Não tendo sido possível obter estudos de caso que validassem as questões de investigação, avançou-se com a investigação baseada nas perceções dos interlocutores principais da indústria do vinho.

A indústria vitivinícola utiliza diversos sistemas de rastreabilidade, sendo os códigos QR uma das soluções, relativamente comuns, para fornecer informações

² <https://placidovolpone.it>

aos consumidores. No entanto, a *Blockchain* apresenta características diferenciadoras que a tornam muito promissora para o setor. Kumar et al., 2023 e Sadawi et al., 2021 destacam a capacidade única desta tecnologia em permitir que os consumidores verifiquem, não apenas a origem do vinho, mas também todo o seu percurso ao longo da cadeia de valor.

Ganha especial relevo esta tecnologia, num setor onde a contrafação e as questões de qualidade podem ter impactos significativos. Como salientam Wu et al., 2023 e Biswas et al., 2023, a autenticidade dos produtos vitivinícolas é crucial para manter a confiança dos consumidores e proteger o valor das marcas. A *Blockchain* oferece uma solução para este desafio através da sua natureza descentralizada e imutável.

Uma característica importante, que diferencia a *Blockchain* dos sistemas tradicionais de rastreabilidade é que, uma vez registada, a informação não mais pode ser alterada, nem mesmo por quem a introduziu inicialmente. Contini et al., 2023, Wong et al., 2023 e Yavaprabhas et al., 2023 enfatizam que esta característica garante um nível sem precedentes de integridade e transparência nos dados, criando um registo permanente, pública e livremente verificável, de toda a história do produto.

3.3 Implementação da *Blockchain* na Indústria do Vinho

3.3.1 Processo

Para se compreender como é que a tecnologia *Blockchain* poderá transformar o setor vitivinícola, importa considerar um exemplo de implementação prática num produtor. Ainda que existindo várias redes *Blockchain* disponíveis, a Solana destaca-se como uma opção particularmente interessante para o setor

vitivinícola, por causa da sua elevada escalabilidade e dos seus reduzidos custos operacionais, características fundamentais num setor que necessita registar múltiplas transações, ao longo de toda a cadeia de valor.

O processo de rastreabilidade teria início ainda na vinha, muito antes do engarrafamento. Imagine-se uma rede de sensores inteligentes, ligados à Internet, distribuídos pelas parcelas vinícolas, que monitorizariam continuamente parâmetros cruciais como as propriedades do solo, o desenvolvimento das videiras, os níveis de hidratação e a presença de pragas. Estes dados seriam automaticamente registados na *Blockchain*, criando um histórico pormenorizado e inalterável das condições de cultivo de cada vindima.

No momento da vindima, cada lote de uvas receberia uma identificação única na *Blockchain*, associando-o à sua parcela de origem, casta e data de colheita. Esta informação acompanharia as uvas ao longo de todo o processo de vinificação, onde cada etapa - desde o desengace até ao envelhecimento - seria devidamente documentada e registada. Este processo revelar-se-ia particularmente relevante para vinhos premium ou com denominação de origem e indicações geográficas protegidas, nos quais a proveniência e o método de produção são determinantes para o valor do produto.

Aquando do engarrafamento, cada garrafa seria dotada de uma etiqueta RFID de alta frequência e de um código QR. A etiqueta RFID, seleccionada pela sua capacidade de leitura mesmo sem contacto visual direto, possibilitaria o rastreamento automático da garrafa ao longo da cadeia de distribuição. O código QR, por sua vez, funcionaria como porta de entrada para os consumidores acederem ao histórico completo do vinho através do seu telemóvel.

Durante o percurso na cadeia de distribuição, os leitores RFID, estrategicamente posicionados, registariam automaticamente cada etapa na *Blockchain*. Este sistema permitiria não só rastrear a localização das garrafas em tempo real, como também assegurar que estas são transportadas em condições

adequadas de temperatura e humidade, fatores determinantes para a preservação da qualidade do vinho.

A escolha da rede Solana para esta implementação fundamenta-se em várias razões. Com capacidade para processar até 65.000 transações por segundo e custos de transação extremamente reduzidos (aproximadamente 0.0001 USD³ por transação), oferece o desempenho necessário para os milhares de registos diários que uma operação desta dimensão geraria. O tempo de confirmação, de cerca de 400 milissegundos, possibilita atualizações que são efetuadas praticamente em tempo real, do estado de cada garrafa no sistema.

Para os consumidores finais, a experiência seria simples e intuitiva. Ao digitalizarem o código QR de uma garrafa, com o seu telemóvel, teriam acesso imediato a todo o histórico daquele vinho específico, desde as condições climáticas durante o crescimento das uvas até ao engarrafamento do granel de vinho, e o percurso na cadeia de distribuição.

3.3.2 Benefícios

A implementação da *Blockchain* no setor vitivinícola proporciona benefícios que influenciam toda a cadeia de valor, desde os produtores até aos consumidores finais. Estes benefícios podem ser analisados em três dimensões principais: autenticidade e qualidade, sustentabilidade e transparência, e eficiência operacional.

No âmbito da autenticidade e qualidade, a *Blockchain* aparece como uma ferramenta importante no combate à contrafação, o que é particularmente relevante para vinhos premium e de denominação de origem. O registo, de cada

³ <https://www.coinmetro.com/pt-pt/learning-lab/understanding-solana-a-beginners-guide>

transação, é inalterável e verificável para cada garrafa, desde a vinha até ao consumidor final, permitindo que qualquer interessado confirme a autenticidade do produto com (quase) absoluta certeza. Esta característica, para além de proteger o valor das marcas premium, também reforça a confiança do consumidor no produto que está a adquirir.

Em termos de sustentabilidade e transparência, a tecnologia permite aos produtores documentarem pormenorizadamente as suas operações agrícolas. Por exemplo, o registo permanente de informações sobre a utilização de pesticidas, métodos biológicos e outras práticas ambientais oferece aos consumidores a possibilidade de fazerem escolhas mais conscientes e alinhadas com os seus valores. Esta transparência também permite aos produtores demonstrarem, de forma inequívoca, o seu compromisso para com práticas sustentáveis e de qualidade.

Na perspetiva da eficiência operacional, a *Blockchain* simplifica significativamente os processos de gestão e auditoria. O registo cronológico e permanente de cada etapa de produção e distribuição, torna as auditorias mais eficientes e precisas, reduzindo o tempo e os recursos necessários para verificações de conformidade com os padrões de qualidade e regulamentações. Para os intermediários, como os distribuidores e retalhistas, a tecnologia oferece uma ferramenta eficaz de gestão de existências, enquanto os produtores beneficiam da otimização na gestão da cadeia de abastecimento.

Esta tecnologia cria um ecossistema digital em que todos os participantes, da cadeia de valor, beneficiam de maior transparência, fiabilidade e eficiência. Os consumidores obtêm acesso e informação sem precedentes, à história completa do vinho, enquanto que os produtores protegem o valor das suas marcas, e os intermediários operam com maior eficiência e segurança.

3.3.3 Obstáculos

A implementação da tecnologia *Blockchain* no setor vitivinícola depara-se com obstáculos que têm de ser ponderados. O desafio mais premente está na necessidade da integração coordenada entre todos os intervenientes da cadeia de valor. Que engloba viticultores, produtores, distribuidores, retalhistas e organismos de certificação, apresenta diversidade considerável de práticas e distintos níveis de maturidade tecnológica, tornando a implementação complexa.

A questão do investimento inicial constitui outro obstáculo significativo. Apesar das transações na rede Solana serem economicamente vantajosas, a infraestrutura necessária exige um elevado investimento. Esta infraestrutura inclui sensores IoT, etiquetas RFID, leitores e sistemas de integração, representando encargos financeiros que podem revelar-se inoportunos, especialmente para pequenos produtores em regiões vinícolas tradicionais, onde os recursos financeiros podem ser mais limitados.

A interoperabilidade técnica é igualmente um desafio considerável. A integração de sistemas *Blockchain* com infraestruturas existentes de gestão e rastreabilidade, requer um planeamento meticuloso, podendo apresentar complexidades técnicas elevadas. Paralelamente, é necessário considerar a necessidade de formação dos colaboradores, e a adaptação a novos processos operacionais, que exigem um investimento significativo em tempo e recursos.

Para ultrapassar estes obstáculos, sugere-se uma abordagem faseada, começando com projeto piloto de dimensão mais reduzida. Estes projetos iniciais serviriam para demonstrar o valor efetivo da tecnologia, fomentando a confiança entre os diversos intervenientes. O êxito desta implementação, a longo prazo, dependerá fundamentalmente da capacidade do setor em desenvolver normas comuns, e criar um ecossistema colaborativo que beneficie todos os participantes.

4. Metodologia

Para este trabalho, optou-se por uma abordagem quantitativa por forma a investigar como é os consumidores e produtores da indústria do vinho, perspetivam a aplicação de tecnologias emergentes, como a *Blockchain*, na indústria do vinho em Portugal. Metodologia que se considerou adequada para se captar e analisar as suas perceções, permitindo estabelecer comparações entre eles.

O cerne da investigação focou-se em três dimensões fundamentais, validadas estatisticamente: a valorização da transparência e rastreabilidade na cadeia de valor, a confiança na autenticidade através de verificação tecnológica e o envolvimento digital. Para examinar estas dimensões de forma sistemática, desenvolvemos dois questionários paralelos, cada um adaptado às especificidades dos seus destinatários - produtores e consumidores - mantendo, simultaneamente, uma estrutura que permitisse comparações diretas entre ambos os grupos.

A recolha de dados decorreu entre 27 de junho e 30 de setembro de 2024, através da plataforma *LimeSurvey.net*. Para alcançar os consumidores, divulgámos o questionário através das redes sociais e correio eletrónico. Quanto aos produtores, a abordagem foi mais direcionada, utilizando os contactos de correio eletrónico disponibilizados na base de dados SABI Informa, focando especificamente em empresas portuguesas com código de atividade económica (CAE) relevante para o estudo.

Na elaboração dos questionários, deparou-se com a ausência de estudos prévios sobre a utilização da *Blockchain* na indústria vitivinícola portuguesa. Esta lacuna levou a desenvolver questões que não só refletissem as particularidades do nosso setor vinícola, mas que também permitissem estabelecer paralelos

significativos entre as perspetivas de produtores e consumidores.

Estruturou-se cada questionário em seções distintas, começando com uma caracterização demográfica dos inquiridos. No caso dos produtores, interessava compreender aspetos como a dimensão da empresa, o volume de produção, os anos de atividade e os mercados onde atuam. Para os consumidores, o foco foi em elementos como idade, género, nacionalidade e a sua relação com o consumo de vinho.

O questionário dirigido aos produtores procurou compreender o seu nível atual de adoção tecnológica, particularmente em áreas cruciais como a rastreabilidade, certificação e interação com consumidores. Explorou-se também a sua predisposição para implementar novas tecnologias, nomeadamente a *Blockchain*, e como percecionam o potencial impacto destas no seu negócio.

O questionário dirigido aos consumidores debruçou-se sobre hábitos de compra e critérios de seleção de vinhos. Procurou entender-se a importância que atribuem à rastreabilidade e autenticidade, bem como a sua disponibilidade para utilizar tecnologias de verificação e interagir diretamente com os produtores. Um aspeto particularmente interessante, foi a indagação da sua predisposição para pagar um valor adicional para obter informação e funcionalidades de interação adicionais.

Em ambos os questionários, foram utilizadas escalas de *Likert* para mensurar atitudes e perceções, tendo sido ainda complementadas com questões de escolha múltipla e ordenação de critérios. A versão completa, dos dois questionários, pode ser consultada no anexo I.

4.1 Análise de Dados

4.1.1 Análise descritiva

Antes da análise dos resultados, apresenta-se os instrumentos de recolha de dados utilizados nesta investigação. As tabelas Tabela 1 e Tabela 2, contêm a estrutura resumida das questões colocadas.

Questão	Resumo da Questão	Escala da Resposta
1	Idade	
2	Género	Feminino / Masculino
3	Nacionalidade	
4	Frequência de compra de vinho	Nunca / Ocasionalmente / Regularmente/Frequentemente
5	Nível de conhecimento do vitivinícola	Nenhum / Básico / Enófilo / Enólogo / Sommelier
6	Envolvimento profissional no setor	Nenhum/Produtor/Retailista/Grossista/Distribuidor
7	Importância da informação sobre origem e história do vinho adquirido	1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante
8	Influência, na aquisição do vinho, via tecnologia no rótulo para autenticidade e genuinidade	1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante
9	Importância da verificação via telemóvel da autenticidade	1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante
10	Importância de canal digital direto para com produtor	1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante
11	Probabilidade aumento confiança em marcas que utilizam tecnologia de rastreabilidade	1 = Muito improvável / 5 = Muito provável
12	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Confiança	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados seleção de um vinho: Design Rótulo e Garrafa	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Exclusividade	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Indicação de Outrem	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Publicidade	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Marca	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Preço	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Qualidade	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Região	1 = menos importante / 10 = mais importante
	Critérios aplicados na seleção de um vinho: Outro	1 = menos importante / 10 = mais importante
13	Hábito feedback, sobre vinho, direto aos produtores	1 = Nunca forneço / 5 = Forneço frequentemente
14	Frequência de verificação de informações pré-compra	1 = Nunca / 5 = Regularmente
15	Influência da rastreabilidade na decisão de compra	1 = Muito improvável / 5 = Muito provavelmente
16	Influência da interação digital com produtor, na decisão de compra	1 = Sem influência / 5 = Muita influência
17	Impacto da interação digital na escolha entre produtores	1 = Sem influência / 5 = Muita influência
18	Disposição de acréscimo, para valorização da informação adicional que e garantisse autenticidade	entre 0% e 5% / entre 5% e 10% / entre 10% e 20% / mais de 20%

Tabela 1: Resumo das questões do inquérito distribuído aos consumidores/compradores

tanto a consumidores como a produtores, incluindo as escalas de resposta

utilizadas. Esta organização permite estabelecer paralelos claros entre as percepções dos dois grupos em relação aos temas centrais deste estudo.

Questão	Resumo da Questão	Escala da Resposta
1	Dimensão da empresa (nº trabalhadores)	
2	Volume de produção anual	
3	Anos de atividade	
4	Percentagem de venda por intermediários	Entre 0 e 1
5	Importância do mercado: Portugal	1=sem relevância a 5=muito importante
	Importância do mercado: União Europeia (exceto Portugal)	1=sem relevância a 5=muito importante
	Importância do mercado: Ásia	1=sem relevância a 5=muito importante
	Importância do mercado: América	1=sem relevância a 5=muito importante
	Importância do mercado: Resto do Mundo	1=sem relevância a 5=muito importante
6	Entidades que efetuam a certificação dos produtos vitivinícolas	Escolha de entre 14 entidades certificadoras
7	Existência de Certificação de Sustentabilidade do Setor	0=Não; 1=Em implementação ; 2=Sim
8	Nível atual de implementação de rastreabilidade (interna)	(1 = Não implementado / 5 = Totalmente implementado)
9	Importância atribuída à rastreabilidade na cadeia distribuição	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
10	Relevância da demonstração de autenticidade	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
11	Importância atribuída às certificações regulamentares no reforço da confiança dos consumidores	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
12	Relevância demonstrar aos clientes, a autenticidade do vinho	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
13	Confiança nos métodos utilizados para demonstrar autenticidade	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
14	Nível importância atribuída à transformação digital via IoT	1 = nada importante / 5 = Extremamente Importante
	Nível importância atribuída à transformação digital via IA	1 = nada importante / 5 = Extremamente Importante
	Nível importância atribuída à transformação digital via Blockchain	1 = nada importante / 5 = Extremamente Importante
15	Classificação uso da tecnologia na produção e controlo da qualidade	1=não utilizado; 2=em implementação;3=uso limitado ; 4=uso moderado ; 5=uso extensivo
	Classificação uso da tecnologia nas operações gerais e logística	1=não utilizado; 2=em implementação;3=uso limitado ; 4=uso moderado ; 5=uso extensivo
	Classificação uso da tecnologia em relações com clientes e marketing	1=não utilizado; 2=em implementação;3=uso limitado ; 4=uso moderado ; 5=uso extensivo
16	Impacto do feedback dos consumidores na escolha de portefólio de vinhos	1=nenhum; 2=ligeiramente; 3=moderadamente ; 4=significativamente ; 5=muito significativamente
	Impacto do feedback dos consumidores na modificação de aspetos qualitativos do vinho produzido	1=nenhum; 2=ligeiramente; 3=moderadamente ; 4=significativamente ; 5=muito significativamente
	Impacto do feedback dos consumidores nas decisões de rotulagem e embalagem	1=nenhum; 2=ligeiramente; 3=moderadamente ; 4=significativamente ; 5=muito significativamente
	Impacto do feedback dos consumidores nas decisões de estratégias de marketing	1=nenhum; 2=ligeiramente; 3=moderadamente ; 4=significativamente ; 5=muito significativamente
17	Perceção do impacto da rastreabilidade na eficiência da cadeia distribuição	(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)
18	Probabilidade de adotar tecnologia de IA	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologia de RAV	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologia de IoT	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologia de plataformas de envolvimento com consumidor	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologias de Big Data e análise de dados	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologia de Robótica e Automação	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação
	Probabilidade de adotar tecnologia Blockchain	1=Muito Improvável; 2=Pouco provável; 3=Provavelmente; 4=Muito Provavelmente; 5=Em implementação

Tabela 2: Resumo das questões do inquérito distribuído aos produtores

A análise começa com a descrição dos respondentes aos inquéritos, revelando

um panorama diversificado e aparentemente representativo do setor vitivinícola português. Do lado dos consumidores, tem-se uma amostra que abrange várias gerações, em idades entre os 21 e os 76 anos (ver Figura 6), centrando-se numa média de 49 anos. Este intervalo etário oferece uma perspetiva de como diferentes gerações encaram a transformação digital no setor em análise.

O perfil dos consumidores respondentes apresenta predominância masculina

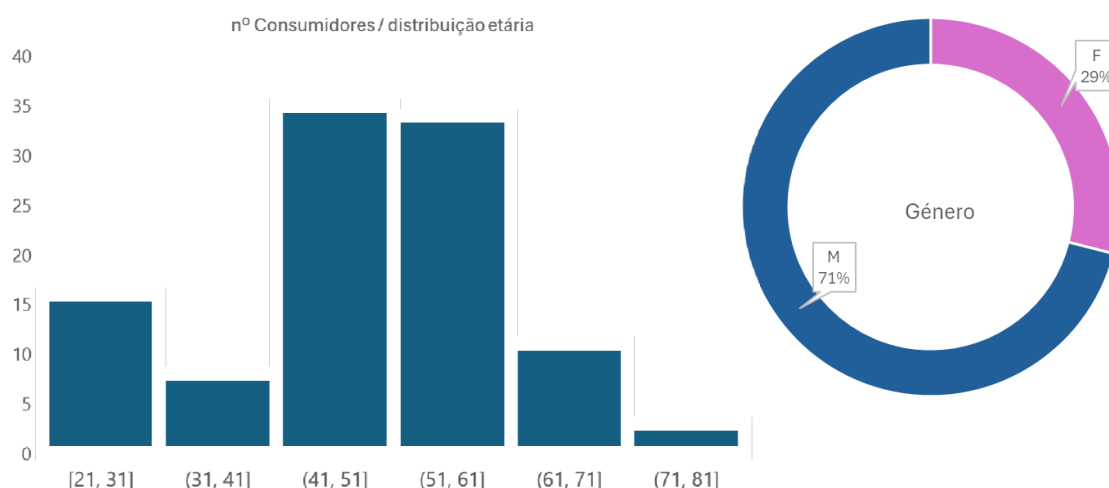


Figura 6: Distribuição etária, e por género, dos consumidores

significativa (71%), sendo a grande maioria (99%) de nacionalidade portuguesa. Este último aspeto, embora sendo uma limitação, oferece uma visão focada no mercado nacional.

O envolvimento destes consumidores com o produto revela que, aproximadamente dois terços compram vinho regular ou frequentemente. No entanto, observa-se que o seu conhecimento sobre o setor se mantém maioritariamente a um nível básico. Esta diferença entre frequência de consumo e nível de conhecimento, sugere um potencial interesse para iniciativas de educação e envolvimento do consumidor.

Do lado dos produtores, o inquérito captou diversidade de organizações vitivinícolas portuguesas. A dimensão das empresas participantes varia consideravelmente (ver Figura 7), desde produtores com apenas um colaborador até uma organização que emprega 180 trabalhadores, sendo a mediana de 5

trabalhadores, salientando a predominância de pequenas empresas no tecido produtivo português.

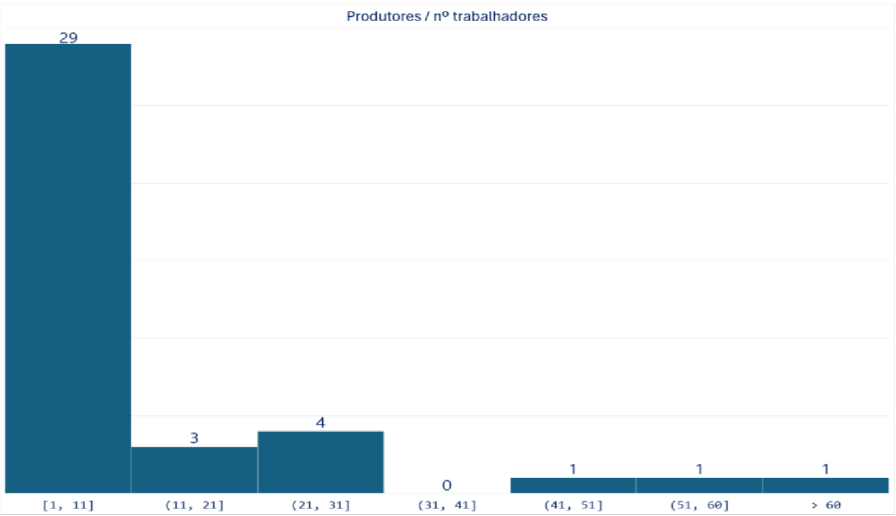


Figura 7: Distribuição de trabalhadores, por produtor

Esta variação também se reflete no volume de produção. Com uma média de 37274 hectolitros e uma mediana de 1000 hectolitros, mas incluindo produtores que atingem os 500000 hectolitros anuais, a amostra representa aproximadamente 19% da produção vitivinícola nacional em 2023/2024 (ver Figura 8), segundo dados do Instituto da Vinha e do Vinho (IVV)⁴.

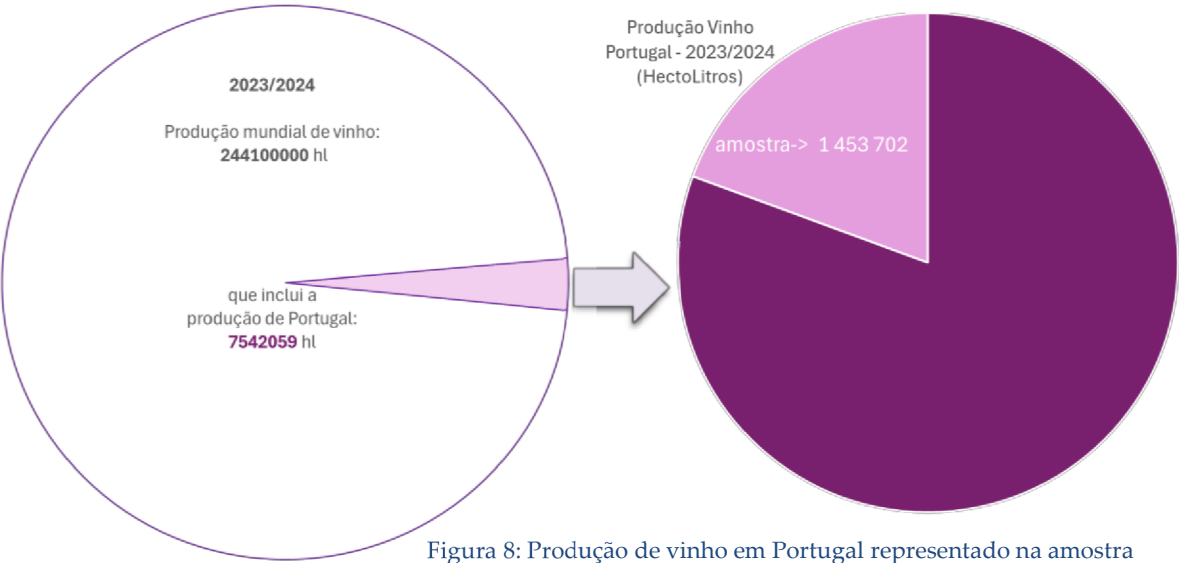


Figura 8: Produção de vinho em Portugal representado na amostra

⁴ <https://www.ivv.gov.pt/np4/10488.html>

Um aspeto interessante emerge na análise do modelo de distribuição: 73% do volume de vendas realiza-se através de intermediários (Figura 9). Este dado revela dois cenários distintos no setor: por um lado, encontramos produtores que canalizam praticamente toda a sua produção através de intermediários; por outro, identificamos um grupo mais reduzido que mantém uma proporção significativa de vendas diretas ao consumidor final.

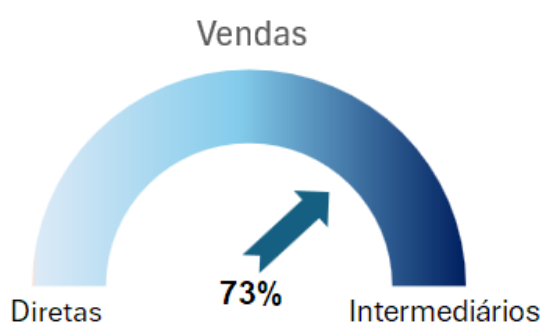


Figura 9: Percentagem de vendas efetuadas por intermediários versus diretas

A análise da orientação de mercado, baseou-se na avaliação da importância relativa que os produtores atribuem aos diferentes mercados. No inquérito, os produtores classificaram, em escala de 1 (sem relevância) a 5 (muito importante), a importância do mercado português e de quatro mercados internacionais: União Europeia (exceto Portugal), Ásia, América e restantes mercados.

Para análise comparativa, estas classificações foram normalizadas para uma escala [0,1]. A orientação de mercado foi determinada através de um índice que compara a importância atribuída ao mercado nacional face aos mercados internacionais. Este índice foi calculado considerando a relação entre a importância dada ao mercado português (MP) e o máximo valor atribuído (MI) a mercados internacionais $[MP/(MP+MI)]$. Onde um resultado abaixo dos 0.50

indica a tendência de maior importância do mercado nacional, e acima dos 0.50 indica que é dada uma maior importância ao mercado internacional.

Os resultados revelaram que 61.5% dos produtores inquiridos (n=24), atribuem uma maior importância relativa ao mercado nacional, enquanto que os restantes (n=15) atribuem maior importância relativa ao mercado internacional. Esta predominância da valorização do mercado nacional, como ilustrado na, sugere que, apesar da crescente internacionalização do setor vitivinícola português, ainda existe uma forte ancoragem no mercado nacional.

Em termos de representatividade geográfica, o estudo abrangeu produtores da maioria das regiões vitivinícolas demarcadas pelo Instituto da Vinha e do Vinho (IVV)⁵, com apenas duas exceções: Trás-os-Montes e Távora-Varosa. Esta ampla cobertura territorial acresce ao estudo uma representatividade importante das diferentes regiões vitivinícolas em Portugal, incluindo tanto regiões com forte vocação exportadora como as que estão mais focadas no mercado interno.

Esta caracterização abrangente das amostras fornece uma boa base para as análises subsequentes sobre rastreabilidade, autenticidade e envolvimento digital no setor vitivinícola português. A diversidade capturada, tanto do lado do consumo como da produção, sugere que as conclusões do estudo poderão indicar *insights* valiosos para compreensão das dinâmicas tecnológicas no setor.

4.1.2 Pré-Processamento de Dados

Na investigação quantitativa, o pré-processamento de dados constitui uma etapa fundamental para assegurar a integridade e fiabilidade das análises estatísticas. Nesta seção, apresentam-se as decisões metodológicas tomadas durante esta fase do estudo, enfatizando a importância das práticas estabelecidas

⁵ <https://www.ivv.gov.pt/np4/regioes>

no tratamento de dados ausentes, na transformação de variáveis e na normalização de escalas.

Uma consideração metodológica importante na construção dos questionários foi a diversificação das perguntas relacionadas com conceitos específicos, evitando assim questionar diretamente sobre determinadas variáveis (Bode & Wagner, 2015). Ao diversificar as questões, reduz-se o risco de enviesamento nas respostas e obtém-se uma compreensão mais abrangente e fidedigna dos fenómenos em estudo.

Esta estratégia metodológica alinha-se com investigações recentes que sublinham a importância de captar diferentes dimensões, particularmente em contextos de transformação digital e adoção de novas tecnologias (O. Wang & Scrimgeour, 2023).

Para manter o rigor metodológico, seguiram-se práticas estabelecidas em investigação quantitativa para garantir a qualidade e consistência dos dados. Em particular, no tratamento de dados ausentes, adotou-se uma abordagem conservadora baseada em técnicas de imputação reconhecidas na literatura. Para variáveis medidas em escala de *Likert*, utilizou-se a imputação pela média, uma técnica reconhecida pela sua capacidade de preservar as características distribucionais dos dados. Este método revela-se particularmente adequado quando se assume que os dados ausentes são aleatórios, permitindo preservar informação valiosa sem distorcer significativamente o conjunto de dados (Misztal, 2019).

Adicionalmente, estabeleceram-se critérios para a validação das respostas, considerando apenas os questionários com preenchimento substancial das questões principais.

Uma transformação significativa envolveu a simplificação de variáveis complexas para captar informação essencial sem perder detalhes relevantes. Esta abordagem metodológica, permitiu reduzir a complexidade dos dados

mantendo a sua essência informativa, possibilitando análises subsequentes de melhor interpretabilidade. Assim, no questionário dos produtores, na análise da importância dos mercados internacionais nas vendas dos produtores, consolidaram-se quatro variáveis distintas (mercados da UE, asiático, americano e outros) num único indicador da medida de internacionalização, utilizando o valor máximo entre elas (OECD et al., 2008).

De forma similar, para captar o nível de transformação digital, (questão 15 do questionário dos produtores no anexo 1) agregaram-se três dimensões num único indicador através da média, facilitando análises comparativas enquanto se preserva a essência da informação original.

Na análise do feedback dos consumidores utilizada pelos produtores (questão 16 do questionário), aplicaram-se também a média como técnica de agregação, consolidando quatro dimensões (portefólio, qualidade, embalagem e marketing) numa única variável. Embora esta abordagem possa ocultar nuances específicas, oferece uma visão mais clara das preferências dos consumidores. Efetuou-se também a agregação das tecnologias emergentes (questão 18 do questionário), através da média, para isolar o seu impacto específico na transformação digital do setor, permitindo uma análise mais focada.

Para a certificação de produtos, simplificou-se uma estrutura complexa de 14 entidades certificadoras numa variável binária (0=sem certificação, 1=com certificação). Esta simplificação, embora reduza a granularidade, facilita análises comparativas mantendo uma distinção clara entre produtores certificados e não certificados.

Um aspeto fundamental do pré-processamento foi a normalização sistemática de todas as escalas para o intervalo [0,1] (South et al., 2022), o que melhora a interpretabilidade e reduz potenciais enviesamentos de escala. Para os critérios de seleção de vinhos pelos consumidores, aplicámos uma normalização relativa,

dividindo cada pontuação pela máxima atribuída pelo respondente, preservando assim as preferências relativas individuais (Rodwell et al., 2014).

Em conclusão, as decisões metodológicas tomadas durante a fase de pré-processamento dos dados foram orientadas por práticas estabelecidas em investigação quantitativa, assegurando a integridade e fiabilidade das análises. Através da implementação de estratégias cuidadosas para o tratamento de dados ausentes, transformação de variáveis e normalização de escalas, procurando-se reforçar a robustez dos resultados e facilitar comparações significativas.

4.1.3 Análise de Construtos

A análise dos dados recolhidos iniciou-se com um processo metodológico para identificar e validar os construtos fundamentais do estudo. Através da análise fatorial exploratória (AFE), emergiram construtos mais definidos, que foram posteriormente validados estatisticamente. Nesta análise foram usadas as variáveis normalizadas no intervalo [0,1], e cada construto foi operacionalizado através da média simples das respostas aos itens que o compõem.

Nas tabelas 3 e 4, encontra-se a estrutura completa dos construtos validados para cada questionário, incluindo a descrição resumida das questões, e as respetivas escalas. Os valores do alfa de Cronbach situaram-se entre 0.70 e 0.90, intervalos considerados aceitáveis para investigação (Streiner, 2003).

Durante este processo, identificaram-se algumas variáveis que, quando incluídas nos construtos principais, reduziam significativamente a sua consistência interna. Estas foram desconsideradas no estudo, ou, se consideradas importantes no estudo, mantiveram-se como variáveis isoladas (V.I.), servindo como indicadores complementares valiosos para a análise.

Na perspetiva dos consumidores, emergiram três construtos principais. O primeiro, 'Valorização da Transparência e Rastreabilidade na Cadeia de Valor',

demonstrou uma boa consistência interna ($\alpha = 0.768$), integrando três componentes essenciais: a importância atribuída à informação sobre origem e história do vinho, a frequência de verificação de informações antes da compra, e o impacto da rastreabilidade nas decisões de compra.

Dimensão	Subdimensão VI	Descrição da Questão	Nº Questão	Escala normalizada
Valorização da Transparência e Rastreabilidade na Cadeia de Valor	Escala [0,1] - Consistência I. (alfa=0.768)	Importância da informação sobre origem e história do vinho	7	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância, com 1=Extremamente importante
		Frequência de verificação de informações pré-compra	14	0 = Nunca verifica >frequência com que verifica, com 1=Regularmente
		Influência da rastreabilidade na decisão de compra	15	0=Muito Improvável, >0 indica probabilidade influência, com 1=Muito provavelmente
Confiança na Autenticidade por Verificação Tecnológica	Escala [0,1] - Consistência I. (alfa=0.838)	Recetividade a tecnologias de autenticação no rótulo	8	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância, com 1=Extremamente importante
		Importância da verificação via telemóvel da autenticidade	9	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância, com 1=Extremamente importante
		Confiança em marcas com rastreabilidade tecnológica	11	0=Muito Improvável, >0 indica probabilidade adoção, com 1=Muito provável
Envolvimento Digital	Escala [0,1] - Consistência Interna (alfa=0.701)	Envolvimento Interativo Digital (alfa = 0.876)		0=Sem influência, >0 indica grau de influência, com 1=Muita influência
			16	0=Sem influência, >0 indica grau de influência, com 1=Muita influência
			17	0=Sem influência, >0 indica grau de influência, com 1=Muita influência
		V.I.		0=Nada Importante, >0 indica nível de importância, com 1=Extremamente importante
		V.I.		0 = Nunca fornece >frequência com que fornece, com 1=Frequentemente
			13	0=não aceita; 0.20=Aceita até 5% 0.40=Aceita [05,10%] 0.60=Aceita [10,20%] 1=Aceita mais [20,100%]
			18	

Tabela 3: Construtos para consumidores

O segundo construto, 'Confiança na Autenticidade por Verificação Tecnológica', revelou-se ainda mais sólido ($\alpha = 0.838$), englobando a recetividade a tecnologias de autenticação no rótulo, a importância da verificação via dispositivo pessoal, e a confiança em marcas com rastreabilidade tecnológica.

O terceiro construto, 'Envolvimento Digital', apresentou uma estrutura mais complexa ($\alpha = 0.701$), com uma subdimensão bastante melhorada - 'Envolvimento Interativo Digital' ($\alpha = 0.876$). Esta subdimensão captura elementos cruciais como a influência da interação digital na decisão de compra, o impacto na escolha entre produtores e a importância do canal digital direto.

Complementarmente, duas variáveis isoladas enriquecem este construto: os hábitos de feedback direto e a disposição para valorização monetária da informação adicional, oferecendo insights valiosos sobre o potencial de adoção da tecnologia *Blockchain*.

Para os produtores (Tabela 4), identificou-se uma estrutura paralela, mas com características distintivas importantes.

O construto 'Rastreabilidade' ($\alpha = 0.81$) engloba quatro variáveis: nível atual de implementação, importância atribuída, relevância do acesso online e percepção do impacto na eficiência. O construto 'Autenticidade' ($\alpha = 0.813$) foca-se na demonstração de autenticidade, importância das certificações regulamentares e confiança nos métodos atuais.

O 'Envolvimento Digital' dos produtores ($\alpha = 0.744$) inclui uma subdimensão de 'Envolvimento Interativo Digital' ($\alpha = 0.863$), abrangendo o nível atual de utilização tecnológica, o impacto do feedback dos consumidores e a predisposição para adoção de tecnologias, incluindo especificamente a *Blockchain*. Uma variável isolada complementar mede a importância atribuída à transformação digital, servindo como indicador da maturidade digital organizacional.

A robustez destes construtos forneceu uma base sólida para análises comparativas mais profundas. Contudo, os testes de normalidade de Shapiro-Wilk revelaram que nenhum dos construtos seguia uma distribuição normal

Dimensão	Subdimensão / V.I.	Resumo da Questão	Nº Questão	Escala
Valorização da Transparência e Rastreabilidade na Cadeia de Valor	Escala [0, 1] - Consistência Interna (alfa=0.810)	Nível atual de implementação de rastreabilidade	8	0=Não implementado, >0 indica nível implementado com 1=implementado
		Importância atribuída à rastreabilidade	9	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante
		Relevância do acesso online à rastreabilidade	12	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante
		Percepção do impacto da rastreabilidade na eficiência	17	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante
Confiança na Autenticidade por Verificação Tecnológica	Escala [0, 1] - Consistência Interna (alfa=0.813)	Relevância da demonstração de autenticidade	10	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante
		Importância das certificações regulamentares	11	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante
		Confiança nos métodos atuais de autenticidade	18	0=Nada Confiante, >0 indica nível de Confiança, com 1=Extremamente Confiante
Envolvimento Digital	Escala [0, 1] - Consistência Interna (alfa=0.744)	Envolvimento Interativo Digital (alfa = 0.863)		
		Nível atual de utilização tecnológica na produção e controlo	15	0=Nenhuma utilização >0 indica nível de utilização, com 1=uso extensivo
		Impacto do feedback dos consumidores na produção	16	0=Nenhum impacto, >0 indica nível de impacto, com 1=Impacto muito significativo
		Predisposição para adoção de tecnologias emergentes	18	0=Muito Improvável, >0 indica probabilidade de adoção com 1=Em Implementação
		Predisposição específica para adoção da blockchain	19	0=Muito Improvável, >0 indica probabilidade de adoção com 1=Em Implementação
	V.I.	Importância atribuída à transformação digital	14	0=Nada Importante, >0 indica nível de importância com 1=Extremamente importante

Tabela 4: Construtos para produtores

($p < 0.05$ em todos os casos, variando entre $p < 0.0001$ e $p = 0.0236$), tanto para consumidores como para produtores. Esta característica dos dados direcionou a escolha metodológica para o teste não paramétrico de Mann-Whitney U, mais apropriado para distribuições não normais.

4.1.4 Resposta às Questões de Investigação

Questão 1: *Como se estruturam e comparam as percepções de consumidores e produtores portugueses relativamente à transparência e rastreabilidade na cadeia de valor da indústria do vinho portuguesa?*

A análise comparativa das percepções sobre rastreabilidade entre consumidores e produtores revela uma convergência interessante nas suas perspetivas. Como evidenciado pelos *boxplots* na Figura 10, que apresentam a distribuição visual dos construtos para ambos os grupos, observa-se uma sobreposição considerável nas distribuições de rastreabilidade.

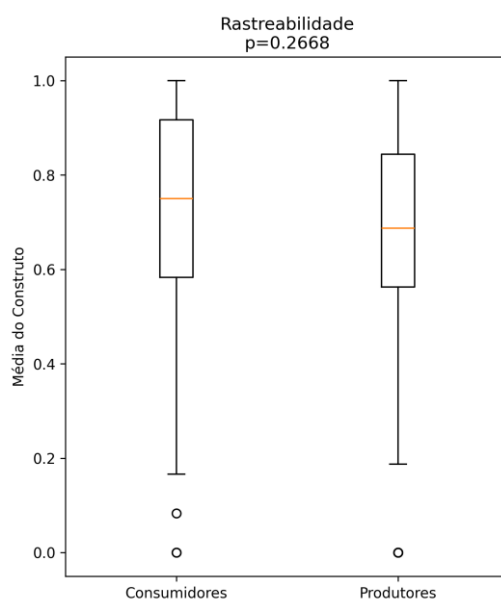


Figura 10: Distribuição do construto rastreabilidade para consumidores e produtores

O teste de Mann-Whitney U não identificou diferenças significativas entre os grupos ($U=2337.0$, $p=0.2668$), com medianas próximas entre consumidores (0.750) e produtores (0.688). Esta convergência sugere que ambos os grupos partilham de uma visão similar sobre a importância da rastreabilidade, proporcionando

uma base sólida para futuras iniciativas tecnológicas no setor.

É importante salientar que esta comparação deve ser interpretada com a devida prudência metodológica, uma vez que os construtos incluem variáveis diferentes e não necessariamente comparáveis de forma direta. Ainda que o conceito subjacente seja semelhante, as especificidades de cada grupo (produtores e consumidores) e as diferentes perspetivas que representam podem influenciar a forma como interpretam e respondem às questões.

Questão 2: Quais as diferenças na percepção de autenticidade e confiança entre consumidores e produtores na indústria vitivinícola portuguesa?

A análise estatística revelou uma tendência marginalmente significativa ($U=1699.0$, $p=0.0838$) com os produtores a valorizarem mais este aspeto, evidenciada por uma mediana superior (0.833), comparada à dos consumidores (0.750) (Figura 11).

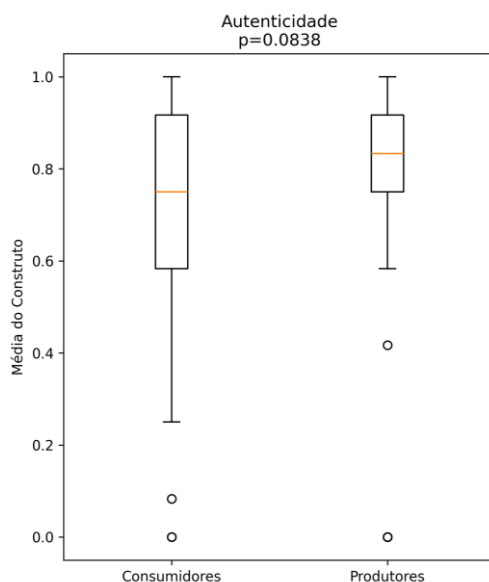


Figura 11: Distribuição do construto autenticidade para consumidores e produtores

Esta diferença sugere que os produtores possuem uma percepção mais

acentuada da importância da autenticidade como fator diferenciador no mercado, possivelmente devido à sua experiência direta com as questões de certificação e autenticação de produtos que derivam de imposições legais.

Questão 3: Como difere o envolvimento digital entre consumidores e produtores no contexto vitivinícola português, e quais as suas implicações para a implementação de soluções Blockchain?

Nesta questão de investigação, analisou-se como difere o envolvimento digital entre consumidores e produtores no contexto vitivinícola português.

A comparação do construto envolvimento digital, entre os dois grupos revelou diferenças estatisticamente significativas (teste Mann-Whitney $U=2802.0$, $p=0.0016$). Um p -value inferior ao nível de significância de 0.05, levou à rejeição da hipótese nula, da não existência de diferenças no envolvimento digital entre os dois grupos. Os consumidores demonstraram um nível de envolvimento digital superior, com uma mediana de 0.49, enquanto os produtores apresentaram uma mediana de 0.40, conforme observado na Figura 12.

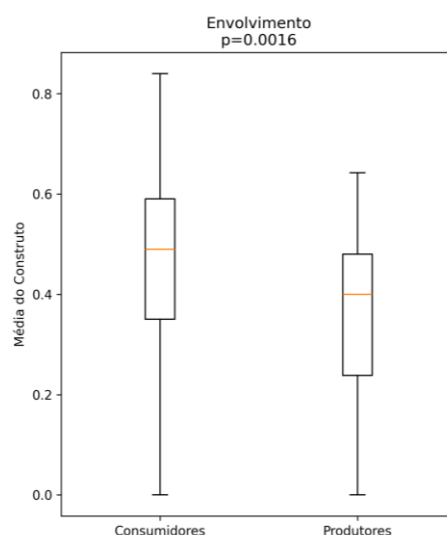


Figura 12: Distribuição do construto envolvimento para consumidores e produtores

Os dados indicam que os consumidores de vinho portugueses demonstram uma tendência para o envolvimento digital, indicando interesse em interagir com informações sobre os produtos e produtores vitivinícolas, através de meios digitais. Esta predisposição sugere a existência de espaço para a implementação de soluções *Blockchain*, que proporcionem transparência e interatividade.

Isto apresenta oportunidades e desafios na implementação de soluções *Blockchain* no setor. Para os produtores, o menor nível de envolvimento digital sugere a necessidade de uma abordagem que inclua:

1. Desenvolvimento de Competências Digitais: O menor envolvimento digital dos produtores indica que uma implementação bem sucedida de soluções *Blockchain*, necessitará formação e desenvolvimento de competências digitais. Esta necessidade é particularmente relevante considerando o maior envolvimento digital por parte dos consumidores.
2. Potencial Resistência à Adoção: O nível mais baixo de envolvimento digital pode indicar uma potencial resistência inicial à adoção de tecnologias mais avançadas como a *Blockchain*, sugerindo uma abordagem gradual na implementação.
3. Oportunidade de Diferenciação: O elevado envolvimento digital dos consumidores representa uma grande oportunidade para os produtores. A disparidade observada entre o envolvimento digital de consumidores e produtores, sugere que existe uma área por explorar por parte dos produtores que adotem soluções digitais mais avançadas.

Este enquadramento sugere que o sucesso da implementação de soluções *Blockchain*, no setor vinícola português, dependerá da capacidade de criar uma ponte entre a predisposição digital dos consumidores e o desenvolvimento digital dos produtores. A tecnologia *Blockchain* pode servir como um catalisador, oferecendo benefícios tangíveis para ambos os grupos, maior transparência e

confiança para os consumidores, e diferenciação competitiva para os produtores.

Resumo:

Estas análises sugerem implicações para a implementação da tecnologia *Blockchain* no setor vitivinícola português, que podem ser estruturadas em:

1. Base Convergente de Rastreabilidade: Alinhamento nas percepções sobre rastreabilidade, entre consumidores e produtores, constituindo fundamento promissor para a implementação de *Blockchain*. Esta convergência sugere que iniciativas focadas na transparência da cadeia de valor irão encontrar receptividade em ambos os grupos.
2. Potencial da Autenticidade Digital: A maior valorização da autenticidade por parte dos produtores, combinada com o interesse demonstrado pelos consumidores, sugere uma área interessante para soluções de certificação digital. A *Blockchain*, com suas características de imutabilidade e verificabilidade, apresenta-se adequada para responder a estas necessidades.
3. Necessidade de Estratificação na Implementação: A diferença observada nas percepções e no envolvimento digital aponta para a necessidade de uma abordagem estratificada na implementação de soluções *Blockchain*.

4.1.5 Análise dos Determinantes das Percepções

A implementação da *Blockchain* no setor vitivinícola requer análise mais aprofundada, dos fatores que podem influenciar a sua adoção. Esta análise adicional, explora os determinantes que podem afetar as percepções analisadas, tanto nos consumidores como nos produtores.

4.1.5.1 Análise dos Determinantes dos Consumidores

Influência do gênero nas percepções

A análise da influência do gênero nas percepções dos consumidores indica um padrão de uniformidade nas avaliações. O estudo, que incluiu 107 participantes (76 homens e 31 mulheres), examinou potenciais diferenças nos três construtos: rastreabilidade, autenticidade e envolvimento digital.

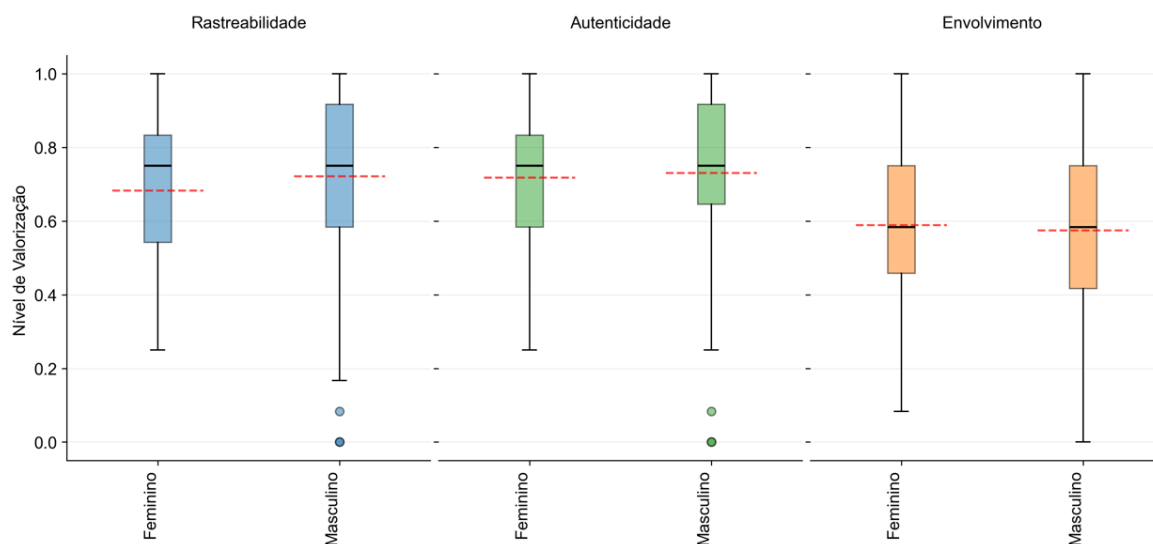


Figura 13: Distribuição de construtos dos consumidores por gênero

No construto rastreabilidade, a análise revelou concordância entre gêneros. O teste Mann-Whitney U ($U=1025.0$, $p=0.2909$) não indicou diferenças estatisticamente significativas, apresentando os grupos uma mediana idêntica de (0.75). E embora existam algumas variações ténues nos intervalos interquartis, estas não são pronunciadas de forma suficiente para sugerir uma diferença nas percepções.

Conforme se visualiza na Figura 13, esta simetria entre os gêneros estende-se também aos restantes construtos. Na autenticidade ($U=1094.0$, $p=0.5628$),

manteve-se o padrão de similitude, com medianas idênticas de 0.75 para ambos os grupos. O envolvimento digital reforça esta convergência ($U=1171.0$, $p=0.9641$), com medianas de 0.583 para ambos os grupos, sugerindo uma uniformidade assinalável nas percepções independentemente do género.

Estes resultados indicam implicações no desenvolvimento de estratégias de implementação de *Blockchain*, sugerindo que abordagens diferenciadas por género não seriam necessárias, pois tanto homens como mulheres demonstram percepções semelhantes em relação à tecnologia e suas aplicações.

Influência da faixa etária nas percepções

A análise do impacto da idade nas percepções envolveu três grupos etários que se definiu (20 a 40 anos: $n=23$; 41 a 60 anos: $n=69$; mais de 60 anos: $n=15$), revelando padrões na forma como diferentes gerações podem encarar as vantagens da tecnologia no setor vitivinícola.

Na dimensão da rastreabilidade, o teste efetuado Kruskal-Wallis ($H=2.773$, $p=0.2498$) não identificou diferenças significativas entre grupos etários. No entanto, observa-se uma tendência crescente nas medianas em idades superiores, sugerindo uma valorização ligeiramente superior da rastreabilidade pelos consumidores menos jovens.

A autenticidade seguiu padrão similar, sem diferenças estatisticamente significativas entre grupos etários ($H=1.703$, $p=0.4269$) (Figura 14). As medianas observadas (0.833; 0.750; 0.917) sugerem consistência na valorização da autenticidade nas diferentes gerações. O envolvimento digital, embora mostre uma ligeira tendência decrescente com a idade (medianas de 0.667, 0.583 e 0.583), também não apresentou diferença estatística significativa ($H=1.149$, $p=0.5635$).

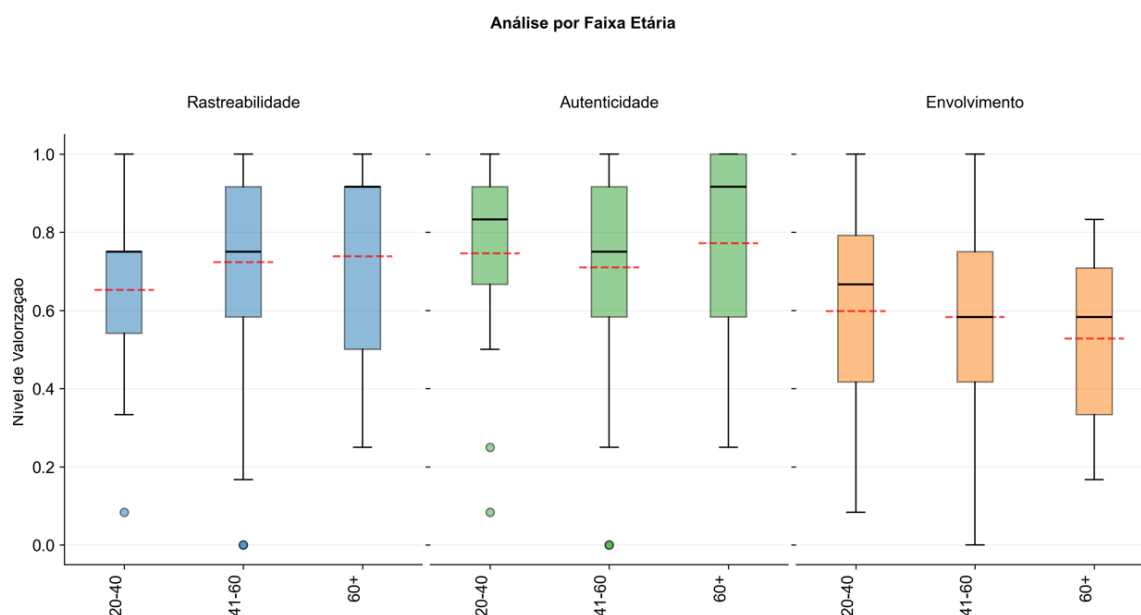


Figura 14: Distribuição de construtos dos consumidores por faixa etária

Estes resultados sugerem que, a idade não constitui uma barreira significativa para a adoção de tecnologia *Blockchain* no setor vitivinícola, indicando que as soluções tecnológicas podem ser implementadas de forma transversal a estas faixas etárias.

Influência da frequência de compra nas percepções

A análise da frequência de compra de vinho revelou-se uma amostra distribuída entre não compradores ($n=5$), compradores ocasionais ($n=32$), regulares ($n=26$) e frequentes ($n=44$).

Na dimensão da rastreabilidade, encontraram-se diferenças estatisticamente significativas ($H=8.06$, $p=0.0449$) entre os grupos. Observando-se um padrão crescente nas medianas, desde os não compradores (0.50) até aos compradores frequentes (0.75), sugerindo que, conforme era expectável, um maior envolvimento com os produtos estará associado a uma maior valorização da rastreabilidade.

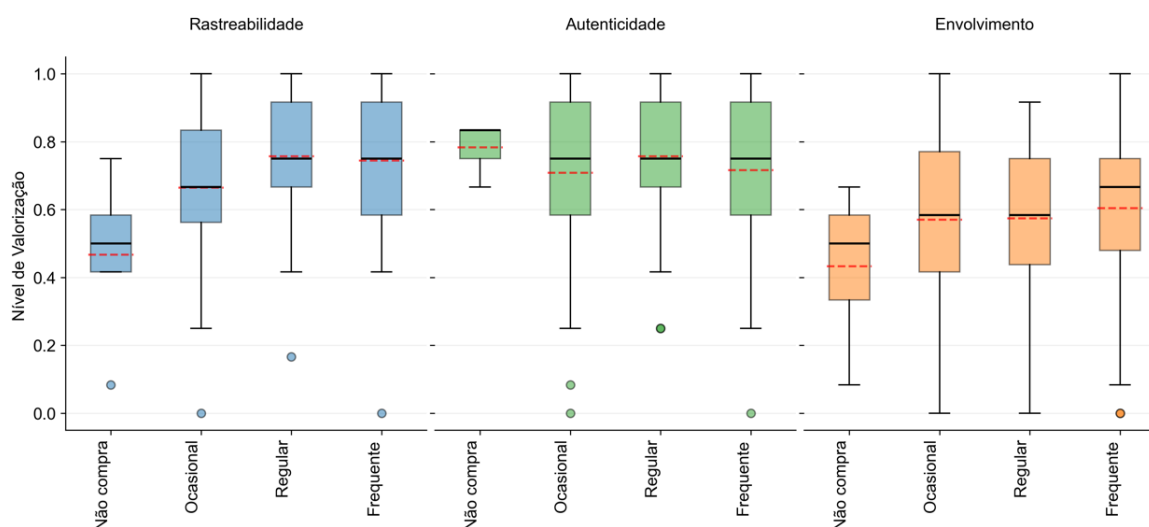


Figura 15: Distribuição de construtos dos consumidores por frequência de compra

Na dimensão da autenticidade não se observaram diferenças estatisticamente significativas ($H=0.646$, $p=0.8859$) (Figura 15), com medianas estáveis entre grupos. Um padrão que se manteve para o envolvimento digital ($H=2.712$, $p=0.4385$), embora se denote uma pequena tendência, crescente, nas medianas com o aumento da frequência de compra.

Estes resultados são importantes para a implementação de soluções *Blockchain*, sugerindo que os consumidores mais frequentes, poderão constituir um segmento inicial na adoção desta tecnologia, especialmente em funcionalidades tecnológicas relacionadas com a rastreabilidade do produto.

Influência do nível de conhecimento do setor nas percepções

O nível de conhecimento do setor vitivinícola indicou um determinante importante nas percepções dos consumidores, estando a amostra distribuída entre conhecimento básico ($n=63$), enófilos ($n=30$), enólogos ($n=3$), sem conhecimento ($n=3$) e sommeliers ($n=8$) (Figura 16).

Na dimensão da rastreabilidade, a análise inicial através do teste Kruskal-

Wallis evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de conhecimento ($H=13.788$, $p=0.0080$).

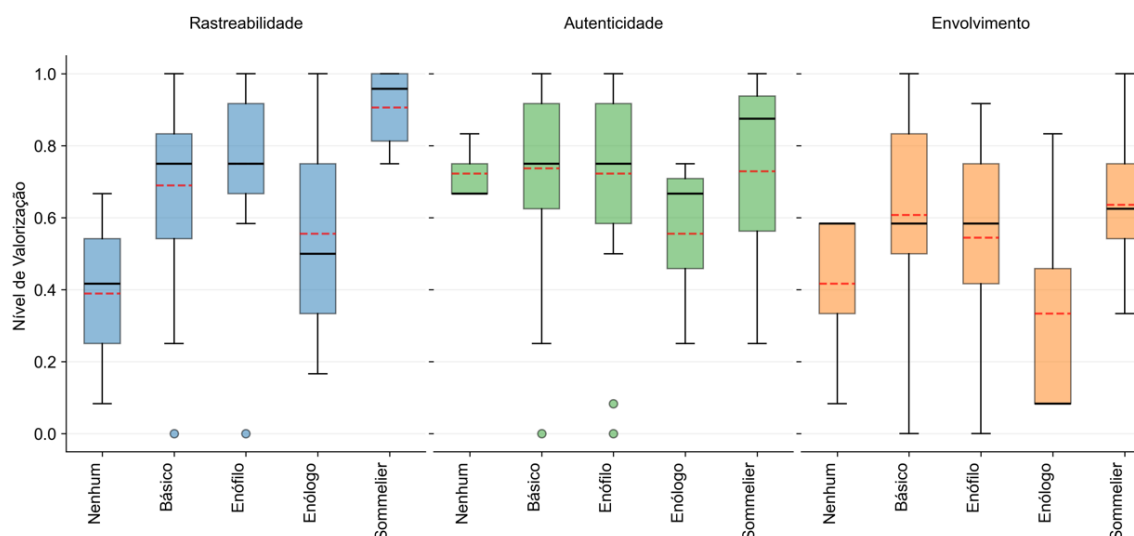


Figura 16: Distribuição de construtos dos consumidores por nível de conhecimento do setor

Mas, para compreensão mais aprofundada destas diferenças, recorreu-se a teste de Kolmogorov-Smirnov entre pares de níveis, onde identificou uma diferença particularmente notória, entre os grupos afastados, sem conhecimento e sommelier ($K-S=1.00$, $p=0.0121$). Os sommeliers evidenciaram a maior valorização (mediana=0.958), contrastando com os respondentes sem conhecimento do setor (mediana=0.417).

De assinalar que as comparações entre níveis contíguos de conhecimento não revelaram diferenças significativas, o que sugere uma progressão gradual da valorização da rastreabilidade, à medida que aumenta o conhecimento do setor.

Já nas dimensões de autenticidade ($H=2.138$, $p=0.7103$) e envolvimento digital ($H=3.798$, $p=0.434$), o teste Kruskal-Wallis não identificou diferenças estatisticamente significativas, observação comprovada pelo teste K-S, que não encontrou diferenças significativas entre quaisquer pares de níveis nestas dimensões. De assinalar a análise do grupo 'Enólogo' que, contrariamente ao seria expectável, apresenta valores consistentemente mais baixos nos três

construtos (medianas: 0.50, 0.667 e 0.083, respetivamente), sugerindo uma postura reservada face à tecnologia, precisamente no grupo mais próximo da produção/criação do vinho!

Estes resultados apresentam implicações de relevo para a implementação de soluções *Blockchain* no setor. Evidenciam que o conhecimento técnico do setor influencia significativamente a valorização da rastreabilidade, embora de forma não linear. Em segundo lugar, a resistência observada no grupo dos enólogos sugere a necessidade de estratégias de implementação que considerem e abordem as possíveis reticências dos especialistas diretamente envolvidos na parte produtiva. Por fim, a progressão gradual na valorização da rastreabilidade entre níveis adjacentes de conhecimento aponta para a importância de realizar formações que permitam uma evolução natural na compreensão e aceitação da tecnologia.

Predisposição para valorizar informação adicional

A análise da disposição dos consumidores em pagar, para ter acesso a informação adicional que garanta a rastreabilidade, informação adicional e autenticidade do produto, revelou-se bastante interessante (Figura 17), distribuindo-se a amostra entre os que estão dispostos a pagar algum valor adicional (n=76) e os que não aceitam qualquer custo adicional (n=31).

Embora no construto rastreabilidade não se tenham observado diferenças estatisticamente significativas ($U=957.0$, $p=0.1022$), as medianas sugerem uma tendência para maior valorização entre os consumidores dispostos a pagar (0.75) comparativamente aos que não aceitam custo adicional (0.667).

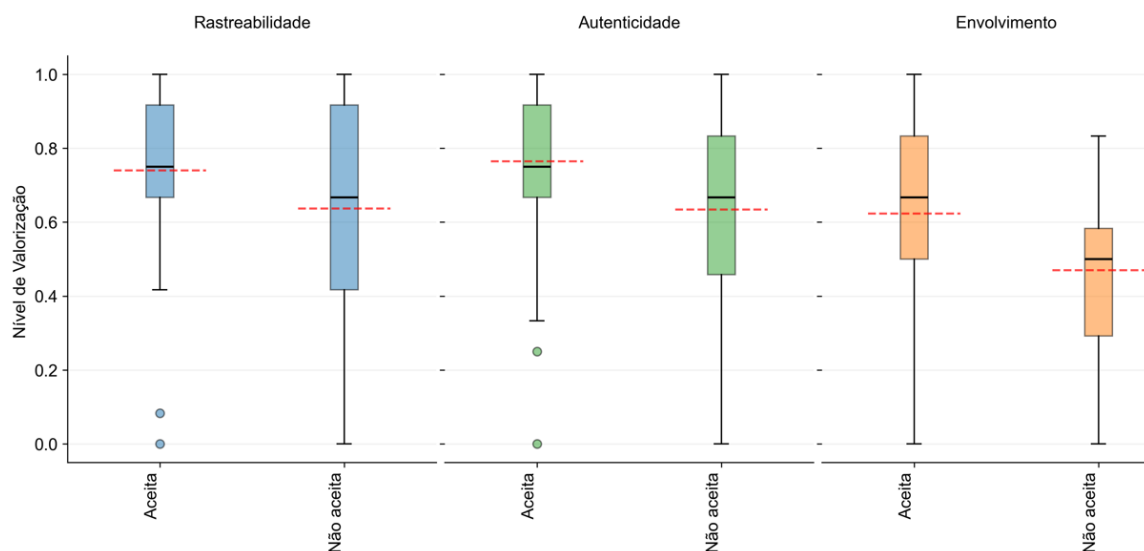


Figura 17: Distribuição de construtos dos consumidores por predisposição para valorização adicional

Observando a autenticidade, encontraram-se diferenças estatisticamente significativas ($U=911.5$, $p=0.0486$), com os consumidores que estão na disposição de pagar, a demonstrar níveis mais elevados de valorização (mediana=0.75) comparativamente os outros (mediana=0.667), o que também era expectável. Esta mesma diferença é ainda mais pronunciada no envolvimento digital, onde se observaram diferenças estatisticamente muito significativas ($U=770.5$, $p=0.0022$), com medianas de 0.667 e 0.50 respetivamente.

Estes resultados são relevantes para o desenvolvimento de modelos de negócio baseados em *Blockchain*, sugerindo a existência de um segmento significativo de consumidores (71% da amostra), dispostos a valorizar monetariamente a garantia adicional de rastreabilidade, e autenticidade proporcionada pela tecnologia.

4.1.5.2 Análise dos Determinantes dos Produtores

Influência da dimensão empresarial

A análise da dimensão empresarial, para a amostra analisada, foi categorizada

em empresas com 5 ou menos trabalhadores (n=21) e mais de 5 trabalhadores (n=18), revelando padrões interessantes na perspectiva dos produtores face à tecnologia *Blockchain*.

Na dimensão da rastreabilidade, embora não se tenham identificado diferenças estatisticamente significativas ($U=157.0$, $p=0.2816$), observou-se tendência para maior valorização nas empresas de maior dimensão (mediana=0.75) comparativamente às menores (mediana=0.688) (Figura 18).

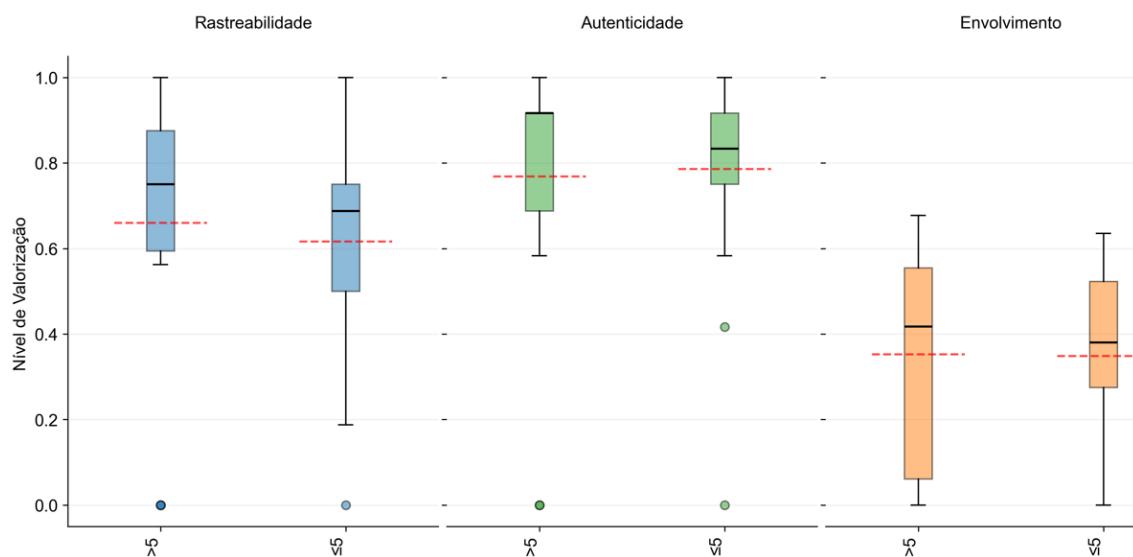


Figura 18: Distribuição de construtos dos produtores por dimensão empresarial

Esta tendência manteve-se na dimensão da autenticidade ($U=175.0$, $p=0.6882$), com medianas de 0.917 e 0.833 respetivamente, e no envolvimento digital ($U=172.0$, $p=0.6405$), com medianas de 0.418 e 0.38.

Embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas, estes resultados sugerem que as empresas de maior dimensão, tendem a apresentar uma ligeira vantagem na predisposição para adotar novas tecnologias, possivelmente devido a uma maior disponibilidade de recursos e mais robusta estrutura organizacional.

Orientação de mercado nas percepções

A análise da orientação de mercado dos produtores, no que toca às vendas dos seus produtos, apresenta maior orientação para o mercado nacional (n=24) relativamente ao internacional (n=15). Revelando homogeneidade nas percepções relativamente à tecnologia *Blockchain*, independentemente do mercado de destino das vendas.

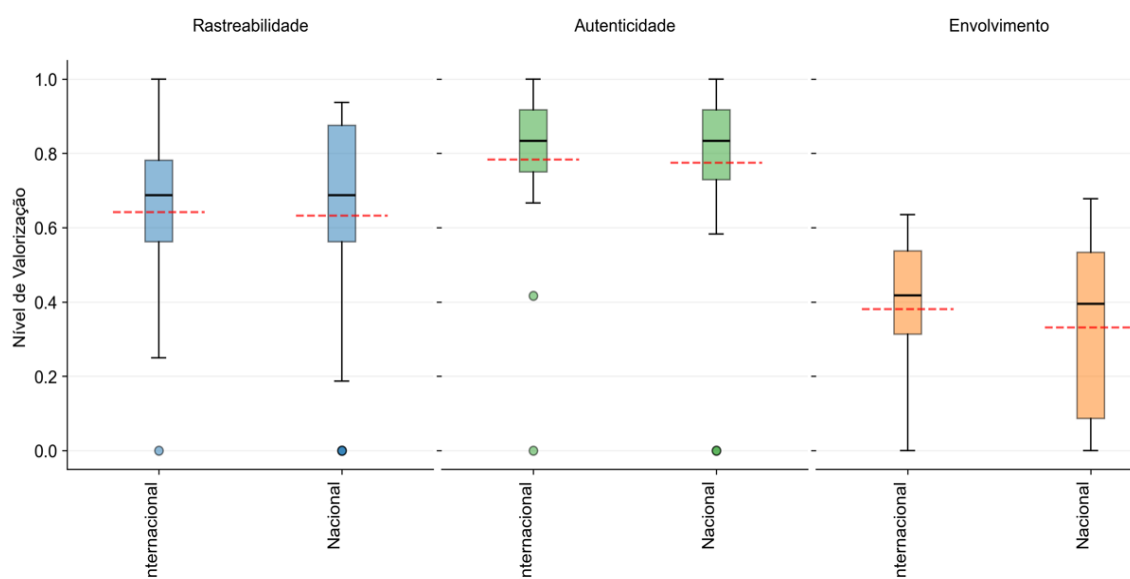


Figura 19: Distribuição de construtos dos produtores por orientação de mercado

Na dimensão da rastreabilidade, o teste Mann-Whitney U ($U=179.0$, $p=0.9768$) não identificou diferenças estatisticamente significativas, com ambos os grupos a apresentar medianas idênticas (0.688). A expectativa inicial seria de uma maior superioridade por parte do grupo com orientação internacional, mas tal não se verificou, ainda que tenham demonstrado ligeira superioridade na média (0.642 vs 0.633) e menor variabilidade (desvio padrão=0.276 vs 0.30).

Esta convergência sugere que a valorização da rastreabilidade transcende a orientação de mercado dos produtores.

O padrão de semelhança manteve-se na dimensão da autenticidade ($U=175.0$, $p=0.9065$), com medianas idênticas de 0.833 e médias muito próximas (0.783 vs 0.774) e dispersões semelhantes. Esta homogeneidade nas percepções sugere que a autenticidade é valorizada de forma consistente, independentemente do mercado principal de atuação.

No construto envolvimento digital ($U=156.0$, $p=0.5048$), as empresas com maior orientação para o mercado internacional, apresentaram mediana ligeiramente superior (0.418) comparativamente às de foco mais nacional (0.395) (Figura 19), e com menor variabilidade nas respostas (desvio padrão = 0.215 vs 0.229) e o primeiro quartil mais elevado (0.314 vs 0.086), sugerindo um envolvimento digital mais consistente.

Estes resultados sugerem que a implementação de soluções *Blockchain* pode seguir estratégias similares independentemente da orientação de mercado das empresas, com uma potencial estandardização de soluções para o setor.

Dependência de intermediários nas percepções

A análise do impacto da dependência em intermediários, baseou-se na categorização em dois níveis, 'reduzida' ($n=6$) ou 'alta' ($n=33$), considerando como limiar os 40% do volume de vendas realizado através de intermediários.

Na rastreabilidade, não sendo inicialmente o suposto, não se identificaram diferenças estatisticamente significativas ($U=85.0$, $p=0.544$), apesar de se observar uma mediana ligeiramente superior no grupo com maior dependência dos intermediários (0.688) comparativamente ao grupo com dependência reduzida.

Na autenticidade, embora também sem significância estatística ($U=76.0$, $p=0.3126$), observou-se uma inversão, com o grupo de menor dependência a apresentar uma mediana superior (0.917 vs 0.833). O envolvimento digital manteve este padrão ($U=87.0$, $p=0.5707$), com medianas de 0.506 e 0.397

respetivamente (Figura 20), sugerindo que com mais canais pelo meio, entre produtor e consumidor, menos será a necessidade sentida de aproximação ao consumidor.

Ainda assim, estes resultados sugerem que o grau de dependência de intermediários não constitui um fator determinante na predisposição para adoção da tecnologia *Blockchain*, indicando que as soluções podem ser implementadas independentemente do modelo de distribuição adotado.

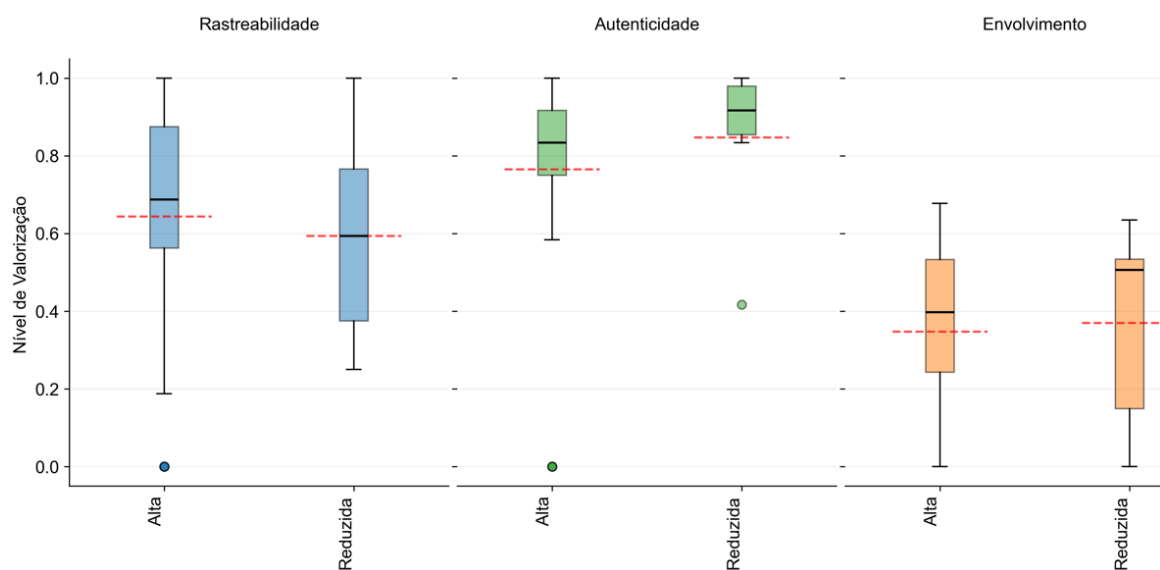


Figura 20: Distribuição de construtos dos produtores por dependência de intermediários

Maturidade tecnológica nas percepções

Para melhor se entender as dinâmicas na adoção tecnológica por parte dos produtores, desenvolveu-se uma classificação com a sua maturidade tecnológica, baseada na média de três indicadores do questionário:

- Utilização atual de tecnologia (questão 15 do questionário dos produtores)
- Utilização de feedback dos consumidores (questão 16)

- Adoção de outras tecnologias (questão 18, sem *Blockchain*)

A avaliação destes indicadores, numa escala normalizada (0, 1), permitiu a classificação dos produtores em dois níveis distintos de maturidade tecnológica:

- Baixa: para médias inferiores a 0.50 (74% dos produtores, n=29)
- Alta: para médias iguais ou superiores a 0.50 (26% dos produtores, n=10)

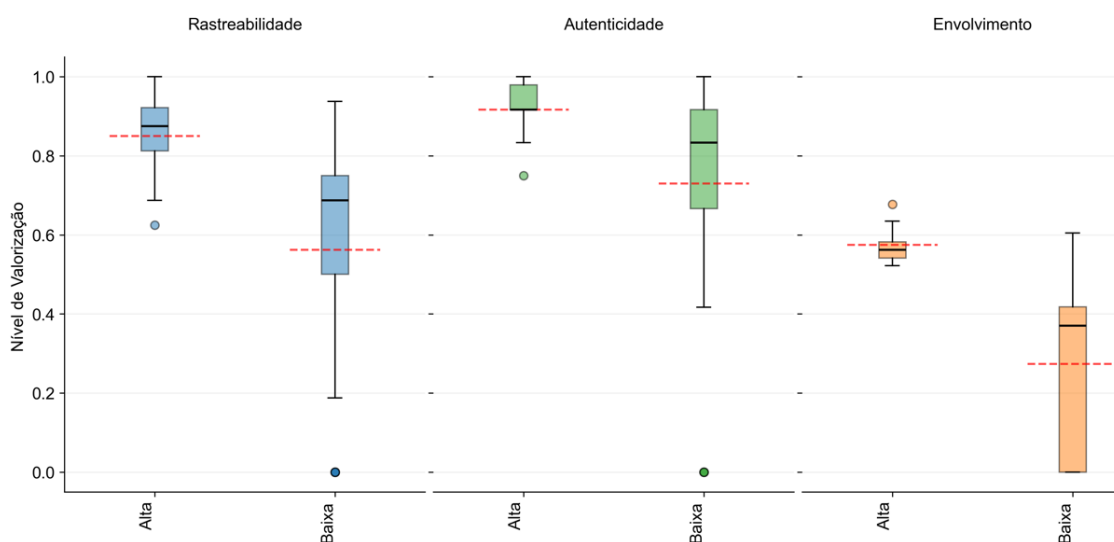


Figura 21: Distribuição de construtos dos produtores por maturidade tecnológica

Na análise da rastreabilidade, o teste Mann-Whitney U revelou diferenças altamente significativas estatisticamente ($U=50.5$, $p=0.0018$), entre os dois níveis de maturidade tecnológica (Figura 21). Com um *p-value* muito inferior ao nível de significância de 0.05, rejeitando-se a hipótese nula de igualdade entre os grupos, confirma que os produtores com alta maturidade tecnológica apresentam uma valorização significativamente superior da rastreabilidade (mediana=0.875) comparativamente aos de baixa maturidade (mediana=0.688).

Este padrão de diferenças estatisticamente significativas manteve-se consistente nos outros construtos. Na dimensão da autenticidade, o teste Mann-Whitney U ($U=73.5$, $p=0.025$) permitiu rejeitar novamente a hipótese nula, evidenciando uma diferença significativa entre os grupos (medianas: 0.917 vs

0.833). No envolvimento digital, as diferenças revelaram-se ainda mais pronunciadas ($U=23.0$, $p<0.0001$), com uma disparidade elevada entre os grupos (medianas: 0.562 vs 0.37), estabelecendo uma forte evidência estatística, expectável, da relação entre maturidade tecnológica e predisposição para o envolvimento digital.

A significância estatística observada em todos os construtos analisados tem implicações para o planeamento estratégico do setor. Os resultados sugerem, com elevada confiança estatística, que o nível de maturidade tecnológica constitui um preditor robusto da receptividade a novas tecnologias. Esta evidência aponta para a importância crítica de programas de capacitação tecnológica, enquanto precursores da implementação de soluções *Blockchain*, indicando que os investimentos em desenvolvimento tecnológico básico, atuarão como catalisadores para a posterior adoção de tecnologias mais avançadas.

Sumula

A análise dos determinantes das perceções revela pressuposições importantes para a implementação da tecnologia *Blockchain* no setor vitivinícola português. Embora os fatores demográficos não apresentem diferenças significativas, destacam-se determinantes fundamentais no lado dos consumidores: o nível de conhecimento, a frequência de compra e a predisposição para valorizar informação adicional. A análise evidencia uma evolução gradual na valorização da rastreabilidade com o aumento do conhecimento do setor, sugerindo a necessidade de interfaces adaptadas a diferentes níveis de conhecimento.

Do lado dos produtores, a maturidade tecnológica surge como o determinante mais influente, com diferenças significativas em todos os construtos analisados, enquanto que a orientação de mercado e a dependência de intermediários não revelaram influência relevante. De notar que 71% dos consumidores

demonstram disponibilidade para valorizar monetariamente a informação adicional sobre rastreabilidade e autenticidade, sendo uma área de atenção para a implementação de soluções *Blockchain* no setor.

O sucesso da transformação digital do setor vitivinícola português dependerá, assim, da capacidade de desenvolver soluções que respondam a estas diferentes realidades, privilegiando a abordagem gradual que comece pelo reforço das competências tecnológicas básicas dos produtores e pela criação de interfaces diferenciadas consoante o perfil do consumidor.

5. Conclusão

Este estudo explorou o potencial transformador da tecnologia *Blockchain* no setor vitivinícola português, revelando um panorama complexo mas promissor. A análise estatística das percepções de consumidores e produtores forneceu informações valiosas sobre os desafios e oportunidades na implementação desta tecnologia.

Um dos resultados mais significativos foi o alinhamento observado entre consumidores e produtores nas dimensões de rastreabilidade e autenticidade. A ausência de diferenças estatisticamente significativas na valorização da rastreabilidade, sugere uma base comum sobre a qual construir iniciativas de transformação digital. Este alinhamento é particularmente relevante considerando que, como aponta Costa et al., 2023, a resistência à mudança é frequentemente uma barreira significativa na adoção de novas tecnologias.

Contudo, a investigação também identificou um *gap* significativo no envolvimento digital entre consumidores e produtores. Diferença que, aliada à correlação moderada positiva entre maturidade tecnológica e predisposição para adoção de *Blockchain*, sugere a necessidade de uma abordagem estratificada na implementação. Como observam Dressler & Paunovic, 2021, o sucesso na adoção de tecnologias digitais depende crucialmente da capacidade de adaptar as soluções às diferentes realidades dos intervenientes.

A análise por segmentos revelou padrões importantes que devem orientar estratégias futuras. No lado dos produtores, a maturidade tecnológica emergiu como fator determinante, com diferenças estatisticamente significativas em todos os construtos analisados. Entre os consumidores, o nível de conhecimento do produto revelou-se significativo na dimensão da rastreabilidade.

Estas descobertas sugerem que, para implementação com sucesso de soluções *Blockchain* no setor vitivinícola português, requer-se uma estratégia a três níveis:

Desenvolvimento de Competências Digitais

A heterogeneidade observada na maturidade tecnológica dos produtores (54% no nível baixo) indica a necessidade de programas de capacitação digital, alinhados com a observação de Taherdoost & Madanchian, 2023 sobre a importância do conhecimento técnico na adoção de *Blockchain*.

Implementação Gradual e Adaptativa

A correlação entre maturidade tecnológica e predisposição para adoção do *Blockchain* sugere a necessidade de uma abordagem faseada, começando com funcionalidades básicas de rastreabilidade e progredindo para recursos mais avançados, como sugerido por Khor et al., 2023.

Comunicação Diferenciada

Os diferentes níveis de conhecimento e envolvimento observados entre os consumidores, apontam para a necessidade de estratégias de comunicação direcionadas, corroborando as observações de Biswas et al., 2023 sobre a importância de alinhar a comunicação com os valores e expectativas dos consumidores. A análise através do teste Kolmogorov-Smirnov sugere que esta adaptação deve ser gradual, com a progressão natural dos níveis de conhecimento, em vez de se tentar colmatar de imediato o desfasamento entre os extremos de conhecimento.

Esta investigação, embora abrangente, apresenta limitações que abrem caminho para estudos futuros. A amostra de produtores (n=39), embora tenha alguma representatividade, deveria ser expandida em investigações futuras. Como sugerem Wu et al., 2023, estudos de casos práticos de implementação da *Blockchain*, seriam muito valiosos para se validarem as descobertas teóricas.

Os resultados deste estudo fornecem uma base empírica, para a tomada de decisões estratégicas no setor vitivinícola português. A compreensão das perceções e necessidades dos diferentes intervenientes, permite o desenvolvimento das soluções com *Blockchain*, mais eficazes e adaptadas à realidade do setor. Como ressaltam Wong et al., 2023, a transformação digital não é apenas uma questão tecnológica, mas sim uma oportunidade de fortalecer a relação entre produtores e consumidores, potenciando a sustentabilidade e competitividade do setor no mercado global.

Numa perspetiva mais abrangente, esta investigação está enquadrada num momento interessante da evolução da tecnologia *Blockchain*. Após um período inicial de entusiasmo generalizado, em que a *Blockchain* era frequentemente apresentada como a solução universal para os mais diversos desafios, observa-se agora uma fase de maior maturidade e pragmatismo. Como aconteceu com outras tecnologias transformadoras, desde a Internet à computação em nuvem, a *Blockchain* está a procurar o seu lugar no ecossistema tecnológico, com aplicações mais focadas e resultados mais tangíveis.

No setor vitivinícola, esta evolução poderá manifestar-se na transição de conceitos teóricos para implementações práticas que respondam a necessidades concretas do setor. A tecnologia *Blockchain* emerge, não como uma revolução disruptiva, mas como uma ferramenta poderosa que, quando adequadamente implementada, pode fortalecer significativamente a cadeia de valor. O seu potencial está precisamente na capacidade de criar pontes digitais, entre uma tradição secular do setor vitivinícola e as exigências do mercado moderno, contribuindo para a preservação e valorização do património vitivinícola português, num contexto cada vez mais digital e globalizado.

Bibliografia

- Abdullah, A., Stroulia, E., & Nawaz, F. (2020). Efficiency Optimization in Supply Chain Using RFID Technology. 2020 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and *Big Data* Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCom/CyberSciTech), 1–6. <https://doi.org/10.1109/DASC-PiCom-CBDCom-CyberSciTech49142.2020.00017>
- Akella, G. K., Wibowo, S., Grandhi, S., & Mubarak, S. (2023). A Systematic Review of *Blockchain* Technology Adoption Barriers and Enablers for Smart and Sustainable Agriculture. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(2), 86. <https://doi.org/10.3390/bdcc7020086>
- Bastard, A., & Chaillet, A. (2023). *Blockchain*: No pain, no gain? An examination of *Blockchain* technology in the vitivinicultural sector. *BIO Web of Conferences*, 68, 03009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236803009>
- Biswas, D., Jalali, H., Ansariipoor, A. H., & De Giovanni, P. (2023). Traceability vs. sustainability in supply chains: The implications of *Blockchain*. *European Journal of Operational Research*, 305(1), 128–147. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.05.034>
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2023). The Role of *Blockchain* Technology in Promoting Traceability Systems in Agri-Food Production and Supply Chains. *Sensors*, 23(11), 5342. <https://doi.org/10.3390/s23115342>
- Bradley, M. (2019). Getting started with enterprise *Blockchain*: A guide to design and development (First edition). O'Reilly Media.
- Cardoso, A., Pereira, M. S., Sá, J. C., Powell, D. J., Faria, S., & Magalhães, M.

- (2023). Digital Culture, Knowledge, and Commitment to Digital Transformation and Its Impact on the Competitiveness of Portuguese Organizations. 14(1), 8. <https://doi.org/10.3390/admsci14010008>
- Chen, C.-L., Lim, Z.-Y., & Liao, H.-C. (2023). *Blockchain*-based alcoholic beverages supply chain management system. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(3), 2493–2523. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-04500-w>
- Contini, C., Boncinelli, F., Piracci, G., Scozzafava, G., & Casini, L. (2023). Can *Blockchain* technology strengthen consumer preferences for credence attributes? *Agricultural and Food Economics*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-023-00270-x>
- Costa, A., Presenza, A., & Abbate, T. (2023). Digital transformation in family-owned winery SMEs: An exploratory analysis in the South-Italian context. *European Journal of Innovation Management*, 26(7), 527–551. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2023-0108>
- Devi, V., & Sharma, A. (2022). A Sophisticated Analysis of the *Blockchain* Technology and its Applications Domain. 2022 International Conference on Advances in Computing, Communication and Applied Informatics (ACCAI), 1–4. <https://doi.org/10.1109/ACCAI53970.2022.9752624>
- Difrancesco, R. M., Meena, P., & Kumar, G. (2023). How *Blockchain* technology improves sustainable supply chain processes: A practical guide. *Operations Management Research*, 16(2), 620–641. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00343-y>
- Dressler, M., & Paunovic, I. (2021). Sensing Technologies, Roles and Technology Adoption Strategies for Digital Transformation of Grape Harvesting in SME Wineries. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 123. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020123>
- Enescu, F. M., Nicolăescu, C.-G., Bizon, N., Ionescu, V. M., Marica, C. M., &

- Boştinaru, R.-N. (2024). Architecture Model for the Verification and Identification of Inappropriate Products by the Consumer—Supported by IoT, *Blockchain* and AI. 2024 16th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 1–7. <https://doi.org/10.1109/ECAI61503.2024.10607462>
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying *Blockchain* technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
- Heussner, J., Paul Kramer, M., & Hanf, J. (2023). Verified vintages: Leveraging *Blockchain* to stop wine fraud. *BIO Web of Conferences*, 68, 03024. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236803024>
- Islam, M. D. (2023). A survey on the use of *Blockchains* to achieve supply chain security. *Information Systems*, 117, 102232. <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102232>
- Karthiga, M., Deepa, D., Stephen Sagayaraj, A., & Suganthi Evangeline, C. (2023). Secure Supply Chain Management using RFID-IoT. 2023 Third International Conference on Smart Technologies, Communication and Robotics (STCR), 1–6. <https://doi.org/10.1109/STCR59085.2023.10397060>
- Khor, J. H., Sidorov, M., & Zulqarnain, S. A. B. (2023). Scalable Lightweight Protocol for Interoperable Public *Blockchain*-Based Supply Chain Ownership Management. *Sensors*, 23(7), 3433. <https://doi.org/10.3390/s23073433>
- Kshetri, N. (2023). *Blockchain's* Role in Enhancing Quality and Safety and Promoting Sustainability in the Food and Beverage Industry. *Sustainability*, 15(23), 16223. <https://doi.org/10.3390/su152316223>
- Kumar, D., Singh, R. K., Mishra, R., & Daim, T. U. (2023). Roadmap for integrating *Blockchain* with Internet of Things (IoT) for sustainable and

- secured operations in logistics and supply chains: Decision making framework with case illustration. *Technological Forecasting and Social Change*, 196, 122837. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122837>
- Lal, R., Chhabra, A., Singla, S., & Sharma, D. (2024). *Blockchain Technology: Revolutionizing Trust, Transparency, and Transaction Efficiency*. 2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICKECS61492.2024.10616743>
- Malisic, B., Misic, N., Krco, S., Martinovic, A., Tinaj, S., & Popovic, T. (2023). *Blockchain Adoption in the Wine Supply Chain: A Systematic Literature Review*. *Sustainability*, 15(19), 14408. <https://doi.org/10.3390/su151914408>
- Munoz-Ausecha, C., Gómez, J. E. G., Ruiz-Rosero, J., & Ramirez-Gonzalez, G. (2023). Asset Ownership Transfer and Inventory Using RFID UHF TAGS and Ethereum *Blockchain* NFTs. *Electronics*, 12(6), 1497. <https://doi.org/10.3390/electronics12061497>
- OECD, European Union, & Joint Research Centre - European Commission. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Rajasekaran, A. S., Azees, M., & Al-Turjman, F. (2022). A comprehensive survey on *Blockchain* technology. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 102039. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102039>
- Rodwell, L., Lee, K. J., Romaniuk, H., & Carlin, J. B. (2014). Comparison of methods for imputing limited-range variables: A simulation study. *BMC Medical Research Methodology*, 14(1), 57. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-57>
- Ruggeri, G., Corsi, S., & Mazzocchi, C. (2023). A Bibliometric Analysis of Wine Economics and Business Research: Insights, Trends, and Future Directions. 36(1), 14–39. <https://doi.org/10.1108/ijwbr-06-2023-0032>

- Sadawi, A. A., Hassan, M. S., & Ndiaye, M. (2021). A Survey on the Integration of *Blockchain* With IoT to Enhance Performance and Eliminate Challenges. *IEEE Access*, 9, 54478–54497. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3070555>
- Silvestri, R., Adamashvili, N., Fiore, M., & Galati, A. (2023). How *Blockchain* Technology Generates a Trust-Based Competitive Advantage in the Wine Industry: A Resource Based View Perspective. 35(5), 713–736. <https://doi.org/10.1108/eb-10-2022-0217>
- Singh, A. K., Kumar, V. R. P., Irfan, M., Mohandes, S. R., & Awan, U. (2023). Revealing the Barriers of *Blockchain* Technology for Supply Chain Transparency and Sustainability in the Construction Industry: An Application of Pythagorean FAHP Methods. *Sustainability*, 15(13), 10681. <https://doi.org/10.3390/su151310681>
- South, L., Saffo, D., Vitek, O., Dunne, C., & Borkin, M. A. (2022). Effective Use of Likert Scales in Visualization Evaluations: A Systematic Review. *Computer Graphics Forum*, 41(3), 43–55. <https://doi.org/10.1111/cgf.14521>
- Streiner, D. L. (2003). Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 99–103. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). *Blockchain*-Based New Business Models: A Systematic Review. *Electronics*, 12(6), 1479. <https://doi.org/10.3390/electronics12061479>
- Tyagi, K. (2023). A global *Blockchain*-based agro-food value chain to facilitate trade and sustainable blocks of healthy lives and food for all. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 196. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01658-2>
- Vazquez Melendez, E. I., Bergey, P., & Smith, B. (2024). *Blockchain* Technology for Supply Chain Provenance: Increasing Supply Chain Efficiency and Consumer Trust. 29(4), 706–730. <https://doi.org/10.1108/scm-08-2023-0383>

- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wang, O., & Scrimgeour, F. (2023). Consumer adoption of *Blockchain* food traceability: Effects of innovation-adoption characteristics, expertise in food traceability and *Blockchain* technology, and segmentation. *British Food Journal*, 125(7), 2493–2513. <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2022-0466>
- Wang, S., Ghadge, A., & Aktas, E. (2024). Digital transformation in food supply chains: An implementation framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 29(2), 328–350. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2023-0463>
- Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding *Blockchain* technology for future supply chains: A systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62–84. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
- Wong, S., Yeung, J. K.-W., Lau, Y.-Y., & Kawasaki, T. (2023). A Case Study of How Maersk Adopts Cloud-Based *Blockchain* Integrated with Machine Learning for Sustainable Practices. *Sustainability*, 15(9), 7305. <https://doi.org/10.3390/su15097305>
- Wu, H., Jiang, S., & Cao, J. (2023). High-Efficiency *Blockchain*-Based Supply Chain Traceability. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(4), 3748–3758. <https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3205445>
- Yavaprabhas, K., Pournader, M., & Seuring, S. (2023). *Blockchain* as the “trust-building machine” for supply chain management. *Annals of Operations Research*, 327(1), 49–88. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04868-0>

ANEXOS

ANEXO I – Inquéritos aos Consumidores e Produtores

Inquérito aos Produtores de Vinho

Este inquérito destina-se a produtores no setor vitivinícola.



CATOLICA
CATÓLICA PORTO BUSINESS SCHOOL

PORTO

Este inquérito é realizado no âmbito da preparação de tese de mestrado a apresentar na CPBS.

O setor do vinho tem uma longa tradição e complexidade, mas também enfrenta desafios de confiança, rastreabilidade e envolvimento entre consumidores e produtores. Novas tecnologias, como a blockchain, podem ajudar a melhorar estes aspetos, tornando o setor mais transparente e autêntico. Este inquérito faz parte de um projeto de investigação que quer explorar o potencial da blockchain no setor do vinho, e como esta pode fortalecer a confiança, melhorar a rastreabilidade dos produtos e aumentar o envolvimento entre consumidores e produtores.

Se trabalha no setor do Vinho e se exerce uma função com poder de decisão na gestão/produção, então a sua opinião e experiência são essenciais para percebermos o impacto destas tecnologias no setor. As suas respostas podem contribuir para definir o futuro do setor do vinho, criando processos mais eficientes, maior confiança do consumidor e novas oportunidades de mercado.

Este inquérito demora menos de 6 minutos a preencher. As suas respostas são anónimas e confidenciais.

Agradecemos a sua participação.

Existem 18 perguntas neste questionário.

Parte I

1. Quantos **trabalhadores** tem a sua empresa atualmente?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

2. Qual é o **volume** aproximado de produção **anual** de vinho da sua empresa?

(Indicar em nº de hectolitros produzidos no último ano disponível)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

3. Há quantos **anos** está sua empresa a operar no setor vitivinícola?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

4. Qual é a percentagem de **vendas realizadas através de intermediários** que intervêm na sua cadeia de distribuição (distribuidores, grossistas, exportadores, retalhistas, restaurantes, hotéis, etc)?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

5. Classifique a importância destes **mercados** para a sua empresa.

(Classifique entre 1=sem relevância a 5=muito importante)

Por favor, selecione a posição apropriada para cada elemento:

	1	2	3	4	5
Portugal	☐	☐	☐	☐	☐
União Europeia (exceto Portugal)	☐	☐	☐	☐	☐
Ásia	☐	☐	☐	☐	☐
América	☐	☐	☐	☐	☐
Restantes mercados	☐	☐	☐	☐	☐

6. Assinale as entidades que efetuam a certificação dos produtos vitivinícolas produzidos pela sua empresa.

Por favor, selecione **todas** as que se aplicam:

- ☐ Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes
- ☐ Comissão Vitivinícola da Bairrada
- ☐ Comissão Vitivinícola do Algarve
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional Alentejana
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional da Beira Interior
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional da Península de Setúbal
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional de Lisboa
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional de Távora-Varosa
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional de Trás-os-Montes
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional do Dão
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional do Tejo
- ☐ Comissão Vitivinícola Regional dos Açores
- ☐ Instituto do Vinho, do Bordado e do Artesanato da Madeira IP-RAM
- ☐ Instituto dos Vinhos do Douro e Porto IP
- ☐ Nenhuma das indicadas

7. A sua empresa possui a **Certificação de Sustentabilidade** do Setor Vitivinícola, conforme referencial do Instituto da Vinha e do Vinho?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Em implementação

Parte II

No contexto da produção e comercialização de vinhos, a rastreabilidade refere-se à capacidade de verificar o percurso de uma garrafa de vinho, ou outro tipo de embalagem, desde a sua origem até ao consumidor final. Esta prática assegura que todas as

etapas do processo, desde a produção das uvas, as castas utilizadas, os métodos de vinificação, o engarrafamento e distribuição do vinho são registadas de forma transparente e facilmente acessível pelos interessados.

A rastreabilidade é garantida através de tecnologias avançadas que podem oferecer benefícios como a confirmação da autenticidade do produto, a garantia da qualidade e o aumento da confiança do consumidor.

Com essas tecnologias, os consumidores podem ter acesso a informações detalhadas, permitindo uma escolha mais informada, consciente e genuína.

8. Qual o nível atual de implementação de rastreabilidade das garrafas de vinho na sua empresa?

(1 = Não implementado / 5 = Totalmente implementado)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

9. Que importância atribui à rastreabilidade dos seus produtos, na gestão da sua cadeia de distribuição?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

10. Que relevância atribui em demonstrar aos seus clientes, a autenticidade do vinho que adquirem/consomem?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

11. Que importância atribui ao papel das certificações regulamentares (Portugal e União Europeia) no reforço da confiança dos consumidores ao adquirirem os seus vinhos?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

12. Que importância atribui à disponibilização de um acesso à informação *online*, para que os seus clientes possam efetuar a rastreabilidade do vinho adquirido?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

13. Dada a relevância de demonstrar a autenticidade dos vinhos que chegam aos seus clientes, quão confiante está nos métodos que atualmente utiliza, para comprovar essa autenticidade?

(1 = Nada confiante / 5 = Extremamente confiante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

14. Que nível de importância atribui à transformação digital na sua empresa, suportada nas tecnologias seguintes?

(1 = nada importante / 5 = Extremamente Importante)

Por favor, selecione a posição apropriada para cada elemento:

	1	2	3	4	5
Internet das Coisas (IOT)	☐	☐	☐	☐	☐
Inteligência Artificial (IA)	☐	☐	☐	☐	☐
Blockchain (BCT)	☐	☐	☐	☐	☐

Parte III

15. Classifique o uso da tecnologia na sua empresa em cada uma das seguintes áreas:

	Não utilizado	Em implementação	Uso limitado	Uso moderado	Uso extensivo
Produção e controlo da qualidade (p.e.: sensores na vinha, monitorização do processo de fermentação, análise de dados para otimização da colheita, sistemas de controlo de qualidade automatizados)	☐	☐	☐	☐	☐
Operações gerais e logística (p.e.: gestão de inventário com IA, RFID/BLE/Sensores, Rastreamento de produtos)	☐	☐	☐	☐	☐
Relações com clientes e marketing (p.e.: sistemas de CRM, plataformas de vendas online, recolha e feedback do cliente via on-line)	☐	☐	☐	☐	☐

16. Indique quão significativamente o feedback dos consumidores impacta os seguintes aspetos da produção do seu vinho:

	Nenhum	Ligeiramente	Moderadamente	Significativamente	Muito significativamente
Escolha do portefólio de vinhos	☐	☐	☐	☐	☐
Modificação de aspetos qualitativos do vinho produzido	☐	☐	☐	☐	☐
Decisões de embalagem e rotulagem	☐	☐	☐	☐	☐
Estratégias de marketing e promocionais	☐	☐	☐	☐	☐

17. Até que ponto acredita que uma tecnologia de rastreabilidade, com informação das transações do seu vinho em toda a cadeia de distribuição, poderia melhorar a eficiência dessa cadeia de distribuição?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

18. Considerando possíveis investimentos em tecnologias emergentes focadas no aumento do envolvimento do consumidor, qual a probabilidade de sua empresa adotar alguma das seguintes tecnologias nos próximos 5 anos?

	Muito Improvável	Pouco provável	Provavelmente	Muito Provavelmente	Em implementação
Inteligência Artificial: Otimizar gestão de inventário e personalizar a experiência do consumidor	☐	☐	☐	☐	☐
Realidade Aumentada e Virtual: Tours virtuais e experiências interativas para envolver consumidores	☐	☐	☐	☐	☐
Internet das Coisas (IoT): Monitorização da produção de vinhas, passando pela monitorização dos processos de vinificação, e seguimento na cadeia de distribuição	☐	☐	☐	☐	☐
Plataformas de envolvimento do Consumidor: Interação direta e contínua com os clientes via apps e redes sociais	☐	☐	☐	☐	☐
Big Data e Análise de Dados: Para obtenção de insights sobre preferências de consumidores e eficácia de estratégias de mercado	☐	☐	☐	☐	☐

	Muito Improvável	Pouco provável	Provavelmente	Muito Provavelmente	Em implementação
Robótica e Automação: Para melhoria da eficiência operacional em processos como colheita, engarrafamento e armazenamento	☐	☐	☐	☐	☐
Blockchain: Para aumento de autenticidade e transparência do produto, desde a origem até o consumidor	☐	☐	☐	☐	☐

Agradecemos a sua participação.

Submeta o seu inquérito.
Obrigado por ter concluído este inquérito.

Inquérito aos compradores/consumidores de Vinho

Este inquérito destina-se a todos os que adquirem ou consomem vinho, mesmo que ocasionalmente.



Este inquérito é realizado no âmbito da preparação de tese de mestrado a apresentar na CPBS.

A sua opinião é crucial para moldar o futuro do setor vitivinícola.

Estamos a conduzir um estudo sobre como algumas das novas tecnologias, podem transformar a sua experiência de compra e consumo de vinho.

As suas respostas a este inquérito ajudarão o setor a compreender melhor as suas necessidades e preferências.

O preenchimento deste inquérito demora menos de 4 minutos. Todas as respostas são anónimas e confidenciais.

A sua participação é fundamental para impulsionar inovações que podem enriquecer significativamente a sua experiência com o setor vitivinícola.

Agradecemos a **sua valiosa contribuição**, bem como o tempo disponibilizado.

Existem 18 perguntas neste questionário.

Parte I

1. Qual a sua idade?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

2. Qual o seu sexo/género?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino

3. Qual a sua nacionalidade?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

4. Costuma comprar vinho?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ Não
- ☐ Ocasionalmente
- ☐ Regularmente
- ☐ Frequentemente

5. Qual o seu nível de conhecimento sobre vinho?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ Nenhum
- ☐ Básico
- ☐ Enófilo
- ☐ Enólogo
- ☐ Sommelier

6. Trabalha em alguma atividade cujo negócio envolve a venda de vinhos?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ Nenhum envolvimento
- ☐ Produtor
- ☐ Retalhista
- ☐ Grossista
- ☐ Distribuidor

Parte II

7. Que importância atribui ao conhecimento da origem e história do vinho que adquire/consume (localização da vinha, castas, processo de fabricação, armazenamento e distribuição)?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

8. Um elemento de leitura, junto ao rótulo da garrafa, como por exemplo a Identificação por rádio frequência [RFID], ou o Bluetooth de baixa energia [BLE], Comunicação por proximidade [NFC], ou um Código de resposta rápida [QR Code]), que permitisse obter informação imediata que suportasse a autenticidade e genuinidade do vinho, poderia ajudar na decisão de aquisição/consumo desse vinho?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

9. Qual a importância que atribui à possibilidade de verificar a autenticidade do vinho, a ser consumido/adquirido, através de uma aplicação de telemóvel?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

10. Quão importante seria para si, ter acesso a um canal digital *online* de comunicação (interação) direta com o produtor do vinho adquirido/consumido?

(1 = Nada importante / 5 = Extremamente importante)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

11. Qual é a probabilidade de aumentar a sua confiança numa marca de vinho, que utiliza tecnologias de rastreabilidade (que asseguram a autenticidade dos seus produtos através de registo facilmente acessível, imutável e transparente do seu histórico)?

(1 = Muito improvável / 5 = Muito provável)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

12. Ordene de 1 a 10, sendo 1 mais importante e 10 menos, os seguintes critérios que aplica na seleção de um vinho:

(Por favor evite usar o mesmo número, exceto se os critérios estiverem empatados)

Preencha no máximo 10 respostas

	Escolha
Confiança	
Design do Rótulo e da Garrafa	
Exclusividade	
Indicação de outrem	
Influência da Publicidade	
Marca	
Preço	
Qualidade	
Região	
Outros	

13. Tem por hábito fornecer algum tipo de *feedback*, sobre o vinho consumido, diretamente aos produtores de vinho?

(0 = Nunca forneço / 5 = Forneço frequentemente)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

14. Com que frequência verifica informações (produtor, região, castas, estágios, operações de vinificação,..) sobre o vinho antes de fazer a compra/consumo?

(0 = Nunca / 5 = Regularmente)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

15. A disponibilidade de informação detalhada de rastreabilidade, tais como origem das castas, detalhes sobre o processo de vinificação e informações sobre armazenamento e transporte aumentaria a probabilidade de comprar um determinado vinho?

(0 = Muito improvável / 5 = Muito provavelmente)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

16. Uma ligação/interação direta com o produtor de vinho, através de meio digital online, poderia influenciar a sua decisão de comprar mais vinhos desse produtor?

(0 = Sem influência / 5 = Muita influência)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

17. A possibilidade de estabelecer essa ligação/interação influenciaria a sua decisão de escolher vinhos de um produtor em comparação com outro que não oferece a mesma oportunidade de interação?

(0 = Sem influência / 5 = Muita influência)

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

18. Que acréscimo ao preço de venda de uma garrafa de vinho aceitaria, para ter acesso a informação que garantisse a autenticidade e fornecesse informações detalhadas do produto?

Por favor, selecione **apenas uma** das seguintes opções:

- ☐ 0%
- ☐ entre 0% e 5%
- ☐ entre 5% e 10%
- ☐ entre 10% e 20%
- ☐ mais de 20%

[Agradecemos a sua valiosa contribuição.](#)

Submeta o seu inquérito.

Obrigado por ter concluído este inquérito.