



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Joana Vilaça Arantes

**Padronização da cor de Vinhos Verdes rosés —  
estudo da sua evolução**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado Integrado em Engenharia Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor José Maria Oliveira**  
e do  
**Professor João Linhares**

Julho de 2021

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

*Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



**Atribuição-NãoComercial CC BY-NC**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

## AGRADECIMENTOS

Ao longo de cinco anos universitários cruzei caminho com várias pessoas que contribuíram para o sucesso do meu percurso, enriquecendo-o a nível pessoal e profissional. A todas elas reservo um agradecimento especial. Aos meus pais que sempre estiveram do meu lado e que me educaram tornando-me a pessoa que sou hoje, um agradecimento com todo o meu coração. Da mesma forma e com o mesmo carinho, um obrigado ao meu irmão pela paciência, insistência, pelo apoio, força para continuar e pelos conselhos que foram sendo necessários ao longo dos anos.

Muito obrigada a todos aqueles que caminharam lado a lado comigo partilhando alegrias e frustrações desde o primeiro até ao quinto ano. Fizeram com que os bons momentos passados fossem boas memórias que irão prevalecer para a vida.

Aos meus orientadores, Professor José Maria Oliveira, do Departamento de Engenharia Biológica, e ao Professor João Linhares, do Departamento de Física, obrigada pelos conselhos, disponibilidade e auxílio, que tornaram a realização deste projeto possível.

À empresa que me deu a oportunidade de realizar o estágio curricular. Ao meu orientador na empresa, Engenheiro Bruno Almeida, assim como a todas as pessoas com quem tive contacto, mostrando-se disponíveis e interessadas no trabalho desenvolvido, prontos para ajudar a tornar o estudo viável. A todas as amigas traçadas na época do estágio.

Por fim, obrigada aos 17 que me acompanharam ao longo destes 5 anos e me fizeram tomar as decisões que considero certas, levando-me a onde estou hoje.

...

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

## Padronização da cor de Vinhos Verdes rosés – estudo da sua evolução

### RESUMO

A cor dos vinhos é a primeira característica a ser avaliada, e, desta forma, é a que mais influencia a aceitação por parte dos comerciantes e consumidores. A análise visual da cor está relacionada com as restantes sensações organoléticas, como o aroma, a textura e o sabor. Desta forma, relaciona-se a cor do vinho com a qualidade do mesmo. Antigamente a avaliação da cor dos vinhos era feita através da visão humana, no entanto, a perceção é diferente de pessoa para pessoa, tornando essa avaliação falível. Surge assim, a necessidade de desenvolver um método de identificação e avaliação objetiva da cor do vinho.

Os objetivos deste trabalho dividem-se em várias partes. Numa primeira abordagem formou-se um painel interno de provadores da Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez (ACPBAV), tendo efetuado, para tal, provas de recrutamento garantindo que apenas os candidatos aptos passariam a integrar o painel. Em paralelo, a fim de padronizar a cor pretendida pela empresa para o seu Vinho Verde rosé, desenvolveu-se e caracterizou-se uma cor de referência no espaço tridimensional CIELAB. Este método utiliza o espaço tridimensional de cores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , representando distinções entre luz e escuridão, vermelho e verde, azul e amarelo, respetivamente. Este método foi implementado através do desenvolvimento de um algoritmo em *Excel*. Posteriormente, recorrendo à cor de referência e ao algoritmo desenvolvido, estudou-se o limite de perceção do painel de provadores para variações colorimétricas. Para tal, efetuaram-se testes triangulares. Por último, avaliou-se a evolução da cor do Vinho Verde rosé durante 25 semanas de armazenamento. Em simultâneo, estudaram-se os espectros de absorvância de Vinho Verde rosé e amostras de vinhos previamente selecionados, na tentativa de os diferenciar pelas características dos seus espectros de absorção na região do visível.

Para as condições estudadas, o valor máximo do limite de perceção do painel de provadores foi igual a 2 para a diferença de cor no espaço CIELAB. O tempo máximo de armazenamento, até as alterações colorimétricas serem indiscutivelmente diferentes, foi de 17 semanas. Não só existe repetibilidade no comportamento dos espectros de absorvância comparados, como também se observam diferenças entre as curvas dos vinhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** CIELAB; Cor; Espectro visível; Rosé; Vinho.

## ABSTRACT

The color of the wines is the first characteristic to be evaluated, and, it is the one that most influences the acceptance by merchants and consumers. A visual analysis of the color is related to other organoleptic sensations, such as aroma, texture and taste. The color of the wine is related to its quality. Previously, the evaluation of the color of wines was done through the human vision, however, perception is different from person to person, making this evaluation fallible. Thus, there is a need to develop a method for identifying and objectively evaluating the color of wine.

The objectives of this work are divided into several parts. In a first approach, an internal panel of tasters was formed, having carried out, for this purpose, recruitment tests, ensuring that only suitable candidates were part of the panel. In parallel, in order to standardize the colour of *Vinho Verde* rosé intended by the company, it developed and characterized itself as a standard color in the three-dimensional CIELAB space. This method uses the three-dimensional space of nuclei  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ , representing distinctions between light and dark, red and green, blue and yellow, respectively. This method was implemented through the development of an *Excel* algorithm. Subsequently, using the standard color and the developed algorithm, the perception limit of the panel of tasters for colorimetric variations was studied. To this end, triangular tests were performed. Finally, the evolution of the color of the *Vinho Verde* rosé was evaluated during 25 weeks of storage. Simultaneously, the absorbance spectra of *Vinho Verde* Rosé and those of selected wines were studied, in an attempt to differentiate them by the characteristics of their absorption spectra in the visible region.

For the conditions studied, the maximum value of the panel of tasters' perception threshold was equal to 2. The maximum storage time until the colorimetric changes were indisputably different was 17 weeks. Not only is there repeatability in the behavior of the compared absorbance spectra, but they also show differences between the curves of wines.

**KEYWORDS:** Absorption spectroscopy, CIELAB, Color, Rosé, Wine.

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice De Figuras .....	x
Índice De Tabelas.....	xii
Lista De Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Enquadramento .....	1
1.1. Objetivos e Motivação do Trabalho .....	1
1.2. Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez .....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
2. Conceitos Teóricos.....	5
2.1. História do Vinho em Portugal.....	5
2.2. Vinho e as suas Designações Oficiais .....	6
2.3. Processo de Vinificação de Vinho Verde.....	8
2.4. Cor dos Vinhos .....	13
2.4.1. Compostos Fenólicos Não-flavonoides.....	14
2.4.2. Compostos Fenólicos Flavonoides.....	14
2.5. Fatores que Influenciam a Estabilidade da Cor .....	16
2.5.1. pH.....	16
2.5.2. Dióxido de Enxofre .....	17
2.5.3. Degradação das Antocianinas .....	18
2.6. Agentes com Impacto na Cor do Vinho.....	19
2.6.1. Polímeros Sintéticos – Polivinilpolipirrolidona .....	19
2.6.2. Carvão Ativado .....	20
2.6.3. Terras – Bentonite .....	20
2.7. Determinação da Cor dos Vinhos – Método CIELAB .....	21
2.8. Análise Sensorial .....	25

2.8.1.	Visão .....	27
2.8.2.	Paladar .....	27
2.8.3.	Olfato .....	28
2.8.4.	Tato – Somestesia, Cinestesia e Sinestesia .....	28
2.8.5.	Sala de Prova .....	28
3.	Materiais e Métodos.....	30
3.1.	Formação do Painel Interno de Provadores da ACPBAV .....	30
3.1.1.	Teste de Identificação dos Sabores Elementares .....	31
3.1.2.	Teste de Comparação de Pares .....	32
3.1.3.	Teste Triangular – Quatro Níveis.....	33
3.1.4.	Teste de Ishihara .....	34
3.2.	Definição da Cor de Referência do Vinho Verde Rosé.....	34
3.3.	Análise Sensorial .....	35
3.4.	Determinação da Cor.....	36
3.4.1.	Preparação da Amostra .....	36
3.4.2.	Análise Colorimétrica .....	37
3.5.	Avaliação dos Espectros de Absorção.....	38
4.	Resultados d Discussão .....	39
4.1.	Recrutamento dara Painel de Provadores .....	39
4.1.1.	Identificação de Sabores Elementares .....	40
4.1.2.	Teste de Comparação de Pares .....	41
4.1.3.	Teste Triangular – Quatro Níveis.....	41
4.1.4.	Teste de Ishihara .....	42
4.2.	Definição da Cor de Referência .....	43
4.3.	Análise Sensorial .....	44
4.4.	Variação da Cor do Vinho Verde Rosé ao Longo do Tempo de Armazenamento.....	45
4.5.	Comparação dos Espectros de Absorvância .....	48
5.	Conclusões.....	53
	Bibliografia .....	54



Anexos .....	57
Anexo I – Características dos Vinhos Verdes Utilizados .....	58
Anexo II – Temperaturas Médias de Armazenamento ao Longo de 25 Semanas .....	60
Anexo III – Copos Utilizados na Análise Sensorial .....	61
Anexo IV – Instruções de Utilização do <i>Exce</i> /Desenvolvido para Análise Colorimétrica .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logotipo da Adega Ponte da Barca.....	3
Figura 2: DO e IG de Portugal.....	7
Figura 3: Sub-regiões vinícolas pertencentes à região Minho.....	9
Figura 4: Fluxograma da produção de Vinho Verde (branco, tinto e rosé) pela ACPBAV.....	11
Figura 5: Esquema da classificação dos compostos fenólicos.....	14
Figura 6: Esquema de composto fenólico de natureza flavonoide.....	15
Figura 7: Reação de equilíbrio entre antocianinas em meio ácido.....	17
Figura 8: Reação de equilíbrio entre antocianinas e ião bissulfito.....	18
Figura 9: Representação do espaço colorimétrico tridimensional CIELAB.....	24
Figura 10: Classificação dos diferentes tipos de testes possíveis de utilizar em análise sensorial.....	26
Figura 11: Ficha de prova para o teste de identificação de sabores elementares.....	32
Figura 12: Ficha de resposta da prova de comparação de pares.....	32
Figura 13: Ficha de resposta da prova de identificação da amostra diferente.....	33
Figura 14: Exemplo dos cartões coloridos exibidos no teste Ishihara.....	34
Figura 15: Ficha de resposta do teste de Ishihara.....	34
Figura 16: Esquema para rotação de amostras entre candidatos.....	35
Figura 17: Formulário de resposta para análise sensorial, comparativa (teste triangular) de Vinhos Verdes rosé.....	36
Figura 18: Espectrofotómetro Genesys 30.....	37
Figura 19: Variação cromática do vinho rosé ( $\Delta E^*_{ab}$ ), e respetivo erro associado ( $p = 0,05$ ), ao longo das 25 semanas de armazenamento.....	46
Figura 20: Representação gráfica da absorvância ( $Abs$ ) em função do comprimento de onda ( $\lambda$ ) das amostragens realizadas: A) primeiro dia B) passados 20 dias C) passados 30 dias.....	49
Figura 21: Representação gráfica da absorvância ( $Abs$ ) em função do comprimento de onda ( $\lambda$ ) nas amostras realizadas com cuvetes de: a) 2 mm; b) 10 mm.....	51
Figura A.1: Características do Vinho Verde rosé.....	58
Figura A.2: Características do Vinho Verde branco.....	58
Figura A.3: Características do Vinho Verde tinto.....	59
Figura A.4: Características do copo utilizado para análise sensorial.....	61

Figura A.5: Painel de controlo do espectrofotómetro. ....	62
Figura A.6: Janela de comandos com respetiva legenda. ....	63
Figura A.7: Representação dos dados transferidos para computador. ....	63
Figura A.8: Representação da explicação da utilização do <i>Exce</i> /CIELAB. ....	64

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Concentrações ( $C$ ) utilizadas para o teste de identificação de sabores elementares .....	31
Tabela 2: Concentração de ácido cítrico ( $C_{citr}$ ) introduzido em cada nível de teste.....	33
Tabela 3: Resultados obtidos na prova de identificação de sabores elementares .....	40
Tabela 4: Resultados obtidos na prova de deteção de odores .....	41
Tabela 5: Resultados obtidos na identificação da amostra diferente .....	42
Tabela 6: Resultados obtidos no teste de Ishihara .....	43
Tabela 7: Médias das coordenadas da cor dos vinhos de cada cuba e erro associado ( $p=0,05$ ) .....	44
Tabela 8: Número de respostas corretas para cada um dos testes triangulares .....	44
Tabela 9: Valores de absorvância a 520 nm ( $Abs_{520}$ ) correspondente aos picos nas curvas de Rosé Teste para cada amostra e data avaliada .....	50
Tabela 10: Valores dos comprimentos de onda onde existe interceção gráfica .....	52
Tabela A. 1: Temperaturas médias ( $T$ ) diárias de armazenamento do Vinho Verde rosé ao longo de 25 semanas .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

### SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ACPBAV	Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez, C.R.L.
CIE	<i>Commission Internationale de L'éclairage</i>
CMF	<i>Color Matching Function</i>
CVRL	Comissão Vitivinícola da Região de Lisboa
CVRVW	Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes
DO	Denominação de Origem
DOC	Denominação de Origem Controlada
DOP	Denominações de Origem Protegida
IG	Indicação Geográfica
IGP	Indicação Geográfica Protegida
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IVDP	Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto
IWV	Instituto da Vinha e do Vinho
JNV	Junta Nacional do Vinho
OIV	Organização Internacional da Vinha e do Vinho
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PVP	Polivinilpirrolidona
PVPP	Polivinilpolipirrolidona
UE	União Europeia
WIP	<i>Wine Tourism in Portugal</i>

### Variáveis

<i>Abs</i>	Absorvância
$C_{SO_2}$	Concentração de dióxido de enxofre
<i>C</i>	Concentração
$C_{Citr}$	Concentração de ácido cítrico
$L^*$	Coordenada de cor CIELAB referente à luminosidade ( $0 \leq L^* \leq 100$ )
$a^*$	Coordenada de cor CIELAB referente à gama verde ( $-a^*$ ) a vermelho ( $+a^*$ )

$b^*$	Coordenada de cor CIELAB referente à gama azul ( $-b^*$ ) a amarelo ( $+b^*$ )
$\Delta E^*_{ab}$	Distância euclidiana entre duas cores representadas no espaço CIELAB
$\Delta a^*$	Diferença entre duas cores na componente $a^*$
$\Delta b^*$	Diferença entre duas cores na componente $b^*$
$C^*_{ab}$	Saturação de cor
$h^*_{ab}$	Tonalidade
$\lambda$	Comprimento de onda
$\phi(\lambda)$	Função de estímulo de cor da luz vista pelo observador
$T(\lambda)$	Fator de transmitância espectral
$S(\lambda)$	Potência espectral

### Expressões do latim

<i>et al.</i>	<i>et alii</i> (e outros)
<i>a priori</i>	à primeira vista
<i>vs.</i>	<i>Versus</i> (por oposto a)

## 1. ENQUADRAMENTO

### 1.1. Objetivos e Motivação do Trabalho

O vinho é um produto obtido exclusivamente por fermentação alcoólica, total ou parcial de uvas frescas, esmagadas ou não, ou em alternativa de mosto de uvas frescas. Deve apresentar um título alcoométrico volúmico superior a 8.5 %, e todos os processos tecnológicos envolvidos na sua produção são estipulados por lei, a fim de tornar o vinho adequado ao consumo humano, de acordo com o Regulamento (UE) n.º 1308/2013.

A produção de vinho é bastante complexa. Da vinha à garrafa, cada etapa requer atenção e cuidado para que a qualidade do produto final se afirme.

A produção de Vinho Verde inicia-se com a colheita das uvas. A decisão de quando efetuar esta atividade tem influência direta na qualidade do vinho, uma vez, existe uma época certa para ser realizada. Caso sejam colhidas antes do tempo, irão conferir características mais ácidas e menos alcoólicas ao vinho; o contrário acontece no caso de a colheita ser tardia.

Segue-se a fase de vinificação que engloba o desengace, a fermentação do mosto e uma trasfega. Após a fase de vinificação, o vinho passa por uma etapa de clarificação e estabilização, que visa tanto a eliminação de componentes não desejados, como a prevenção de futuras turvações e evolução projevativa. A fim de aprimorar as características organoléticas dos vinhos, procede-se à maturação e envelhecimento. Por fim, efetua-se o engarrafamento e a expedição dos vinhos (Jackson, 2008; Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006).

A cor é a primeira característica a ser avaliada nos vinhos e fornece informações bastante relevantes sobre o mesmo, sendo um fator que influencia a aceitação por parte dos comerciantes e consumidores (OIV, 2006). A análise visual da cor está profundamente relacionada com as restantes sensações organoléticas como o aroma, a textura e o sabor. A cor é, principalmente, uma consideração de qualidade, mas também auxilia nos problemas de segurança, pois a sua alteração pode indicar uma falha no processo de produção ou contaminação bacteriana. Permite ainda fazer a classificação dos vinhos em três grandes grupos: vinho “branco”, “tinto” e “rosé”. O vinho rosé é considerado um caso particular do vinho tinto (Encarnação, 2019; Escribano-Bailón, Rivas-Gonzalo, & García-Estévez, 2019).

Neste trabalho recorreu-se a duas terminologias Vinho Verde rosé, nomenclatura utilizada pela Adega para os seus produtos, e Vinho Verde Rosado, utilizado nos documentos legislativos citados.

A produção de vinho recorrendo aos métodos tradicionais é feita há cerca de 8 000 anos. Desta forma, a avaliação e quantificação das cores dos vinhos era feita a olho nu, um método bastante falível uma vez que depende do limiar de perceção dos avaliadores. Assim, surgiu a necessidade de desenvolver um método que permitisse fazer a identificação e caracterização objetiva da cor do vinho (Encarnação, 2019; Upstone, 2014).

O objetivo do trabalho presente divide-se em várias partes. Inicialmente pretendeu-se formar um painel interno de provadores para análise sensorial e criou-se uma referência de cor para os Vinhos Verdes rosé da Adega. Numa segunda parte, pretendeu-se desenvolver um algoritmo, numa folha *Excel*, para implementação do método CIELAB. Posteriormente, pretendeu-se definir o limite máximo de perceção humana para variações colorimétricas. Por último, recorrendo ao método desenvolvido em *Excel* e à cor de referência definida, pretendeu-se avaliar a eventual alteração da cor dos vinhos ao longo do tempo de armazenamento, durante 25 semanas. Em simultâneo, analisaram-se os espectros de absorção de Vinho Verde rosé e vinhos previamente selecionados, a fim de se estudar e avaliar o comportamento das suas curvas de absorvância características.

## 1.2. Adega Cooperativa de Ponte da Barca

A Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez, ACPBAV, está sediada na Avenida Fernão Magalhães em Ponte da Barca. Foi construída provisoriamente em 1963 e iniciou atividade em 1968. A Adega está implantada na sub-região de Lima. Esta, é atravessada pelos rios Lima, Vade e Vez, que conferem amplitudes térmicas, precipitação e altitude para que a casta branca Loureiro e a casta tinta Vinhão atinjam a sua plenitude atribuindo características únicas de grande destaque aos vinhos.

Apresenta cerca de 1 000 associados representando uma área de vinha de 900 ha, sobretudo nos concelhos de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez.

A ACPBAV é produtora de vinhos, vinhos espumantes e aguardentes com DOC “*Vinho Verde*”. Os seus principais vinhos são monovarietais – Vinhão e Loureiro. Ainda possuem produtos que incorporam as castas brancas: Arinto, Trajadura e Alvarinho, e as castas tintas Espadeiro e Borraçal. Todos os vinhos da Adega são caracterizados por uma excelente acidez com teor alcoólico moderado, frutados, harmoniosos e agradáveis ao consumo.



Nos últimos anos, a fim de garantir riqueza e qualidade dos vinhos, a Adega investiu em inovação dos produtos e equipamento de grande eficiência em várias áreas. A marca Adega Ponte da Barca, conhecida atualmente pelo logotipo da Figura 1, está presente a nível nacional e internacional contando com inúmeros prémios recebidos em Portugal, Japão, Rússia, Alemanha, Brasil e EUA.

Em 2008, a Adega Ponte da Barca cofundou a Viniverde – Promoção e Comércio de Vinhos Verdes S.A. A criação desta parceria visou aumentar os negócios de exportação para mercados de grande potencial que procurem a autenticidade dos Vinhos Verdes.

A empresa possui ainda programas de enoturismo que prometem oferecer descobertas sobre o setor vinícola e toda a sua história milenar. Uma vez que se encontra inserida no Parque Nacional da Peneda do Gerês, todas as rotas são acompanhadas de paisagens verdes e naturais (ACPBAV, 2020a).



Figura 1: Logotipo da Adega Ponte da Barca (ACPBAV, 2020a).

### 1.3. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos. O enquadramento geral constitui o primeiro capítulo, neste são apresentados os objetivos, as motivações para este estudo e a empresa onde foi realizado o trabalho.

O segundo capítulo — Conceitos Teóricos — apresenta, sucintamente, a história do vinho em Portugal, desde os primórdios até aos tempos atuais, e ainda as designações oficiais. De seguida, são explicadas todas as etapas dos processos produtivos dos Vinhos Verdes branco, tinto e rosé na ACPBAV. De igual modo, é feita uma revisão sobre a importância da cor do vinho e de onde é originada, assim como os fatores que influenciam a sua estabilidade. São ainda referenciados agentes utilizados durante

a vinificação que têm impacto a nível da colorimetria do vinho. De seguida, é apresentada, resumidamente, a evolução dos métodos de estudo da cor, bem como os fundamentos teóricos da análise da cor recorrendo ao método CIELAB e o seu funcionamento. No final deste capítulo são revistos conceitos necessários para análise sensorial: visão; paladar; olfato; tato e sala de provas.

No terceiro capítulo – Materiais e Métodos – são relatados os testes utilizados para a formação do painel interno de provadores, as práticas utilizadas para desenvolver uma cor de referência para o vinho rosé e o método utilizado para as provas sensoriais. Posteriormente, é descrita a preparação das amostras, e a forma como foi efetuada a determinação da cor.

No quarto capítulo – Resultados e discussão – são apresentados os resultados obtidos com a respetiva discussão, sendo comparados com outros dados publicados sempre que tal foi possível. Inicialmente é analisada a aptidão de cada candidato para incorporar o painel de provados através do seu desempenho nas provas requeridas. São estudados os resultados obtidos nas provas organoléticas a fim de obter o valor limite de perceção do painel de provadores da variação da cor, nas condições estudadas. De seguida, é caracterizada a cor de referência de acordo com o método CIELAB, ou seja, decompondo a cor nas coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Posteriormente são discutidos os dados relativos à evolução da cor do Vinho Verde rosé ao longo de 25 semanas. Por último, neste capítulo, comparam-se os espectros de absorvância do Vinho Verde rosé e rosé teste laboratorial.

Finalmente, no quinto e último capítulo – Conclusões – são apresentadas as principais conclusões retiradas deste trabalho, assim como algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2. CONCEITOS TEÓRICOS

Esta secção visa a explicação de conceitos necessários para a boa compreensão do trabalho presente. Adicionalmente, de forma sucinta, é apresentada a história do vinho desde o seu surgimento até aos dias atuais, bem como processos de vinificação. No final deste capítulo são apresentados os conceitos físicos no que concerne à avaliação cromática do vinho, bem como a relação com a análise sensorial do mesmo.

### 2.1. História do Vinho em Portugal

O vinho é o produto da agricultura de maior impacto em praticamente todas as civilizações e, por este motivo, desempenha um papel bastante importante nas mesmas. Em Portugal, o vinho surge desde muito cedo na literatura inspirando lendas e mitos repletos de simbologias (IVV, 2020a).

Estima-se que a primeira vinha a ser cultivada em terras da Península Ibérica, foi nos vales do Tejo e Sado, há cerca de 4 000 anos, pelas mãos dos primeiros habitantes, os Tartessos. Nessa altura, o vinho era uma moeda de troca no que concerne a negociações comerciais entre povos.

A partir desta época, até cerca de 15 anos a.C., vários povos passaram por Portugal trazendo consigo não só conhecimentos e técnicas de cultivo, mas também novas castas de videiras que proporcionaram grande desenvolvimento na cultura da vinha e produção do vinho (IVV, 2020a).

Depois de várias invasões e fugas de povos, surge o Cristianismo, cuja grande expansão se dá nos séculos VI e VII. Nesta altura o vinho associa-se ao ato sagrado da comunhão havendo a obrigatoriedade da utilização do produto genuíno oriundo da videira (CVRLx, 2016).

É nos séculos XII e XIII que o vinho adquire grande importância no que concerne às exportações, sendo o principal produto exportado. Em 1143, no nascimento de Portugal pelas conquistas de D. Afonso Henriques, o vinho passa a incorporar a dieta dos homens medievais sendo enaltecido nas cerimónias religiosas.

No período de expansão portuguesa, séculos XV e XVI, as naus e os galeões partiram rumo à descoberta transportando vários produtos, entre os quais vinho. Para o transporte do néctar utilizavam-se barricas que se mantinham espalhadas pelos porões, agitadas pelas ondas, expostas ao sol, ou submersas na água. Aqui, surgem vinhos de melhor qualidade, fruto do envelhecimento fortuito durante as viagens, denominando-se vinho de “Roda” ou de “Torna Viagem”. Estes vinhos eram vendidos por

um valor mais alto e levou a um aumento de exportações de vinhos portugueses de qualidade (IVV, 2020a; WIP, 2020).

Já no século XVIII, sob a influência do Marquês de Pombal, a vinicultura beneficiou de novas medidas protetoras. Com a elevada procura dos vinhos portugueses por parte dos países europeus, os produtores negligenciaram a sua qualidade para aumentarem a quantidade a exportar, o que levou a uma crise no setor. O Marquês de Pombal criou a Companhia Geral da Agricultura das Vinhas do Alto Douro a fim de terminar com a crise, controlar a produção e o comércio dos vinhos da região. Desta forma, procedeu à demarcação oficial da região pela primeira vez (IVDP, 2020; WIP, 2020).

Em 1933, 1937 e 1986 fundaram-se, respetivamente, a Federação dos Vinicultores do Centro e Sul de Portugal, a Junta Nacional do Vinho (JNV) e o Instituto da Vinha e do Vinho (IVV). Ainda em 1986, Portugal adere à Comunidade Económica Europeia regendo-se pelas suas políticas de mercado. Por consequência, o conceito de Denominação de Origem (DO) foi harmonizado com a legislação comunitária e introduziu-se a classificação de “Vinho Regional”, que engloba os vinhos com Indicação Geográfica (IG) enaltecendo a política de qualidade dos vinhos portugueses (WIP, 2020).

## 2.2. Vinho e as suas Designações Oficiais

De acordo com o Regulamento (UE) n.º 1308/2013, de 17 de dezembro, define-se vinho como produto obtido exclusivamente por fermentação alcoólica, de uvas frescas, esmagadas ou não, ou de mosto de uva.

Quando Portugal se juntou aos países constituintes da União Europeia foram implementadas alterações na designação dos vinhos. Desta forma estabeleceu-se o conceito de Denominação de Origem (DO) que é atribuído a vinhos cujas características e individualidade se ligam indissociavelmente a determinada região. Para beneficiar do título de DO, todo o processo de produção, incluindo a casta utilizada, os métodos de vinificação e as características sensoriais, são severamente controlados. Esta denominação oficial apenas é conferida através de entidades Certificadoras (IVV, 2020b; Regulamento (UE) n.º 1308, 2013).

De acordo com o Regulamento (UE) n.º 1308/2013, de 17 de dezembro, DOP, Denominação de Origem Protegida, é a designação atribuída aos vinhos com DO com proteção nos termos estabelecidos na regulamentação, integrando um registo comunitário único. Atualmente, em Portugal existem 31 DOP, distribuídas de acordo com a Figura 2. (IVV, 2020c)

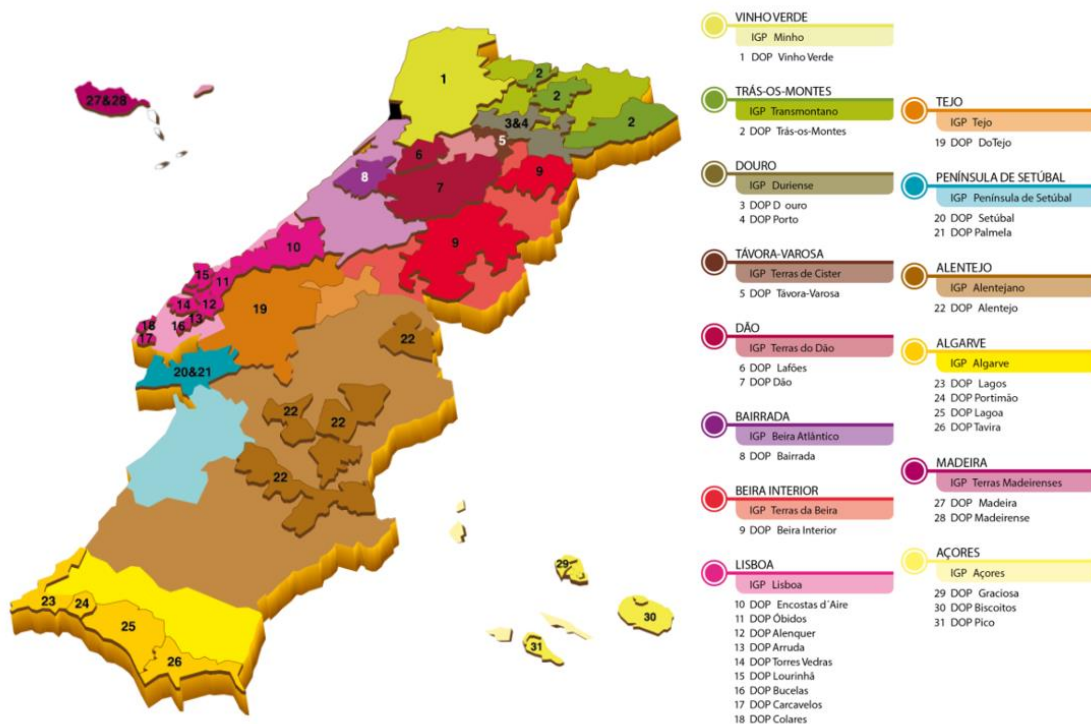


Figura 2: DO e IG de Portugal (adaptado de IVV, 2020c).

A Indicação Geográfica (IG), segundo o Regulamento (UE) n.º 1308/2013, de 17 de dezembro, é a designação atribuída a produtos com direito a indicação geográfica produzidos na região cujo nome adotam. Neste caso, pelo menos 85 % das uvas utilizadas para elaboração do vinho têm obrigatoriamente de ser provenientes de castas da própria região. Em particular, os vinhos com IG que possuem proteção nos termos estabelecidos na regulamentação e ainda têm um registo comunitário único, são designados comunitariamente com IGP: Indicação Geográfica Protegida [Regulamento (UE) n.º 1308,2013]. Atualmente, em Portugal são destacadas 14 IGP, conforme a Figura 2 (IVV, 2020c).

O noroeste de Portugal é uma zona propícia a cultivo da vinha uma vez que é rica em água e beneficia da proteção fornecida pelos vales e montanhas. A região Entre-Douro-e-Minho, faz fronteira com o rio Minho, com zonas montanhosas a sul e a este e com o oceano Atlântico a oeste. A sua demarcação ocorreu a 18 de setembro de 1908, sendo uma das regiões vitivinícolas mais antigas em Portugal. Esta é a maior região demarcada de Portugal e uma das maiores da Europa. Possui uma extensão de vinha de cerca de 16 000 ha (CVRVV, 2020b; IVV, 2020d).

De acordo com o Decreto n.º 16 684, publicado no Diário do Governo de 2 de abril de 1929, "Apenas se deve considerar Vinho Verde aquele que resulta da fermentação de mostos provenientes de uvas regionais frescas, bem maduras, pois são estas e nestas condições as únicas capazes de originarem

aquele vinho que apresenta as características mundialmente ímpares e que, de resto, a Lei definiu aquando da Demarcação Regional."

A nível mundial, em 1949, a reivindicação da Denominação de Origem Vinho Verde, apresentado ao OIV – "Office International de la Vigne et du Vin", em Paris, é aceite e, posteriormente, em 1973, foi feito o reconhecimento do registo internacional desta Denominação de Origem pela OMPI – Organização Mundial da Propriedade Intelectual, em Genebra. Desta forma, a denominação Vinho Verde ganha reconhecimento internacional pelas suas características únicas, adquiridas através do meio geográfico em harmonia com fatores naturais e humanos.

De acordo com a Portaria n.º 668, de 11 de agosto de 2010, estão reconhecidas nove sub-regiões pertencentes à região Minho, como representadas na Figura 3: Amarante; Ave; Baião; Basto; Cávado; Lima; Monção e Melgaço; Paiva; Sousa.

O perfil sensorial dos Vinhos Verdes brancos jovens apresenta cor citrina ou palha (termos de uso corrente), aromas ricos, frutados e florais, dependendo das castas que lhes dão origem. Na boca são harmoniosos, intensos e possuem grande frescura. No entanto, os Vinhos Verdes brancos envelhecidos exibem cor dourada, possuindo aromas de fruta madura, como o marmelo, e de mel. Na boca sente-se maior complexidade e estrutura, classificando-se como um vinho mais redondo, gordo e persistente. Os vinhos rosé possuem uma cor rosada, aromas intensos, frescos enquanto o sabor é harmonioso, fresco e persistente. Já os Vinhos Verdes tintos apresentam cor vermelha intensa e, por vezes, espuma rosada ou vermelha viva, aroma vinoso, com destaque para os frutos silvestres. Na boca são frescos e intensos, muito gastronómicos (CVRW, 2020c; Sá, 2013).

### 2.3. Processo de Vinificação de Vinho Verde

O trabalho presente restringe-se a uma característica específica dos vinhos tintos e dos vinhos rosé, a cor. Segundo a Portaria n.º 152/2015, de 26 de maio, os métodos e práticas de vinificação deverão ser as mais adequadas à obtenção de vinhos de qualidade. Apenas é permitida a vinificação de Vinho Verde branco com uvas brancas, de Vinho Verde rosado com uvas tintas e de Vinho Verde tinto com uvas tintas ou tintas e brancas. No caso da mistura de uvas, as brancas não podem exceder os 15 % do total; de outra forma, o vinho é designado de palhete ou palheto (Portaria n.º 152, 2015). É permitida a vinificação de Vinho Verde branco com uvas tintas, no caso particular de se destinar a vinho base para elaboração de vinhos espumantes com DO espumante de Vinho Verde.

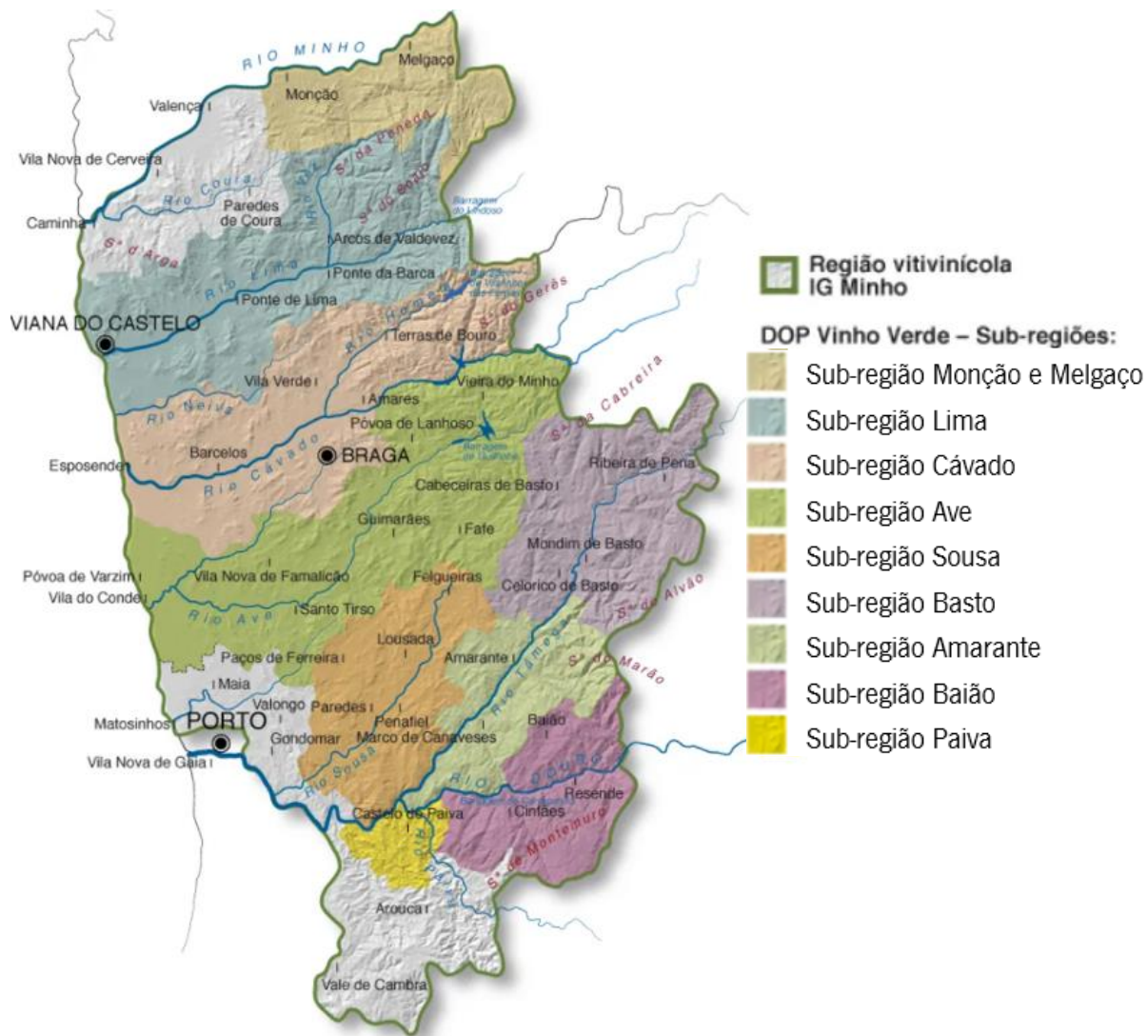


Figura 3: Sub-regiões vinícolas pertencentes à região Minho (adaptado de CVP, 2015).

De acordo com a Portaria 333/2016, de 23 de dezembro, os mostos destinados à produção de vinhos com DO Vinho Verde devem possuir título alcoométrico volúmico natural mínimo de 8,5 %. Nos mostos com vista à produção de vinhos com indicação de sub-região, o valor mínimo aumenta para 9 %, com exceção dos mostos produzidos a partir da casta Alvarinho, cujo valor mínimo deve ser 11,5 %. No que concerne às características dos vinhos, o Vinho Verde deve possuir título alcoométrico volúmico total, igual ou superior a 8,5 %, e não superior a 14 %. O título alcoométrico volúmico adquirido deve estar compreendido entre 8 % e 11,5 %, podendo exceder o valor máximo nos casos particulares dos vinhos com indicação de casta, sub-região ou designativos de qualidade como: Escolha; Grande Escolha; Superior; Colheita selecionada; Reserva (Portaria n.º 152, 2015).

O processo genérico de vinificação de vinhos, com particularidades dos Vinhos Verdes branco, tinto e rosé da ACPBAV, está exemplificado no fluxograma da Figura 4. Inicia-se pela receção e descarga da matéria-prima. Se as uvas rececionadas visam a produção de Vinho Verde branco, são imediatamente direcionadas para o processo de desengace. Desta forma, é possível separar os engaços dos bagos e, de seguida, prensar os bagos, adicionando enzimas de forma a facilitar o processo. Este processo envolve aplicação de pressões para extração da fração líquida dos bagos. A aplicação de força é controlada de forma a evitar esmagar as grainhas. Caso contrário, a qualidade do mosto diminui por incorporação da fração oleosa da grainha, originando sabores desagradáveis. Normalmente o mosto obtido é dividido em três frações: a primeira deve-se ao escorrimento simples da fase líquida sem que haja força aplicada; a segunda refere-se à fração originada pela aplicação de baixas pressões; e a terceira onde são aplicadas pressões até 200 kPa (2 bar). A última fração é separada das duas primeiras uma vez que transporta sólidos suspensos resultantes da dilaceração das películas e, conseqüentemente, origina um mosto de qualidade inferior (Ribéreau-Gayon, Dubourdiou, Donèche, & Lonvaud, 2006).

Após prensagem, o mosto é um líquido turvo e, por isso, recorre-se à clarificação a fim de eliminar materiais em suspensão. Pode ser usado um de dois processos para clarificação: decantação estática ou flotação. A primeira é feita a baixas temperaturas (7 °C a 10 °C), para bloquear a ação de leveduras e facilitar o depósito das borras, durante 24 h a 48 h. Para aumentar a velocidade de decantação recorre-se à utilização de enzimas pectolíticas e SO<sub>2</sub>, o que permite a redução da viscosidade do mosto e facilita a sedimentação, retardando também a fermentação. A flotação é requerida quando existem grandes quantidades de mosto, consistindo na implosão de microbolhas de gases, como por exemplo, azoto, no mosto. O gás é introduzindo no fundo da cuba e, durante a sua ascensão, os sólidos suspensos aderem à superfície das microbolhas clarificando o mosto. Posteriormente, o mosto para produção de Vinho Verde branco, encontra-se pronto para fermentação alcoólica.

No que concerne ao Vinho Verde tinto e Vinho Verde rosé, após a descarga, direciona-se a matéria-prima para o processo de desengace e esmagamento parcial, o que danifica a película dos bagos, facilitando a extração de sumo dos mesmos. Desta forma, as massas vnicas, constituídas por mosto e películas, estão prontas para a fermentação alcoólica.



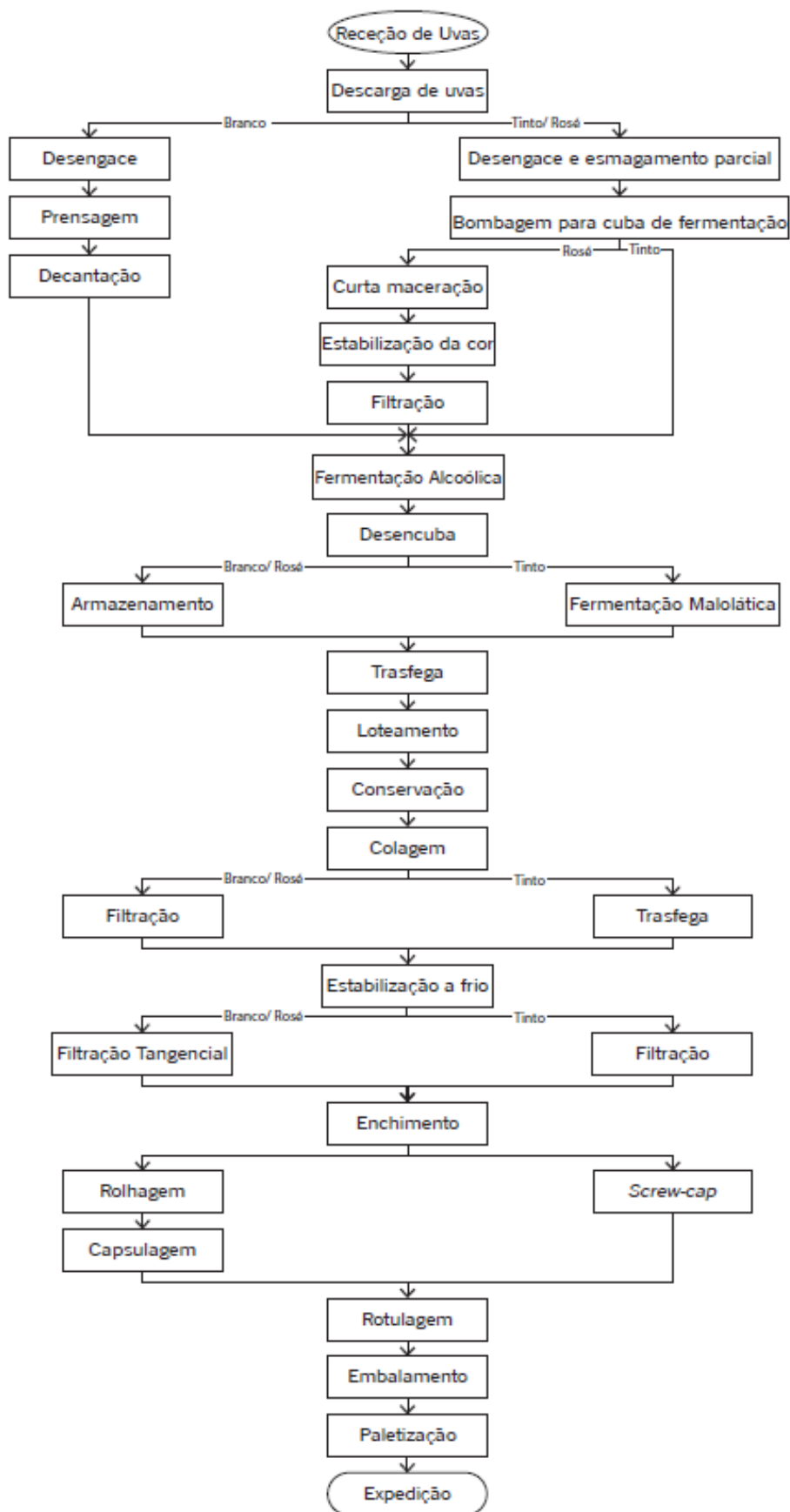


Figura 4: Fluxograma da produção de Vinho Verde (branco, tinto e rosé) pela ACPBAV.

No caso do Vinho Verde rosé, após estes processos, passa por uma curta maceração, estabilização da cor e filtração a vácuo. A maceração do mosto permite a extração de nutrientes, aromas e outros constituintes das uvas. Esta etapa decorre durante 12 h a 24 h, sendo adicionado dióxido de enxofre em concentrações entre 5 mg/L e 8 mg/L, que atua como agente antimicrobiano, atrasando a fermentação e evitando a proliferação de microrganismos, e como agente antioxidante (Jackson, 2008; Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006). Segue-se a estabilização da cor do mosto com aplicação de doses baixas de enzimas pectolíticas, de 0,5 mg/L a 2 mg/L, para facilitar a sedimentação dos sólidos, tornando o processo mais rápido (Jackson, 2008; Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006). Por fim, recorre-se à filtração sob vácuo, um método de clarificação dinâmica do mosto através de terras de diatomáceas, que visa a eliminação dos sedimentos oriundos das etapas anteriores. Desta forma, o mosto de Vinho Verde rosé encontra-se pronto para a fermentação alcoólica.

Nesta fase, os mostos dos Vinhos Verdes branco, tinto e rosé, encontram-se preparados para a fermentação alcoólica. Na cuba de fermentação, são adicionadas leveduras de forma a despoletar a fermentação alcoólica. Nesta etapa é importante efetuar o controlo de temperatura. A fermentação de vinho branco e rosé, deve realizar-se entre os 16 °C e os 23 °C, sendo que que temperaturas próximas dos 18 °C originam vinhos com boa qualidade aromática. No caso do vinho tinto, a fermentação deve decorrer a temperaturas superiores, entre 23 °C e 30 °C. A temperaturas mais baixas, a taxa de fermentação é menor e, conseqüentemente, maior a sua duração, originando vinhos com aroma mais frutado. Por outro lado, quanto mais elevada a temperatura, menor o tempo de fermentação, e maior a extração de compostos fenólicos. Após fermentação, aquando da desencuba, há adição de dióxido de enxofre para inibir as leveduras e o crescimento microbiano. Após fermentação, os vinhos são separados das borras.

Os vinhos brancos e rosé são armazenados. O vinho tinto segue para a fermentação maloláctica. Este processo é responsável pela transformação do ácido málico a ácido láctico, na qual há libertação de dióxido de carbono gasoso por ação de bactérias láctica. A diminuição da acidez resultante desta etapa confere estabilidade ao produto. Após término da fermentação do vinho tinto, este é trasfegado para cubas de conservação malolática.

Nesta fase do processo, todos os vinhos, branco, tinto e rosé, encontram-se em cubas de conservação sob vigilância. Sendo a etapa igual nos 3 tipos de vinho, o processo apenas avança quando houver necessidade de novos engarrafamentos. Nessa altura, é iniciado o processo de colagem do vinho.

Este processo consiste na adição de agentes de colagem, que adsorvem material particulado. Normalmente, os agregados formados são suficientemente grandes para uma precipitação rápida. Além de facilitar a clarificação do vinho, a colagem confere estabilidade, previne turvação dos vinhos, elimina certos sabores estranhos e elimina quantidades excessivas de compostos fenólicos, amargos e adstringentes (Jackson, 2008).

A remoção dos precipitados e dos agregados originados na colagem difere do vinho tinto para o vinho branco e rosé. Os vinhos brancos e rosé são filtrados enquanto que os vinhos tintos são trasfegados.

De seguida, os 3 tipos de vinho resultantes destas etapas são estabilizados a frio. Este processo confere estabilização proteica através da desnaturação, absorção ou neutralização de proteínas. É efetuado por refrigeração do vinho provocando cristalização e precipitação de compostos instáveis, que posteriormente são removidos por filtração.

A partir deste momento, os vinhos tinto, branco e rosé são processados sem diferenciação. Após o enxaguamento das garrafas, procede-se ao seu enchimento. De seguida vedam-se as garrafas utilizando rolhas e cápsula ou *screw-cap*. Segue-se a colocação dos rótulos, o embalamento em caixas, a paletização e a expedição do produto final devidamente identificado e embalado

## 2.4. Cor dos Vinhos

A cor é um indicador da qualidade do vinho que se manifesta como uma sensação – percepção de luz. É a primeira característica do vinho a ser avaliada e expõe, *a priori*, defeitos e qualidades do produto. Pelo aspeto, o consumidor receberá informação prévia à qual irá associar características organolépticas que podem ou não ser reais (Carle & Schweiggert, 2016; Encarnação, 2019).

A cor está diretamente relacionada com os compostos fenólicos presentes nas uvas que conferem não só a tonalidade do vinho, mas também corpo e adstringência (Cabrita, Ricardo-da-Silva, & Laureano, 1999). Os compostos fenólicos presentes nas uvas são extraídos através dos processos de esmagamento, maceração e fermentação. Ao longo do tempo, estes compostos sofrem diferentes alterações relacionadas com diversos fatores relacionados com a natureza dos compostos fenólicos bem como a sua reatividade, o pH do meio ou a temperatura a que se encontram (Carle & Schweiggert, 2016; Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006).

Os compostos fenólicos são compostos que contêm uma ou mais funções “fenol”, e encontram-se em grande parte dos alimentos frescos e processados por serem metabolitos secundários

bastante dissociáveis. Possuem benefícios para a saúde pela sua ação contra radicais livres se consumidos regularmente. Têm vantagens por exercerem atividade anti-carcinogénica, anti-mutagénica e anti-inflamatória (Ribéreau-Gayon, Dubourdiou, Donèche, & Lonvaud, 2006). Distinguem-se dois grandes grupos de compostos fenólicos, os flavonoides e os não flavonoides, como representado na Figura 5.

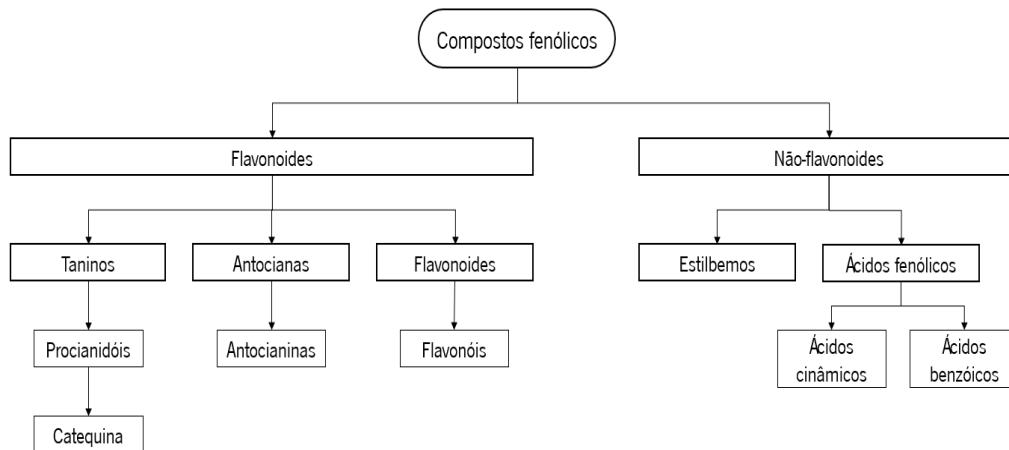


Figura 5: Esquema da classificação dos compostos fenólicos (adaptado de Navarre & Langlade, 2010; Encarnação, 2019).

#### 2.4.1. Compostos Fenólicos Não-flavonoides

Os compostos não-flavonoides possuem estrutura química  $C_6-C_3$ . Estruturalmente são simples, no entanto têm origem diversificada. Os ácidos fenólicos estão armazenados na polpa e na película dos bagos. Estes compostos estão relacionados com o aparecimento de fenóis voláteis que têm impacto ao nível organolético no que concerne ao aroma. As primeiras substâncias fenólicas a serem oxidadas, pela sua riqueza em grupos hidroxilo, são os fenóis voláteis, pela ação das enzimas fenoloxidásicas (Di Tomaso, 1996; Navarre & Langlade, 2010).

#### 2.4.2. Compostos Fenólicos Flavonoides

Os compostos de natureza flavonoide são caracterizados pela estrutura química  $C_6-C_3-C_6$ , constituído por dois anéis fenólicos (A e B) separados por um anel pirano central que contém oxigénio

(C), como representado na Figura 6. Estes compostos estão categorizados em duas classes maioritárias – antocianinas e taninos – e duas classes minoritárias – flavonóis e 3-flanavóis –, de acordo com o estado da oxidação do grupo pirano.

Os compostos fenólicos mais comuns no vinho são os flavonóis, os taninos e as antocianinas. Existem na forma livre ou em polímeros associados a outros flavonoides (Di Tomaso, 1996).

Os taninos são os componentes fenólicos presentes em maior quantidade nas uvas. Conferem estrutura e possibilitam o envelhecimento dos vinhos. No vinho, os taninos estão presentes como polímeros de 3-flavanóis (catequinas) e de 3,4-flavanodióis (proantocianidinas) (Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006).

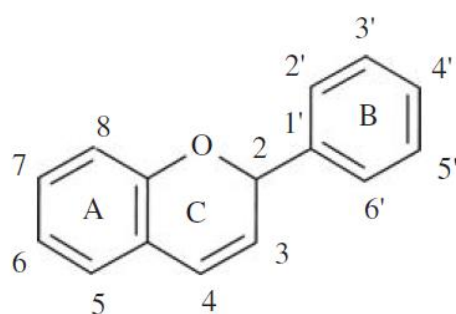


Figura 6: Esquema de composto fenólico de natureza flavonoide (adaptado de Di Tomaso, 1996).

Os taninos possuem a capacidade de se combinarem com outros compostos como polissacarídeos e proteínas. As combinações com os polissacarídeos conferem aptidão para inibição enzimática, uma das principais técnicas de colagem dos vinhos. As combinações de taninos do vinho com proteínas da saliva fazem com que estas precipitem causando uma sensação de adstringência. Durante o processo de maturação dos vinhos há tendência para o aumento gradual da polimerização dos taninos (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

As antocianinas aparecem na forma de heterósidos – antocianinas – com uma ou mais moléculas de açúcar, normalmente glucose. As antocianinas são os principais corantes do reino vegetal. No caso particular dos vinhos tinto e rosé, as antocianinas são responsáveis pela pigmentação vermelha. Estes compostos absorvem radiação visível com máximo entre 500 nm e 550 nm. As antocianinas localizam-se maioritariamente na película dos bagos e, no caso particular das castas tintureiras, também na polpa. A cor dos vinhos jovens deriva da extração de antocianinas através dos processos de vinificação (Moreno-Arribas & Polo, 2009; Navarre & Langlade, 2010).

Os taninos e as antocianinas presentes na película do bago protegem os tecidos internos dos efeitos nocivos da radiação solar UV através da absorção da mesma. No que concerne aos flavonóis, apesar de estarem presentes em baixas concentrações nas uvas, determinam, através de processos de co-pigmentação com as antocianinas, a evolução da cor dos vinhos (Moreno-Arribas & Polo, 2009; Navarre & Langlade, 2010).

Globalmente, o conteúdo fenólico total do vinho aumenta durante os estágios iniciais da fermentação. Os derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico são os mais rapidamente extraídos da uva, seguidos pelos flavonóis e antocianinas. Os de dissolução mais lenta são os 3-flavanóis (catequinas) e seus polímeros (procianidinas e taninos condensados). Inicialmente a extração é dependente do tempo, refletindo a duração do contacto do mosto com as grainhas e películas. Posteriormente, o conteúdo fenólico diminui à medida que ocorre oxidação e polimerização. Durante a maturação, o conteúdo fenólico continua em declínio. O envelhecimento em madeira resulta num aumento temporário no conteúdo fenólico (Birise, 2007; Di Tomaso, 1996).

## 2.5. Fatores que Influenciam a Estabilidade da Cor

As propriedades e a concentração das antocianinas presentes no vinho estão relacionadas com a cor do produto. A composição química do vinho influencia as estruturas das antocianinas e, conseqüentemente, a cor do produto final. Desta forma, a estabilidade da cor depende da estabilidade das antocianinas. Estas são influenciadas essencialmente por três fatores: o pH, o teor em SO<sub>2</sub> e a sua própria degradação (Birise, 2007; Ribéreau-Gayon, 1974).

### 2.5.1. pH

O pH é um dos fatores mais impactantes na cor do vinho uma vez que a cor das antocianinas depende do pH. De forma geral, estes pigmentos exibem cor vermelha em valores de pH muito baixos, mas mudam para tons de azul quando o pH é elevado, neutro ou básico. Para valores de pH ácido moderado, os pigmentos tornam-se incolores. As antocianinas, e compostos relacionados, encontram-se em soluções aquosas levemente ácidas. Nestas condições, as antocianinas, estão envolvidas em várias reações químicas dependentes do pH, originando 4 estruturas diferentes: catião flavílio (AH<sup>+</sup>), base

quinoidal (A), hemicetal, (B2) e chalcona (C). As reações estão representadas na Figura 7 (Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

No caso particular dos vinhos, para valores de pH baixos ( $\text{pH} < 2$ ), os pigmentos com maior importância são os catiões flavílio ( $\text{AH}^+$ ), caracterizados pela sua coloração vermelha intensa. Para valores de  $\text{pH} > 2$ , o catião flavílio ( $\text{AH}^+$ ) é convertido na sua base quinoidal (A) e na forma hemicetal (B2), exibindo cor roxa e incolor, respectivamente. O último pode sofrer nova reação química, formando chalcona cuja cor característica é o amarelo (Birser, 2007; Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018). Em meio muito ácido,  $\text{pH} \leq 1$ , o sistema converge para o catião flavílio, uma vez que tanto a reação da base quinoidal como do hemicetal, para dar o catião flavílio, dependem da concentração de próton (Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

Desta forma, o valor de  $\text{pK}_a$  da reação — 3 — aproxima-se do valor do pH do vinho — 3,25. Este valor é caracterizado por 50 % de antocianinas de coloração vermelha e 50 % de base incolor (Kennedy, 2008; Ribéreau-Gayon, 1974).

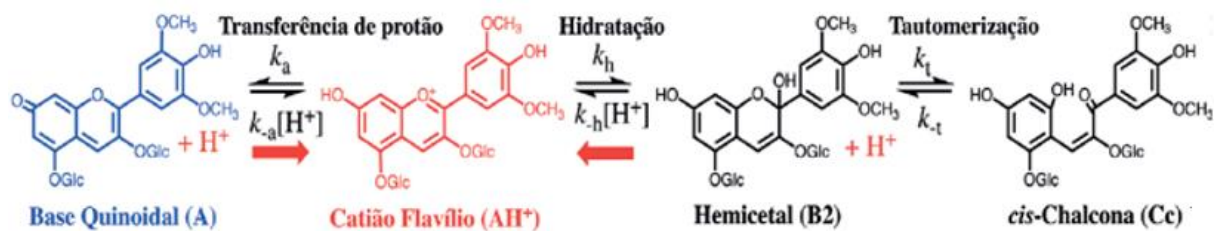


Figura 7: Reação de equilíbrio entre antocianinas em meio ácido (adaptado de Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

### 2.5.2. Dióxido de Enxofre

Na vinificação, adiciona-se dióxido de enxofre em várias etapas devido, sobretudo, às suas características antioxidantes e antimicrobianas. Este componente é responsável pela redução da pigmentação e pelo efeito de branqueamento (Birser, 2007). O íon bissulfito,  $\text{HSO}_3^-$ , reage com as antocianinas originando um composto incolor que diminui a coloração do vinho; esta reação é reversível e está representada na Figura 8. Os íons bissulfito encontram-se em menor número em condições fortemente ácidas pelo que o efeito de branqueamento será menor nessas condições. Devido a este fenómeno, é possível explicar a descoloração após tratamentos com sulfito. Geralmente a reação é reversível, pois à medida que o  $\text{SO}_2$  livre é reduzido a coloração reaparece gradualmente. No entanto,

se o bissulfito ou dióxido de enxofre forem adicionados em altas concentrações, a descoloração pode ser irreversível (Escribano-Bailón, Rivas-Gonzalo, & García-Estévez, 2019; Kennedy, 2008).

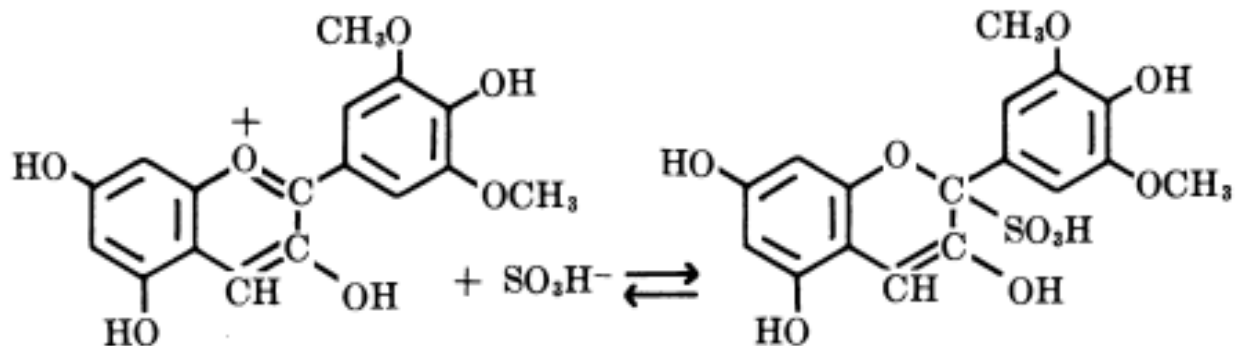


Figura 8: Reação de equilíbrio entre antocianinas e íão bissulfito (adaptado de Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

### 2.5.3. Degradação das Antocianinas

A perda de cor está também associada à diminuição de concentração de antocianinas ao longo do tempo, devido à combinação com outros compostos presentes no vinho e a reações de degradação.

Quando sujeitas a altas temperaturas, as antocianinas sofrem alteração de equilíbrio formando estruturas incolores. Esta reação terá maior extensão quanto maior a temperatura e maior o tempo de exposição à mesma, tornando as reações irreversíveis.

O arejamento tem grande impacto na coloração dos vinhos jovens, seja através de porosidade das barricas durante a conservação, seja durante as trasfegas ou armazenamentos, favorecendo a dissolução de oxigênio no vinho, provocando oxidação. Estes fenómenos estão associados à diminuição do teor de antocianinas e, conseqüentemente, perda de cor. Por outro lado, na presença de acetaldeído, a copolimerização entre taninos e antocianinas leva ao aumento da intensidade da cor, diminuição da quantidade de antocianinas na sua forma livre e um aumento da sua combinação com taninos. A oxidação favorece a condensação dos taninos o que provoca diminuição de adstringência. Com o aumento excessivo do tamanho das moléculas dá-se a sua precipitação, proporcionando a diminuição da intensidade da cor (Ribéreau-Gayon, Dubourdieu, Donèche, & Lonvaud, 2006).



## 2.6. Agentes com Impacto na Cor do Vinho

Nas etapas de estabilização e clarificação são adicionados agentes adsorventes ou reativos, utilizados separadamente ou em simultâneo, com o intuito de diminuir ou eliminar a concentração de constituintes indesejáveis (Moreno-Arribas & Polo, 2009). Desta forma obtém-se um vinho brilhante sem defeitos no aroma, cor ou gosto. Em contrapartida, se estes procedimentos forem utilizados sem controlo podem criar defeitos no vinho (Jackson, 2008). Os Agentes utilizados são agrupados em 7 categorias de acordo com a sua natureza (Moreno-Arribas & Polo, 2009):

1. Polímeros sintéticos;
2. Carvão ativado;
3. Terras;
4. Proteínas animais;
5. Proteínas vegetais;
6. Dióxido de silício;
7. Quelantes e enzimas metálicas.

### 2.6.1. Polímeros Sintéticos – Polivinilpirrolidona

No vinho rosé, as reações de ácidos fenólicos, flavonóis e antocianinas provocam aparecimento de pigmentação laranja, provocando instabilidade na cor. Durante o armazenamento dos vinhos, alguns compostos de aroma são envolvidos nas reações com os polifenóis, empobrecendo o seu odor (Gil, 2017).

Uma forma de limitar estas reações é diminuir a quantidade de polifenóis nos vinhos através da utilização de compostos como polivinilpirrolidona (PVPP), um polímetro sintético reticulado de polivinilpirrolidona (PVP), com forte afinidade pelos polifenóis. O PVPP é utilizado como produto em tratamentos de colagem. Pode ser introduzido no mosto, durante a fermentação ou no vinho acabado. Nos vinhos rosé é regulamente utilizado para redução de cor através da ligação com compostos fenólicos na forma monomérica, de dímeros e de trímeros. Tem capacidade de atuar a baixas temperaturas e precipita espontaneamente. Alguns tipos de PVPP possuem a vantagem de serem reutilizáveis após purificação (Gil, 2017).

### 2.6.2. Carvão Ativado

O carvão ativado é carvão tratado física ou quimicamente para aumentar exponencialmente a área de adsorção, com áreas superficiais de 500 m<sup>2</sup>/g a 1500 m<sup>2</sup>/g. Possui capacidade de adsorver uma vasta gama de compostos polares, essencialmente fenóis e seus derivados. Na indústria vinica, o carvão ativado é utilizado para descolorar vinhos e remover odores indesejados. Na descoloração, o composto é adicionado a fim de remover seletivamente monómeros e dímeros de flavonoides. No entanto, a aplicação de carvão ativado na remoção de odores funciona para os indesejados, mas também para os desejados (Jackson, 2008).

Embora a utilização deste material seja essencialmente positiva, também possui desvantagens. As doses típicas utilizadas nos mostos e nos vinhos acabados são de (10 a 50) g/hL e de (2,5 a 50) g/hL, respetivamente (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

### 2.6.3. Terras – Bentonite

A bentonite é um tipo de argila bastante utilizada na indústria vinica. Recorre-se à argila essencialmente para clarificação, remoção de proteínas instáveis e para impedir o desenvolvimento de casse de cúprica. A estabilidade proteica é um problema presente em mostos e em vinhos, mais acentuado em vinhos brancos e rosé. Esta instabilidade, juntamente com a precipitação de bitartarato de potássio, são grandes defeitos nos vinhos comerciais. Nestes casos, a utilização de bentonite permite a redução de proteínas instáveis a um nível onde a precipitação na garrafa não ocorra (Jackson, 2008).

A bentonite tem várias formas, no entanto a mais comumente utilizada possui forma de pequenas placas. Quando em contacto com água, hidratam formando uma suspensão coloidal com vasta área superficial, com capacidade de efetuar troca catiónica, adsorção e ligação por pontes de hidrogénio. A carga negativa da bentonite atrai proteínas com carga positiva. Os sítios carregados das proteínas são neutralizados pela troca catiónica, resultando em floculações e sedimentação de complexos argila-proteína. A rapidez com que se assenta permite que seja facilmente filtrada e, desta forma, não cria problemas de clarificação ou estabilidade. Esta argila é dos poucos agentes que tem impacto mínimo nas propriedades sensoriais dos vinhos tratados. No entanto, associada à utilização de bentonite está também a perda de cor de vinhos mais escuros (essencialmente vinho tinto) e a produção de sedimentos volumosos, o que provoca perda significativa de vinho aquando de trasfegas. A utilização

deste agente, para remover proteínas neutras ou carregadas negativamente, mostra-se ineficaz (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

A forma de bentonite mais comum utilizada em enologia é a sódica. Esta apresenta uma capacidade de ligação de proteínas muito maior de que a bentonite cálcica.

A bentonite cálcica é a menos utilizada nos vinhos já que apresenta menor capacidade de expansão, refletindo-se numa menor área de superfície. No entanto, produz um sedimento mais pesado o que o torna de remoção mais fácil (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

## 2.7. Determinação da Cor dos Vinhos – Método CIELAB

A cor está diretamente relacionada com a aparência do vinho, portanto esta deve ter controlo bastante severo. A análise da cor do vinho é uma prática com bastante relevância para as adegas e deve ser efetuada ao longo de todo o processo produção e armazenamento, uma vez que sofre constantes modificações despoletadas pela concentração, grau e tipo de polimerização de antocianinas e de condições do meio como pH e SO<sub>2</sub>.

A fim de obter uma análise objetiva ao aspeto do vinho e não depender apenas de provas organoléticas, foram desenvolvidos métodos que visam a determinação exata da cor do vinho. Ao longo dos anos, muitos cientistas criaram métodos para expressar a cor quantitativamente. Estes forneceram uma maneira de expressar cores numericamente, da mesma maneira que se expressam grandezas como comprimento ou massa. Um artista americano chamado Albert H. Munsell desenvolveu um destes métodos. O seu método consistia na utilização de várias tiras de papel colorido de diferentes matizes (*Munsell Hue*), luminosidades (*Munsell value*) e saturações (*Munsell chroma*), para comparação visual e posterior identificação da cor da amostra. Atualmente utiliza-se o *Munsell Color System*, sistema que representa a evolução do conceito do artista. Neste sistema, a cor é expressa numa combinação de letras/número (*HV/C*) em termos de matiz (*H*), luminosidade (*L*) e saturação (*C*), de acordo com a avaliação visual, recorrendo a gráficos de cores (Upstone, 2014). Posteriormente, a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) desenvolveu novos métodos para expressar as cores numericamente. Nos métodos mais conhecidos da CIE, a cor é descrita tridimensionalmente utilizando coordenadas de acordo com as propriedades espectrais da amostra. Atualmente, o método mais qualificado para a avaliação das características cromáticas dos vinhos é o CIELAB. Os valores de cor do CIELAB são apropriados para a identificação da cor do vinho e dos pigmentos do vinho uma vez que é um sistema com capacidade para descrever todas as cores do espectro visível (gama 380 nm a 780 nm), ou seja,

as cores perceptíveis ao olho humano (Upstone, 2014). Este método utiliza o espaço tridimensional de cores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para fornecer informações sobre as distinções de cor comparáveis a diferenças sensoriais, representando distinções entre luz e escuridão, vermelho e verde, azul e amarelo. Através da transformação das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , de acordo com as equações 19 e 20 apresentadas neste subcapítulo, obtêm-se as coordenadas polares  $C^*_{ab}$  e  $h^*_{ab}$ , coordenadas relacionadas com as características sensoriais humanas (Stancil & Jordan, 2007).

O sistema tricromático CIE 1931 apenas é utilizado para estímulos pequenos, de  $1^\circ$  a  $4^\circ$ . Com a perspectiva de alcançar estímulos maiores foi desenvolvida uma padronização aplicável para campos visuais maiores que  $4^\circ$ , representando um diâmetro aproximado de 90 mm à distância de 0,5 m. Com vista a transpor os valores XYZ de referência para  $10^\circ$ , foram realizadas transformações do sistema RGB-CMF. Estas transformações, de correspondência de cores, são fornecidas no padrão como valores de 360 nm a 830 nm em intervalos de 1 nm, com seis números significativos, e definem o observador colorimétrico padrão CIE 1964 (Stancil & Jordan, 2007).

Os valores dos triestímulos de referência denominam-se  $X_{10}$ ,  $Y_{10}$  e  $Z_{10}$ , sendo o seu cálculo efetuado de acordo com as equações (1), (2) e (3), respetivamente:

$$X_{10} = k_{10} \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{x}_{10}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

$$Y_{10} = k_{10} \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{y}_{10}(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

$$Z_{10} = k_{10} \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{z}_{10}(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

Onde:

$$\phi(\lambda) = T(\lambda) \cdot S(\lambda) \quad (4)$$

$$k_{10} = \frac{100}{\sum_{\lambda} S(\lambda) \cdot \bar{y}_{10}(\lambda) d(\lambda)} \quad (5)$$

Nas equações,  $\bar{x}_{10}$ ,  $\bar{y}_{10}$  e  $\bar{z}_{10}$  representam as *Color Matching Function* (CMFs) da referência de  $10^\circ$  do CIE,  $\phi(\lambda)$  é a função de estímulo de cor da luz vista pelo observador,  $T(\lambda)$  é o fator de transmitância espectral e  $S(\lambda)$  representa a potência espectral.

No sistema cromático CIE, os valores dos triestímulos  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  são calculados através das equações (6), (7) e (8), respetivamente.

$$X = k \sum_{\lambda} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \Delta\lambda \quad (6)$$

$$Y = k \sum_{\lambda} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda \quad (7)$$

$$Z = k \sum_{\lambda} \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \Delta\lambda \quad (8)$$

Onde:

$$k = \frac{100}{\sum_{\lambda} s(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d(\lambda)} \quad (9)$$

Cujas variáveis  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$  e  $\bar{z}(\lambda)$  são as CMF do padrão CIELAB.

No espaço tridimensional CIELAB, como ilustrado na Figura 9,  $L^*$  é o eixo central, representando a luminosidade cujos valores variam de 0 (preto) a 100 (branco). Nos restantes eixos,  $a^*$  e  $b^*$  representam as coordenadas cromáticas que oscilam entre valores positivos e negativos. No que concerne ao eixo  $a^*$ , os valores positivos indicam maior quantidade de vermelho enquanto que os valores negativos representam maior quantidade de verde. Já no eixo  $b^*$ , valores positivos são representativos de cor amarela enquanto os negativos indicam azul. Para ambos os eixos, o valor neutro, 0, representa cinzento (Upstone, 2014; Stancil & Jordan, 2007). O valor  $\Delta E^*_{ab}$  representa a distância euclidiana entre duas cores representadas no espaço. Existe uma distância limite tolerada que varia para cada situação (Schanda, 2007).

Para a utilização do método CIELAB é necessário obter os valores de transmitância. Desta forma recorre-se à análise por espectrofotómetro a fim de efetuar a leitura de absorvâncias da amostra no espectro visível e, posteriormente, calculam-se os valores de transmitância.

O espaço de cor CIELAB é caracterizado pelas equações (10), (11) e (12):

$$L^* = 116 \cdot f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \quad (10)$$

$$a^* = 500 \cdot \left[ f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \quad (11)$$

$$b^* = 200 \cdot \left[ f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (12)$$

As equações (10), (11) e (12) são calculadas com os valores obtidos das equações de (13) a (18), de modo a obedecer às condições estabelecidas.

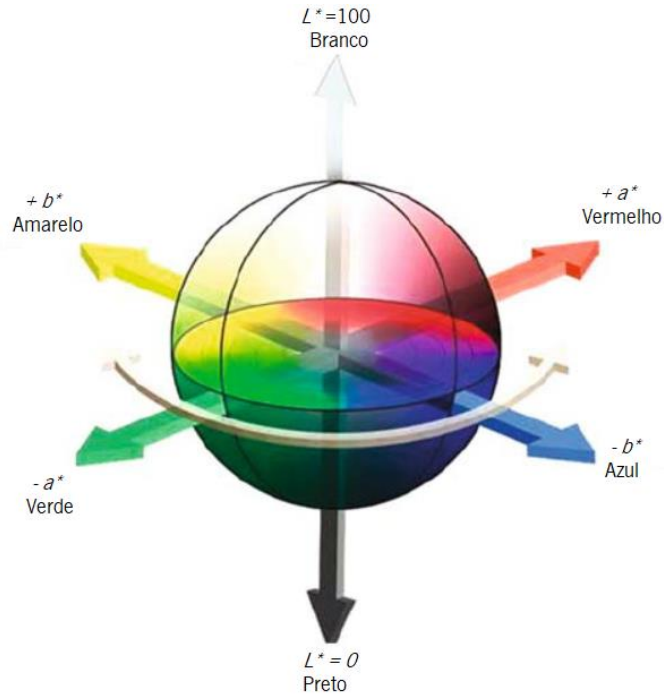


Figura 9: Representação do espaço colorimétrico tridimensional CIELAB.

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{se} \quad \left(\frac{X}{X_n}\right) > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (13)$$

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \frac{841}{108} \cdot \left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{4}{29} \quad \text{se} \quad \left(\frac{X}{X_n}\right) \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (14)$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{se} \quad \left(\frac{Y}{Y_n}\right) > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (15)$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \frac{841}{108} \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{4}{29} \quad \text{se} \quad \left(\frac{Y}{Y_n}\right) \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (16)$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{se} \quad \left(\frac{Z}{Z_n}\right) > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (17)$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \frac{841}{108} \cdot \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{4}{29} \quad \text{se} \quad \left(\frac{Z}{Z_n}\right) \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \quad (18)$$

$X_n, Y_n$  e  $Z_n$  representam os valores de triestímulos no que concerne a um objeto branco, de referência, e com difusão e refletância perfeitas sujeito às mesmas condições de análise que a amostra a analisar, normalizado a  $Y_n = 100$ .

A partir dos valores  $a^*$  e  $b^*$  calculados pelas equações (11) e (12) é possível proceder aos cálculos dos valores de saturação de cor –  $C^*_{ab}$  – e tonalidade –  $h^*_{ab}$  – pelas equações (19) e (20) respetivamente.

$$C^*_{ab} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (19)$$

$$h^*_{ab} = \arctan\left(\frac{a^*}{b^*}\right) \quad (20)$$

A magnitude das diferenças de cor das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , entre dois estímulos de cor, é calculada pela equação (21).

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (21)$$

Para cada coordenada, a variação representa a diferença entre os valores de referência (representada pelo índice 0) e de teste (representada pelo índice 1) da amostra, descritas pelas equações (22), (23) e (24) (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_0 \quad (22)$$

$$\Delta a^* = a^*_1 - a^*_0 \quad (23)$$

$$\Delta b^* = b^*_1 - b^*_0 \quad (24)$$

## 2.8. Análise Sensorial

A avaliação sensorial é uma prática com bastante relevância na enologia. É definida como sendo uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações a características de alimentos e materiais à medida que são percebidas pelos sentidos: visão, olfato, paladar e tato. Trata-se de uma análise altamente variável uma vez que o instrumento de medição é o ser humano (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

Existem duas categorias de teste: objetiva e subjetiva. No que concerne aos testes objetivos, os atributos sensoriais são avaliados por painéis selecionados ou treinados. Por outro lado, nos testes subjetivos o objetivo da avaliação é a reação dos consumidores às propriedades sensoriais dos vinhos. A associação dos dois testes permite o conhecimento sobre as propriedades sensoriais direcionadas para a aceitação pelo consumidor (Stone, Bleibaum, Thomas, 2012).

A escolha do método e seu respetivo teste de análise sensorial dividem-se em testes analíticos e testes afetivos, esquematizados na Figura 10.

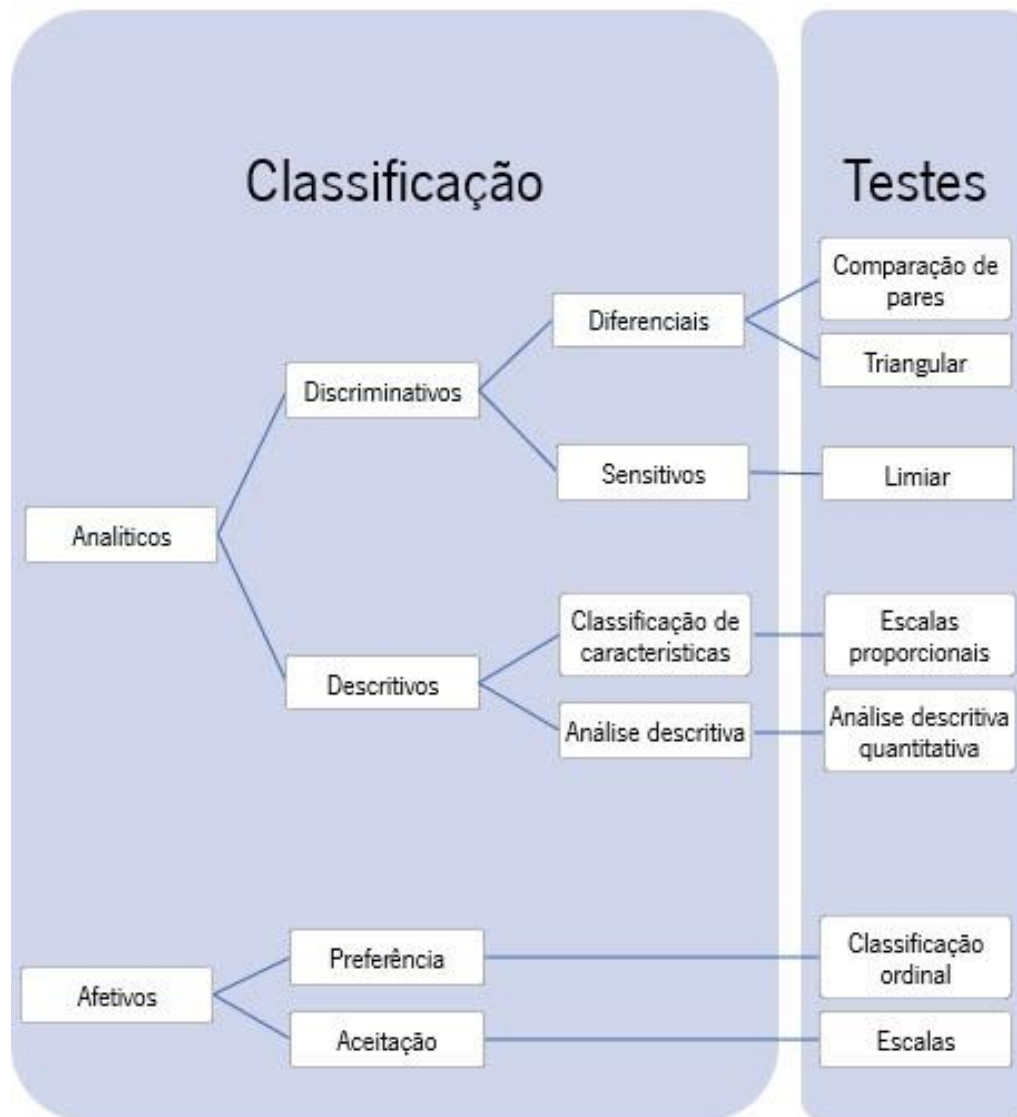


Figura 10: Classificação dos diferentes tipos de testes possíveis de utilizar em análise sensorial (adaptado de Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012).

Os testes analíticos são utilizados para avaliar diferenças e identificar/quantificar características sensoriais. Este grupo subdivide-se em: testes discriminatórios, onde se pretende determinar se uma alteração no processo de produção afeta o produto final, e; testes descritivos, cujo objetivo é a identificação e/ou quantificação de características sensoriais do produto.

Os testes discriminativos ainda se dividem em: testes diferenciais, utilizados para determinar a existência de diferenças sensoriais recorrendo, por exemplo, ao teste de comparação de pares ou ao teste triangular, e; testes sensitivos, utilizados para determinar a intensidade de reação a determinado estímulo, através do teste de limiar, isto é, avaliação da concentração mínima detetável de determinada substância (Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012).



Os testes descritivos também se dividem em 2 categorias: classificação de características, recorrendo, por exemplo, ao teste de escalas proporcionais, onde se avalia a intensidade e a dimensão dos estímulos sensoriais; e a análise descritiva, onde se traça um perfil descritivo e se quantificam as intensidades relativas à aparência, ao cheiro, à textura e ao gosto.

Os testes afetivos são utilizados para avaliar a preferência ou aceitação das características do produto. A sua classificação divide-se em: teste de preferência e teste de aceitação. Nos testes de preferência, o provador escolhe o produto que mais lhe agrada, recorrendo, por exemplo, ao teste ordinal, onde, ordena as amostras de acordo com a sua preferência. Nos testes de aceitação, utilizam-se escalas com o objetivo que o provador exponha a sua vontade em consumir, adquirir ou comprar determinado produto (Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012).

As propriedades sensoriais são percecionadas quando existem estímulos externos em contacto com os órgãos sensoriais. Por conseguinte, é importante que os provadores compreendam os mecanismos biológicos envolvidos na perceção (Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012).

Dependendo do grau de detalhe de cada prova, é avaliado um maior ou menor número de vinhos, isto é, quanto maior o detalhe da prova, menor terá de ser o número de amostras em análise. Normalmente, as provas são efetuadas a meio da manhã aquando da máxima acuidade, uma vez que os efeitos da fadiga ainda não são notórios.

#### 2.8.1. Visão

A visão permite, através de comparação por estímulos cerebrais, avaliar a aparência do vinho através da luz refletida. As células fotorreceptoras da retina convertem a energia luminosa em estímulos que percorrem as redes neurais até chegar às áreas cerebrais onde produzem aparência que nos permite avaliar o produto (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

#### 2.8.2. Paladar

O paladar é a sensação descrita pela perceção de substâncias não voláteis dissolvidas em água, óleo ou saliva, detetadas através dos recetores do paladar nas papilas gustativas presentes na língua,

boca ou garganta. É possível diferenciar cinco gostos elementares: salgado, doce, ácido, amargo e umami (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

### 2.8.3. Olfato

Os recetores olfativos detetam moléculas voláteis responsáveis pelos odores. Existem essencialmente três vias para o estímulo dos sensores olfativos: ortonasal (nasal-direto), onde há transporte dos compostos voláteis através das fossas nasais; retronasal, cujo transporte é efetuado pela cavidade bucal e, por último; hematogénica ou intravascular, que consiste na passagem dos compostos voláteis a partir do sangue até aos pulmões, sendo a perceção efetuada aquando da expiração (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

### 2.8.4. Tato – Somestesia, Cinestesia e Sinestesia

Na sensação de tato estão incluídas as sensações de somestesia, cinestesia e sinestesia. A pele, incluindo os lábios, a língua e todas as superfícies da cavidade oral contêm recetores táteis diferentes que detetam sensações relacionadas com o contacto, por exemplo, corpo e calor. A esta sensação dá-se o nome de somestesia. Cinestesia está relacionada com a perceção de atributos como peso e dureza através das fibras dos músculos, tendões e articulações. No que concerne à adstringência e sensação de frio, são atributos percecionadas através de estímulos dos nervos trigémeos situados na pele, boca e nariz, esta capacidade denomina-se sinestesia (Kemp, Hollowood, & Hort, 2009; Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

### 2.8.5. Sala de Prova

Segundo as Normas ISO 6658:2017 e ISO 8589:2007, a análise sensorial deve ser realizada numa sala com especificações concretas. O ambiente da sala de provas deve ser isolado com o mínimo de distrações de modo a que cada avaliador se ajuste rapidamente e sem imprevistos à natureza da tarefa. Desta forma, atividades como preparação de amostras devem ser realizadas previamente sem que tenha de haver intervenção durante as provas. A sala de prova deve estar a uma temperatura confortável, deve ser ventilada e não deve estar presente qualquer tipo de odor. Para manter todas estas

características, é necessário existir um fluxo de ar limitado e desodorizado de forma a evitar grandes variações de temperatura. Odores persistentes não devem contaminar a sala de prova e esta deve conter isolamento sonoro, eliminando flutuações de ruído de fundo. No que concerne à iluminação, cor e intensidade, devem estar controladas, para que se mantenham uniformes sobre a superfície de prova, dirigida verticalmente sobre os produtos para que não tenha influência na apreciação visual dos vinhos. As superfícies têm de ser não absorventes e projetadas de forma a cumprirem requisitos de higiene, e as suas dimensões devem ser suficientes para não causar uma sensação de claustrofobia; o ambiente tem de confortável. As salas de prova devem ser seguras, higienizadas de forma que não comprometa o julgamento sensorial.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Ao longo deste capítulo serão apresentados os materiais utilizados bem como a descrição dos métodos implementados. Inicialmente, com vista a obter maior rigor no que concerne ao painel de provadores, fizeram-se testes de aptidão sensorial de acordo com a norma ISO 8586:2014. Desta forma, fez-se o recrutamento dos candidatos aptos para incorporar o painel interno de provadores da ACPBAV. Posteriormente, criou-se uma referência de cor para o Vinho Verde rosé através das medições cromáticas de 3 cubas de armazenamento distintas. Em paralelo, foram realizadas provas para determinar o valor de referência utilizado como limite de tolerância das variações de cor, isto é, o valor mínimo aceitável para  $\Delta E^*_{ab}$ .

A segunda parte do trabalho incide na análise da evolução da cor do Vinho Verde rosé da Adega ao longo do tempo de armazenamento. No dia zero (1 de abril de 2020), procedeu-se ao enchimento de Vinho Verde rosé. Ao longo do engarrafamento foram retiradas 32 amostras que posteriormente foram identificadas com número, data e hora de enchimento. Todas as amostras foram guardadas conforme são expedidas, isto é, em garrafa de vidro transparente, vedadas com *screw cap*, devidamente identificadas com lote e agrupadas em caixas de seis garrafas. Estas caixas foram mantidas numa sala da Adega, à temperatura média de 19,1 °C e ao abrigo da luz; as temperaturas registadas diariamente, encontram-se no Anexo II. A primeira análise foi efetuada no próprio dia do enchimento, dia 0. Posteriormente, analisaram-se duas amostras, semanalmente, durante 25 semanas. Todas as análises foram efetuadas em triplicado, para cada amostra.

Por último, efetuou-se um estudo para tentar encontrar diferenças nos espectros de absorção Vinhos Verdes rosé, vinificados da forma tradicional, imposta por lei, de outros obtidos em laboratório.

Para a determinação da cor dos vinhos pelo método CIELAB, foi desenvolvido um algoritmo em Excel, baseado no método OIV-MA-AS2-11:2006, definido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) em 1976.

#### 3.1. Formação do Painel Interno de Provadores da ACPBAV

Os testes para incorporar o painel de provadores iniciaram-se com 11 candidatos, sendo que qualquer pessoa interna, da ACPBAV, poderia candidatar-se. Pretendeu-se assim avaliar a capacidade sensorial de cada candidato, incluindo aptidão para identificar cores diferentes, bem como para

reconhecer e diferenciar os estímulos dos gostos elementares, identificar e agrupar defeitos aromáticos. A formação do painel de provadores da ACPBAV visou atingir os objetivos do presente trabalho, mas também qualquer outra prova futura fora do âmbito desta dissertação. Todas as amostras utilizadas foram codificadas com 3 dígitos aleatórios, gerados através da função “ALEATORIOENTRE” do *Excel*.

### 3.1.1. Teste de Identificação dos Sabores Elementares

No teste de identificação dos sabores elementares, foi pretendido avaliar se o candidato consegue diferenciar e reconhecer os estímulos despoletados por cada um deles. Nesta prova foram utilizadas soluções aquosas dos gostos elementares nas concentrações descritas na Tabela 1 (ISO 3972:1991).

Tabela 1: Concentrações (*C*) utilizadas para o teste de identificação de sabores elementares

Sabor	Substância	<i>C</i> /(mg/L)
Doce	Sacarose	12
Ácido	Ácido cítrico	0,60
Amargo	Cafeína	0,27
Salgado	Cloreto de sódio	2

Nesta prova constavam 5 amostras (4 sabores elementares e água) de 25 mL, em duplicado, colocadas em copos de plástico codificados. Para minimizar a influência de gostos não pretendidos, para todas as diluições utilizou-se água engarrafada. As amostras foram preparadas na sala de prova, no próprio dia, imediatamente antes da análise. As respostas foram recolhidas na ficha de prova da Figura 11. A cotação de cada resposta certa era de 10 %. Para o candidato ser aprovado nesta prova teria de perfazer pontuação mínima de 90 %. Pretendia-se que os candidatos fizessem a correspondência entre código da amostra e sabores. Durante a prova os candidatos tinham recurso a água, tendo possibilidade de beber as vezes necessárias. Caso requerido, era permitida a repetição da degustação das amostras desde que fornecida na mesma quantidade de solução inicial. Cada candidato disponha de 15 min para efetuar a prova. Esta prova foi realizada por 11 candidatos.

<b>Nome:</b>						
<b>Dia:</b>						
Prove a amostra e assinale o sabor percebido.						
Pode enxaguar a boca entre prova de amostras. O Tempo de prova é de 15 min. Pode repetir a prova desde que cumpra o tempo estipulado e o volume de prova.						
Assinale com 'X' a opção pretendida.						
<b>Amostra</b>	Sabor não identificado	Ácido	Amargo	Salgado	Doce	Umami
913						
845						
249						
416						
164						
356						
569						
726						
563						
601						

Figura 11: Ficha de prova para o teste de identificação de sabores elementares.

### 3.1.2. Teste de Comparação de Pares

No teste de comparação de pares, foram colocadas 4 amostras do mesmo vinho base. Os candidatos, apenas pelo odor, tinham de identificar os pares com e sem defeito. O valor da acidez volátil de duas amostras era de 0,4 g/L, enquanto que, nas restantes amostras, excedia o valor máximo legal, alcançando os 2,2 g/L. Todas as amostras foram colocadas em linha juntamente com a ficha de prova, de acordo com a Figura 12. A realização deste teste previa, no máximo, 15 min de duração.

<b>Nome:</b>		
<b>Dia:</b>		
Neste teste encontram-se 2 amostras com defeito e 2 amostras sem defeito.		
Apenas pelo <u>aroma</u> , identifique com X quais as amostras com defeito e, se possível, qual o defeito das amostras.		
<b>Amostra</b>	Qual tem defeito?	Qual é o defeito?
864		
527		
735		
207		

Figura 12: Ficha de resposta da prova de comparação de pares.

### 3.1.3. Teste Triangular – Quatro Níveis

O teste triangular, por níveis, consistiu na identificação da amostra diferente entre 3. A prova foi composta por 4 níveis, sendo que a concentração de ácido cítrico aumentava do primeiro para o último nível. Após distribuição em trios de amostras, identificou-se o respetivo nível. Foi introduzida a variação de acordo com a Tabela 2. A prova foi efetuada do nível 1 até ao nível 4.

Tabela 2: Concentração de ácido cítrico ( $C_{\text{citr}}$ ) introduzido em cada nível de teste

Nível	$C_{\text{citr}}/(\text{mg/L})$
1	2
2	4
3	6
4	8

Os candidatos, através do paladar, deviam indicar o código respetivo à amostra diferente de cada nível, de acordo com a ficha de prova da Figura 13. Cada resposta correta equivale a uma pontuação de 25 %. Para o candidato ser aprovado nesta prova deveria responder corretamente a pelo menos 2 níveis (50 %), sendo que, os níveis de maior concentração teriam obrigatoriamente de estar corretos. O teste era de resposta obrigatória. Durante a prova, os candidatos tinham recurso a água, podendo beber as vezes necessárias. Caso requerido, era permitida a repetição da degustação das amostras desde que fornecida na mesma quantidade de solução inicial (25 mL). Cada candidato disponha de 15 min para efetuar a prova.

<b>Nome:</b>				
<b>Dia:</b>				
Este teste é composto por 4 níveis. Para cada nível prove a amostra e identifique qual das amostras é diferente.				
<b>Nível</b>	1	2	3	4
<b>Amostra diferente</b>				

Figura 13: Ficha de resposta da prova de identificação da amostra diferente.

### 3.1.4. Teste de Ishihara

O teste de Ishihara foi criado em 1917, pelo Dr. Shinobu Ishihara em Tóquio, a fim de detetar daltonismo. Desta forma, foram exibidos 12 cartões aos candidatos, legendados de 'a' a 'i', à semelhança dos exibidos na Figura 14.

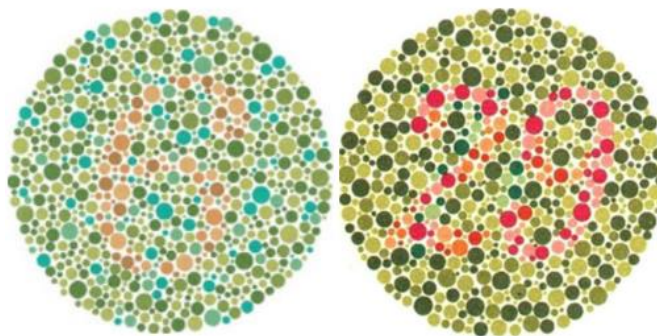


Figura 14: Exemplo dos cartões coloridos exibidos no teste Ishihara.

Cada um dos candidatos procedeu à de identificação do número no círculo colorido e ao registo na ficha de resposta, apresentada na Figura 15. A duração máxima desta prova era de 10 min.

<b>Candidato:</b>									
<b>Nome:</b>									
<b>Dia:</b>									
Identifique o número presente no círculo.									
<b>Imagem</b>	a	b	c	d	e	f	g	h	i
<b>Número identificado</b>									

Figura 15: Ficha de resposta do teste de Ishihara.

### 3.2. Definição da Cor de Referência do Vinho Verde Rosé

Para a determinação das diferenças cromáticas foi necessário definir uma cor de referência para o lote em estudo. Esta cor de referência foi utilizada para a comparação de cores nas análises colorimétricas do presente trabalho. Para a determinação da cor de referência, foram recolhidas 3 garrafas de 3 cubas de armazenamento do mesmo lote. Após a recolha, as amostras foram



desgaseificadas, filtradas e analisadas de acordo com método CIELAB, permitindo recolher as coordenadas cromáticas de cada uma. As análises foram efetuadas em triplicado. Posteriormente as características da cor de referência foram calculadas através da média dos 3 valores obtidos para as 3 cubas.

### 3.3. Análise Sensorial

A realização das análises sensoriais teve lugar no mesmo local das provas de recrutamento. Todos os elementos do painel de provadores foram previamente convocados via email. Todas as provas foram realizadas individualmente e em triplicado para cada elemento de forma a cumprir o horário das 11 h até às 15 h. As provas iniciaram-se com 11 candidatos, dos quais 2 foram rejeitados por não possuírem aptidão sensorial. O painel sensorial da Adega foi composto por 9 provadores, 4 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 28 e os 48 anos. Uma vez que os integrantes do painel de provadores são funcionários da ACPBAV, todos estão familiarizados com os produtos a provar, conhecendo bem as suas características. As provas realizaram-se de acordo com a metodologia do teste triangular descrito na norma ISO 4120:2004.

Na mesa de prova foram dispostos os copos devidamente codificados. Devido à impossibilidade de recorrer aos copos previstos na norma ISO 4120:2004, foram usados os copos da ACPBAV, com as características apresentadas no Anexo III. Uma vez que os copos disponíveis eram maiores do que os indicados na norma, mas oferecem garantias de não afetar a análise, utilizaram-se 75 mL de vinho para a amostragem. A cada prova, a disposição dos copos codificados era alterada ciclicamente de acordo com o esquema da Figura 16.

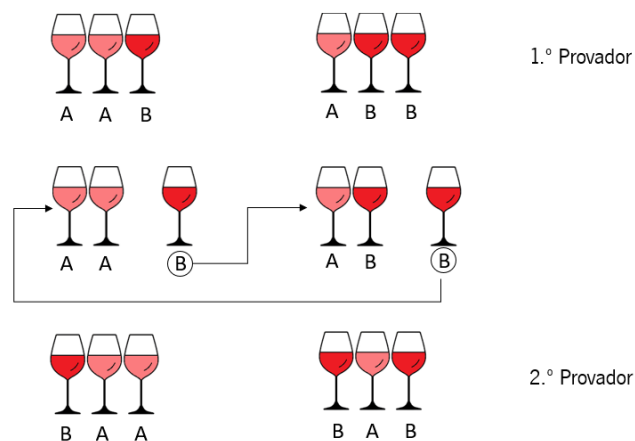


Figura 16: Esquema para rotação de amostras entre candidatos.

A prova foi realizada individualmente, e impedida interação com os restantes membros, de acordo com a ficha da figura 17. A prova foi preparada de acordo com a norma ISO 4120:2004. Os provadores, apenas por comparação visual das 3 amostras, tinham de identificar a amostra diferente. Após recolha de todas as respostas, os dados foram analisados.

Teste Triangular		
Nº: _____	Nome: _____	Data __/__/____
<p><b>Instruções:</b></p> <p>Ser-lhe-ão apresentadas três sequências de três copos contendo Vinho Verde rosé. Em cada triade, o conteúdo de dois copos é igual e um é diferente. O objetivo é identificar o copo que contém vinho diferente, através da análise visual da cor. Não se pretende que os vinhos sejam degustados. Indique qual é a amostra de cor diferente utilizando o código assinalado no respetivo copo e selecione se aceita a diferença da cor com X. O teste é de escolha obrigatória. Se esta for feita de forma aleatória terá de o indicar no campo destinado a observações.</p>		
Sequência 1	Amostra diferente: _____	Aceito _____ Não Aceito _____
	Observações:	
Sequência 2	Amostra diferente: _____	Aceito _____ Não Aceito _____
	Observações:	
Sequência 3	Amostra diferente: _____	Aceito _____ Não Aceito _____
	Observações:	

Figura 17: Formulário de resposta para análise sensorial, comparativa (teste triangular) de Vinhos Verdes rosé.

### 3.4. Determinação da Cor

A determinação da cor incluiu 2 etapas: a preparação da amostra, para garantir a sua homogeneidade e a eliminação de partículas suspensas e a análise espectral recorrendo ao equipamento Genesys 30.

#### 3.4.1. Preparação da Amostra

Todas as amostras de Vinho Verde rosé passaram por um processo de desgaseificação e de filtração. Primeiramente foi realizada a desgaseificação sob vácuo, com agitação, de cerca de 200 mL de amostra de vinho. Depois, as amostras foram filtradas por papel de filtro (0,45 µm). Estes procedimentos foram feitos para todas as amostras destinadas à análise de determinação da cor.

### 3.4.2. Análise Colorimétrica

A análise colorimetria foi efetuada pelo método CIELAB, usando um espectrofotômetro Genesys 30 (Genesys, Califórnia – Estados Unidos da América), equipado com uma lâmpada de halogênio. Recorrendo à ferramenta “Scan”, realizaram-se varrimentos do espectro de toda a gama visível com medição de 1 nm em 1 nm.

Após ligar o aparelho, esperou-se uns minutos para permitir o aquecimento da lâmpada bem como a estabilização do feixe de luz. Para as análises respetivas à evolução da cor ao longo do tempo utilizou-se uma cuvete de 10 mm, de vidro. No que concerne o estudo do espectro de absorvâncias de vinho denominado “Rosé Teste” e vinho rosé utilizaram-se cuvetes de 2 mm e 10 mm, também de vidro. Antes da análise, foi feita a calibração do equipamento. Para tal, perfez-se  $\frac{3}{4}$  do volume da cuvete com água destilada, colocou-se no espectrofotômetro e selecionou-se a opção “0.00” no painel de controlo, representado na Figura 18.



Figura 18: Espectrofotômetro Genesys 30.

Com os dados retirados do espectrofotômetro, recorrendo ao algoritmo do método CIELAB, desenvolvido em Excel, determinaram-se as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  do seu espaço colorimétrico tridimensional, bem como o valor de  $\Delta E^*_{ab}$ , os gráficos bidimensionais comprimento de onda *vs.* Absorvância. Para a criação do algoritmo supracitado, foram usadas as equações 10, 11 e 12 descritas no subcapítulo 2.7 (Figura A.9, Anexo IV).

Os gráficos comprimento de onda *vs.* absorvância foram gerados para estudar o comportamento da curva do vinho rosé em comparação com vinhos rosé teste elaborados em laboratório.

### 3.5. Avaliação dos Espectros de Absorção

Na tentativa de diferenciar espectros de Vinho Verde rosé de vinhos preparados laboratorialmente, produziram-se as amostras 1, 2, 3 e 4, discriminadas como: Rosé Teste 1; Rosé Teste 2; Rosé Teste 3 e Rosé Teste 4, respetivamente. Posteriormente realizaram-se análises colorimétricas em triplicado para todas as amostras. As análises repetiram-se após algum tempo de evolução dos vinhos e recorrendo a cuvetes de passo ótico distinto. No primeiro dia, utilizou-se a cuvette de 10 mm. Esta análise foi repetida nas mesmas condições passados 20 dias e 30 dias. Posteriormente, no mesmo dia e mesmas condições, as análises foram repetidas para cuvetes de 2 mm e 10 mm. No que concerne ao Vinho Verde rosé, foram utilizadas duas designações: “Rosé 1” e “Rosé 2”. O primeiro é um Vinho Verde rosé produzido na Adega. O segundo, é um Vinho Verde rosé comprado pela Adega a outro produtor. As características dos Vinhos Verdes utilizados encontram-se no Anexo I.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são expostos os resultados e as avaliações deduzidas dos dados recolhidos ao longo do estudo. Em casos particulares, são apresentados conselhos de melhoria tendo em vista trabalhos futuros no âmbito do estudo realizado.

Inicialmente são apresentados os resultados obtidos na seleção de candidatos para integração no painel de provadores oficial da ACPBAV. Estas provas contaram com 11 trabalhadores da Adega que se voluntariaram para participar, durante as provas 2 candidatos foram recusados por não possuírem a acuidade sensorial requerida. Desta forma, o painel de provadores passou a ser composto por 9 elementos. Posteriormente, são apresentados os valores da cor de referência obtida para o Vinho Verde rosé. Este valor obteve-se através do cruzamento entre valores colorimétricos de 3 cubas do mesmo produto. Depois de definido o painel e a cor de referência, realizaram-se provas a fim de aferir qual o valor máximo de  $\Delta E^*_{ab}$  admitido pelo painel de provadores. A cor, até este limite, embora apresente valores analíticos diferentes, considera-se igual, a olho nu.

De seguida, é apresentado o estudo relativo à evolução da cor do Vinho Verde rosé ao longo de 25 semanas. Por fim, foram analisados os espectros de absorvância de Vinho Verde rosé e de vinhos rosé teste, elaborados em laboratório, na expectativa de conseguir obter um espectro de absorção, característico para cada um deles.

### 4.1. Recrutamento para Painel de Provadores

A fase de recrutamento teve como objetivo a formação de um painel interno de provadores da ACPBAV, qualificados para identificar amostras com diferenças mínimas e ainda avaliar a aptidão dos candidatos para reconhecer, discriminar e memorizar os estímulos de perceção. O painel foi formado com o intuito de continuidade, ou seja, não foi formado apenas para cumprir os objetivos deste trabalho. Os sentidos do gosto, olfato e visão foram avaliados em quatro provas: identificação de gostos elementares, deteção e agrupamento de odores, identificação de amostra diferente em vários níveis e teste de Ishihara. Todos os candidatos realizaram os testes individualmente, numa sala com temperatura controlada e sem interferências exteriores. Embora a sala não cumpra todos os requisitos descritos na norma ISO 6658:2017, possuía características aproximadas para a realização de provas. Os testes foram realizados nas mesmas condições de forma a não influenciar o desempenho dos candidatos e a variabilidade entre candidatos.

#### 4.1.1. Identificação de Sabores Elementares

A avaliação do paladar dos candidatos foi dividida em 2 provas, sendo a primeira a identificação de sabores elementares. O objetivo foi que os candidatos reconhecessem e identificassem os diferentes estímulos provocados pelas soluções previamente preparadas. A cotação de cada resposta certa foi de 10 %. Era espectável que os candidatos fizessem a correspondência correta de, pelo menos, 9 das 10 amostras, ou seja, uma pontuação mínima de 90 %. Os resultados obtidos pelos candidatos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados obtidos na prova de identificação de sabores elementares

		Sabor elementar					Pontuação (%)
		Doce	Salgado	Amargo	Ácido	Não Identificado	
Candidato	A	20	20	20	20	20	100
	B	20	20	20	20	20	100
	C	10	10	0	0	10	30
	D	20	20	20	20	20	100
	E	20	20	20	20	20	100
	F	20	20	20	20	20	100
	G	20	20	10	20	20	90
	H	20	20	20	20	20	100
	I	20	20	20	20	20	100
	J	20	20	20	20	20	100
	K	20	20	20	10	20	90

De acordo com os dados obtidos e os pré-requisitos apresentados, o candidato C foi rejeitado. Este candidato apenas identificou corretamente 3 amostras, obtendo pontuação de 30 %, o que pode indicar que o candidato C sofre de agueusia, isto é, falta de sensibilidade aos estímulos gustativos, ou hipoguesia, isto é, baixa sensibilidade ao gosto. Desta forma prosseguiram 10 candidatos para as restantes provas de seleção.

#### 4.1.2. Teste de Comparação de Pares

O intuito da deteção de odores é avaliar a perspicácia do candidato na diferenciação de pequenas diferenças entre amostras, agrupando-as em pares iguais. Desta forma, permite excluir candidatos com hiposmia, isto é, baixa sensibilidade do olfacto. Foram dispostas quatro amostras na sala de prova. Um par de amostras de vinho não continha qualquer defeito, o outro apresentava acidez volátil de 2,2 g/L. Pretendia-se que os candidatos agrupassem os pares de amostras corretamente apenas recorrendo ao cheiro. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados obtidos na prova de deteção de odores

		Pares de amostras	
		Amostras sem defeito	Amostras com defeito
Candidato	A	Sim	Sim
	B	Sim	Sim
	D	Sim	Sim
	E	Sim	Sim
	F	Sim	Sim
	G	Sim	Sim
	H	Sim	Sim
	I	Sim	Sim
	J	Sim	Sim
	K	Sim	Sim

De acordo com o disposto na Tabela 4 é notório que nenhum candidato foi eliminado. Nesta fase todos os concorrentes agruparam corretamente as amostras apresentadas, e fizeram a devida identificação do defeito.

#### 4.1.3. Teste Triangular – Quatro Níveis

Na segunda parte da avaliação do paladar dos candidatos efetuou-se um teste de identificação da amostra diferente. Aos provadores, foram apresentados 4 níveis de concentração, em 3 amostras,

cujo objetivo era identificar a diferente. Em cada nível, a uma das amostras, foi adicionado ácido cítrico, em concentrações crescentes do primeiro ao quarto nível, de acordo com o descrito no subcapítulo 3.1.3. Cada resposta correta equivale a uma pontuação de 25 %. Para um candidato ser aprovado nesta prova deveria responder corretamente a pelo menos 2 níveis (50 %), sendo que as correspondências dos níveis de maior concentração (3 e 4) teriam obrigatoriamente de estar corretas, permitindo avaliar a que intensidades o candidato reconhecia o estímulo. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados obtidos na identificação da amostra diferente

		Nível				Pontuação (%)
		1	2	3	4	
Candidato	A	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	B	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	D	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	E	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	F	Não	Sim	Sim	Sim	75
	G	Não	Sim	Sim	Sim	75
	H	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	I	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	J	Sim	Sim	Sim	Sim	100
	K	Sim	Não	Não	Não	25

Tendo em conta que os candidatos F e G apenas erraram o nível de concentração mais baixa, ambos avançaram nos testes. No entanto, o candidato K apenas respondeu corretamente ao nível de concentração mais baixa, primeiro nível, errando todas as restantes. Desta forma, conclui-se que a primeira correspondência não é confiável, logo o candidato K foi rejeitado. Para o teste seguinte (de cores, de Ishihara) apenas passaram 9.

#### 4.1.4. Teste de Ishihara

O teste de Ishihara teve como objetivo eliminar os candidatos que apresentem qualquer tipo ou grau de daltonismo. Foram apresentados 12 cartões aos candidatos como descrito no subcapítulo 3.1.4. A quantidade de respostas erradas indica qual o tipo e grau de daltonismo, prevenindo a incorporação



de pessoas com daltonismo no painel de provadores. Apenas foram aprovados os candidatos que identificassem corretamente todos os números nos círculos. Caso contrário, o candidato foi imediatamente eliminado. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados obtidos no teste de Ishihara

		Identifica todos os números corretamente
Candidato	A	Sim
	B	Sim
	D	Sim
	E	Sim
	F	Sim
	G	Sim
	H	Sim
	I	Sim
	J	Sim

Todos os 9 candidatos submetidos a este teste responderam corretamente a todas as questões. Desta forma, estes candidatos passam a constituir oficialmente o painel de provadores interno oficial da ACPBAV.

#### 4.2. Definição da Cor de Referência

O estudo da cor do Vinho Verde rosé iniciou-se pela definição de uma cor de referência para os vinhos rosé da ACPBAV. A caracterização colorimétrica é apresentada através das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  do espaço tridimensional CIELAB. A cor foi determinada em 3 cubas correspondentes ao mesmo lote. Na Tabela 7 encontram-se as médias das coordenadas obtidas para o vinho de cada cuba, pelo método CIELAB, bem como o seu respetivo erro associado. Pela observação da Tabela 7, é notório que o Lote em estudo não exhibe variação ao nível das coordenadas CIELAB. No que concerne ao parâmetro  $L^*$ , a cuba 1 é igual às cubas 2 e 3. No entanto, o valor da coordenada  $L^*$  nas cubas 2 e 3 são diferentes. Nos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , os valores são iguais com exceção da cuba 2. A cuba 1 e a cuba 2 apenas se igualam na coordenada  $L^*$ . A cuba 1 e a cuba 3, a nível estatístico, possuem coordenadas iguais. No que concerne às cubas 2 e 3, nenhuma característica coincide. Apesar das três cubas apresentarem diferenças entre si, são, estatisticamente, iguais aos parâmetros da cor de referência.

Tabela 7: Médias das coordenadas da cor dos vinhos de cada cuba e erro associado ( $p=0,05$ )

	Cuba_1	Cuba_2	Cuba_3	Referência
$L^*$	88,06 $\pm$ 0,07 <sup>a,b</sup>	86,99 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	89,76 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	88,27 $\pm$ 2,83 <sup>a,b</sup>
$a^*$	10,50 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	13,66 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	9,50 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	11,22 $\pm$ 4,41 <sup>a,b</sup>
$b^*$	10,73 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	11,85 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	10,42 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	11,00 $\pm$ 1,53 <sup>a,b</sup>

Para cada linha/parâmetro, valores com a mesma letra não apresentam diferenças significativas ( $p>0,05$ )

### 4.3. Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada a fim de verificar a autenticidade dos limites de percepção da variação da cor descritos por Šottníková *et al.* (2014). Desta forma, após a formação do painel de provadores da ACPBAV, realizaram-se testes triangulares recorrendo a amostras cujo valor de  $\Delta E^*_{ab}$  foi determinado previamente. Após determinação da cor pelo método CIELAB, o teste triangular foi realizado de acordo com o descrito no subcapítulo 3.3. Na Tabela 8 é apresentada a contabilização das respostas corretas, do número total de respostas para cada um dos valores de  $\Delta E^*_{ab}$  testados. Para uma variação de  $\Delta E^*_{ab} \approx 1$ , as amostras não são distinguíveis. No entanto, para  $\Delta E^*_{ab} \approx 2$ , pode afirmar-se, com grau de confiança de 95 %, que as amostras são diferentes. Quando  $\Delta E^*_{ab} \approx 3$ , também é possível afirmar que as amostras são diferentes, com grau de confiança superior a 99,9 %. Desta forma, comprava-se que o estudo de Šottníková *et al.* (2014), também se pode aplicar às amostras testadas, nas condições consideradas, e com este painel de provadores. Garante-se assim que a cor é perceptível para valores  $\Delta E^*_{ab} \geq 2$ .

Tabela 8: Número de respostas corretas para cada um dos testes triangulares

N.º Total de Respostas		27
N.º de Respostas Certas	$\Delta E^*_{ab} \approx 1$	6
	$\Delta E^*_{ab} \approx 2$	20
	$\Delta E^*_{ab} \approx 3$	27

Tendo em vista trabalho futuros, a realização deste mesmo processo deverá aplicar-se a garrafas de Vinho Verde rosé da mesma forma como são comercializadas. A conclusão retirada deste estudo encontra-se de acordo com o estudo de Šottníková *et al.* (2014), no entanto, os testes triangulares foram

realizados utilizando copos de vidro com 75 mL de amostra. Aconselha-se, de futuro, repetir o estudo utilizando garrafas de vidro de 750 mL, mantendo as restantes condições da prova sensorial.

#### 4.4. Variação da Cor do Vinho Verde Rosé ao Longo do Tempo de Armazenamento

A cor do vinho sofre alterações ao longo do tempo, não só durante o processo de produção, mas também após engarrafamento e armazenamento. A fim de quantificar as variações cromáticas após armazenamento do vinho, no dia zero, foram recolhidas 32 amostras e mantidas sob as condições descritas no início do Capítulo 3. Em cada semana foram analisadas 2 amostras, em triplicado. As variações da cor ( $\Delta E^*_{ab}$ ) foram calculadas através dos valores das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , de acordo com a equação 21, presente no subcapítulo 2.7.

Os resultados obtidos neste trabalho (subcapítulo 4.3) confirmam o estudo de Šottníková *et al.* (2014), no contexto da enologia, isto é o limite de percepção para  $\Delta E^*_{ab}$  é de 2,0. Assim sendo, nas semanas cuja variação fosse muito elevada, superior a 2, calcularam-se as diferenças de cor nas componentes  $a^*$  e  $b^*$ , que, uma vez que são positivas, correspondem à variação das cores vermelha e amarela, respetivamente. Apenas foram consideradas as variações de  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  com, pelo menos, 50 % do limite percepção de  $\Delta E^*_{ab}$ , ou seja, valores iguais ou superiores a 1 (Schanda, 2007).

Na Figura 19 encontram-se as três variações analisadas. Esperava-se que, com o aumento do tempo de armazenamento, houvesse pequenos incrementos de variações. Idealmente, este comportamento manter-se-ia ao longo das 25 semanas em estudo uma vez que esse resultado mostraria que a cor do vinho não evoluía de forma perceptível a olho nu dentro do espaço de tempo considerado. Contudo, nos resultados obtidos existem valores de  $\Delta E^*_{ab}$  superiores ao limite; desta forma, a variação da cor deverá ser visível a olho nu.

O valor de  $\Delta E^*_{ab}$  da semana 0 corresponde à análise realizada no dia do enchimento, 1 de abril. De acordo com o estudado no subcapítulo 4.3, para  $\Delta E^*_{ab} = 0,40 \pm 0,21$ , a cor das amostras consideradas na semana zero são iguais à cor de referência. O mesmo se considera para as amostras da semana 1 uma vez que  $\Delta E^*_{ab} = 0,67 \pm 0,09$ . Todavia, na segunda semana não se verificou o mesmo comportamento, o valor de  $\Delta E^*_{ab}$  registado foi de  $2,08 \pm 0,38$ , encontrando-se acima do limite de percepção humana. É notório que a alteração colorimétrica é essencialmente devida a  $\Delta a^*$ , ou seja, na cor vermelha, cuja alteração individual foi de  $1,16 \pm 0,04$ . Estes dados podem ser originados devido a anomalias no momento do enchimento, ou deficiências no vedante da garrafa, o que pode desencadear variações de pH ou degradação das antocianinas e, conseqüentemente, perda de cor vermelha

(Escribano-Bailón, Rivas-Gonzalo, & García-Estévez, 2019; Kennedy, 2008; Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

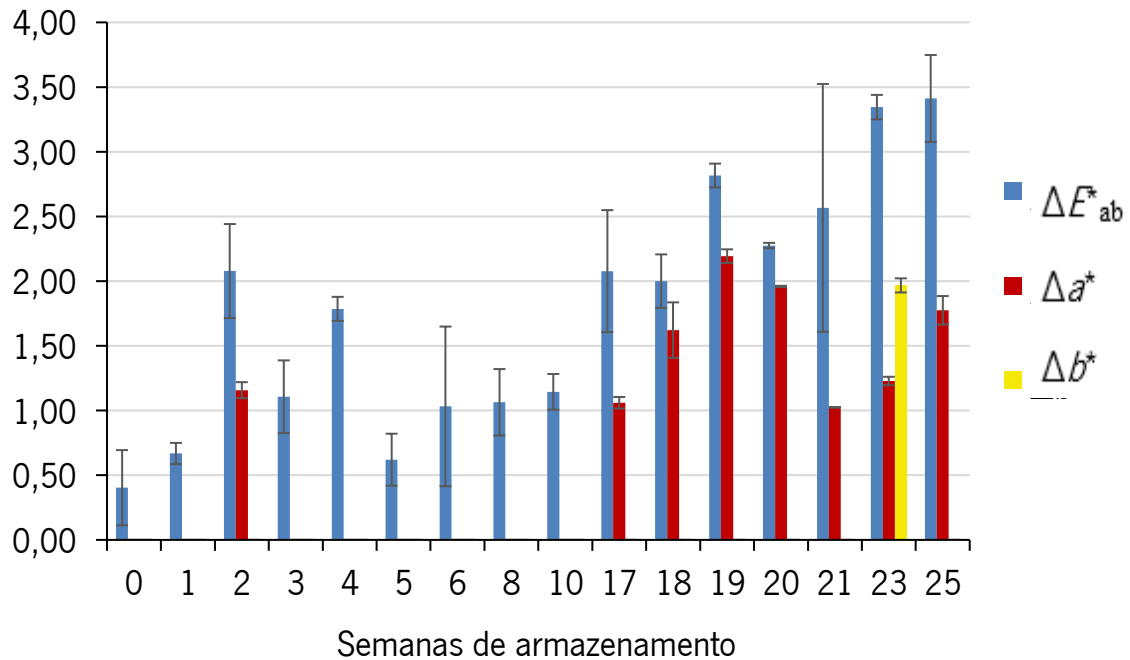


Figura 19: Variação cromática do vinho rosé ( $\Delta E^*_{ab}$ ), e respetivo erro associado ( $p=0,05$ ), ao longo das 25 semanas de armazenamento.

Durante as semanas 3, 4, 5 e 6 manteve-se o esperado. Todos os valores de  $\Delta E^*_{ab}$  situam-se entre  $0,62 \pm 0,21$  e  $1,79 \pm 0,10$ , logo, não deverão ser notórias alterações de cor a olho nu. Uma vez que o comportamento se manteve estável, passando a análise a ser efetuada de 2 em 2 semanas. Os resultados obtidos nas semanas 8 e 10 mantiveram o padrão das amostras antecedentes com valores de  $\Delta E^*_{ab} = 1,06 \pm 0,27$  e  $\Delta E^*_{ab} = 1,14 \pm 0,14$ , respetivamente. Devido a transtornos causados pela pandemia de COVID-19, desde a décima semana até à décima sétima não foi possível realizar as análises. Por esta razão não se apresentam os resultados destas semanas. No entanto, de acordo com o comportamento das semanas envolventes pode-se especular que o valor de variação colorimétrica não atingiria o limite de perceção. Desta forma a variação de cor não seria visível a olho nu.

Na semana 17 retomaram-se as análises. Todos os valores  $\Delta E^*_{ab}$  posteriores à décima sétima semana se encontram acima do limite de perceção. Desta forma, todas as amostras são consideradas visivelmente diferentes da cor de referência. Nas semanas 17 e 18 as alterações foram de  $2,08 \pm 0,49$  e de  $2,00 \pm 0,22$ , respetivamente. Nestas semanas, os valores obtidos situam-se no limite de perceção, o que leva a concluir que é a partir desta altura que a alteração da cor do vinho relativamente à cor de

referência começa a ser notória. No entanto, considerando os erros associados, os valores de variação de cor das semanas 17 e 18 podem se encontrar abaixo de 2, sendo a variação cromática não detetável aos provadores. Desde a décima sétima semana até a vigésima primeira existe aumento da  $\Delta E^*_{ab}$ , sendo que o valor máximo de  $2,82 \pm 0,10$  é atingido na semana 19. Na semana 21,  $\Delta E^*_{ab} = 2,57$ . A evolução abrupta da semana 19 pode dever-se aos mesmos problemas que se registaram na semana 2, sendo que, na última as intensidades das consequências são mais acentuadas (Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018).

No espaço temporal que engloba todas as semanas de 17 até à 21, as variações são devidas essencialmente à alteração da cor vermelha, obtendo-se valores de  $\Delta a^*$  de 1,06, 1,62, 2,19, 1,96, 1,02, sequencialmente. Nas últimas semanas de análises, 23 e 25, obtiveram-se valores de  $\Delta E^*_{ab}$  de  $3,35 \pm 0,10$  e  $3,41 \pm 0,35$ , respetivamente. Considerando estes valores, afirma-se que a diferença entre as cores do vinho e da cor de referência são indiscutivelmente diferentes, de acordo com o estudado no subcapítulo 4.3, corroborado pelos resultados publicados por Šottníková *et al.* (2014).

Resumindo, ao longo das 25 semanas de estudo, o Vinho Verde rosé mostra um comportamento evolutivo previsível, à exceção das variações da semana 2, da semana 4 e da semana 19. As análises realizadas nestas semanas mostraram alterações acima do expectável, podendo dever-se a defeitos ou alterações induzidas na etapa de enchimento, deficiências no vedante da garrafa ou efeito direto do aumento da temperatura de armazenamento (controlo da temperatura encontra-se no Anexo II), o que pode provocar variações de pH ou degradação das antocianinas e, consequentemente, alterações essencialmente no que concerne à cor vermelha, uma vez que os valores de  $\Delta a^*$  são todos superiores a 1 (Escribano-Bailón, Rivas-Gonzalo, & García-Estévez, 2019; Kennedy, 2008; Cameira dos Santos, Freitas, Parola, & Pina, 2018). Apesar da suspensão de análises desde a semana 10 até à semana 17 devido a complicações causadas pela pandemia, é nesta última que se atinge o valor limite da perceção da diferença de cor. Após a décima sétima semana todos os valores de  $\Delta E^*_{ab}$  se encontram acima de 2, ou seja, a diferença foi facilmente identificada. É possível que nas semanas antecedentes à décima sétima se tenha atingido o valor limite de  $\Delta E^*_{ab}$ . No entanto, tendo em conta o estudo efetuado, a variação cromática da semana 16 aproximar-se-ia dos valores das semanas 17,  $\Delta E^*_{ab} = 2,08$ , e 18,  $\Delta E^*_{ab} = 2,00$ , sendo menor que estes. Desta forma, especula-se que o valor  $\Delta E^*_{ab}$  da semana 16 não atingiria o valor 2,00.

#### 4.5. Comparação dos Espectros de Absorvância

A fim de avaliar a possibilidade de diferenciar o Vinho Verde rosé de vinhos elaborados em laboratório, estudaram-se os seus espectros de absorvância na gama do visível. Este varrimento realizou-se de acordo com o descrito nos subcapítulos 3.4. e 3.5.

Realizaram-se as mesmas análises, nas mesmas condições, em três datas distintas. Desta forma, alterando a temporalidade das análises, avaliou-se a repetibilidade dos dados obtidos. Na Figura 20 encontram-se as representações gráficas, absorvância (*Abs*) em função do comprimento de onda ( $\lambda$ ), das análises realizadas no dia 1 (A), e repetidas passados 20 dias (B) e 30 dias (C).

Para as amostras laboratoriais foram utilizadas as discriminações: Rosé Teste 1; Rosé Teste 2; Rosé Teste 3 e Rosé Teste 4. Nos gráficos são utilizadas duas designações de Vinho Verde rosé: “Rosé 1” e “Rosé 2”. O primeiro é um Vinho Verde rosé produzido na Adega. O segundo, é um Vinho Verde rosé comprado pela Adega a outro produtor. É espectável que o comportamento de ambos seja idêntico e distinto do comportamento apresentado pelas curvas representativas das amostras laboratoriais. De forma que se garanta que todo o Vinho Verde rosé comercializado a terceiros esteja de acordo com o preceituado na Portaria n.º 152/2015, de 26 de maio.

Visualmente, o Rosé Teste 1 e 2 aproximavam-se da cor das amostras de vinho rosé. De acordo com os resultados obtidos nos 3 dias distintos, o comportamento das curvas dos Vinhos rosé são idênticas, deferindo apenas na intensidade da cor. O “Rosé 2”, possui uma coloração mais intensa, logo, a sua curva de absorção encontra-se acima das dos valores do “Rosé 1”. As absorvâncias obtidas são mais altas nos comprimentos de onda mais baixos, referentes às cores violeta, azul e verde, fazendo com que a expressão destas cores seja menor. Na gama de comprimento de onda entre os 460 nm e os 520 nm não são registadas variações abruptas ou picos acentuados, mantendo as variações de absorvância suaves. No entanto, após estes valores, a transmitância acentua-se, exibindo colorações amarelas, laranja e vermelhas, sendo as 2 últimas mais expressivas. A configuração das curvas relativas aos vinhos rosé são constantes nas três datas avaliadas.

No que concerne ao comportamento das curvas rosé teste, é notório que todas as amostras exibem um pico de absorvância perto do comprimento de onda 520 nm, correspondente à cor verde. Significa que os Rosé Teste absorvem grandes quantidades de cor verde. Por outro lado, existem depressões nas proximidades de 450 nm, correspondente à cor azul, e decréscimo acentuado após os 550 nm, sendo mais significativo para valores de comprimento de onda superiores a 600 nm, correspondendo à coloração laranja e vermelha.

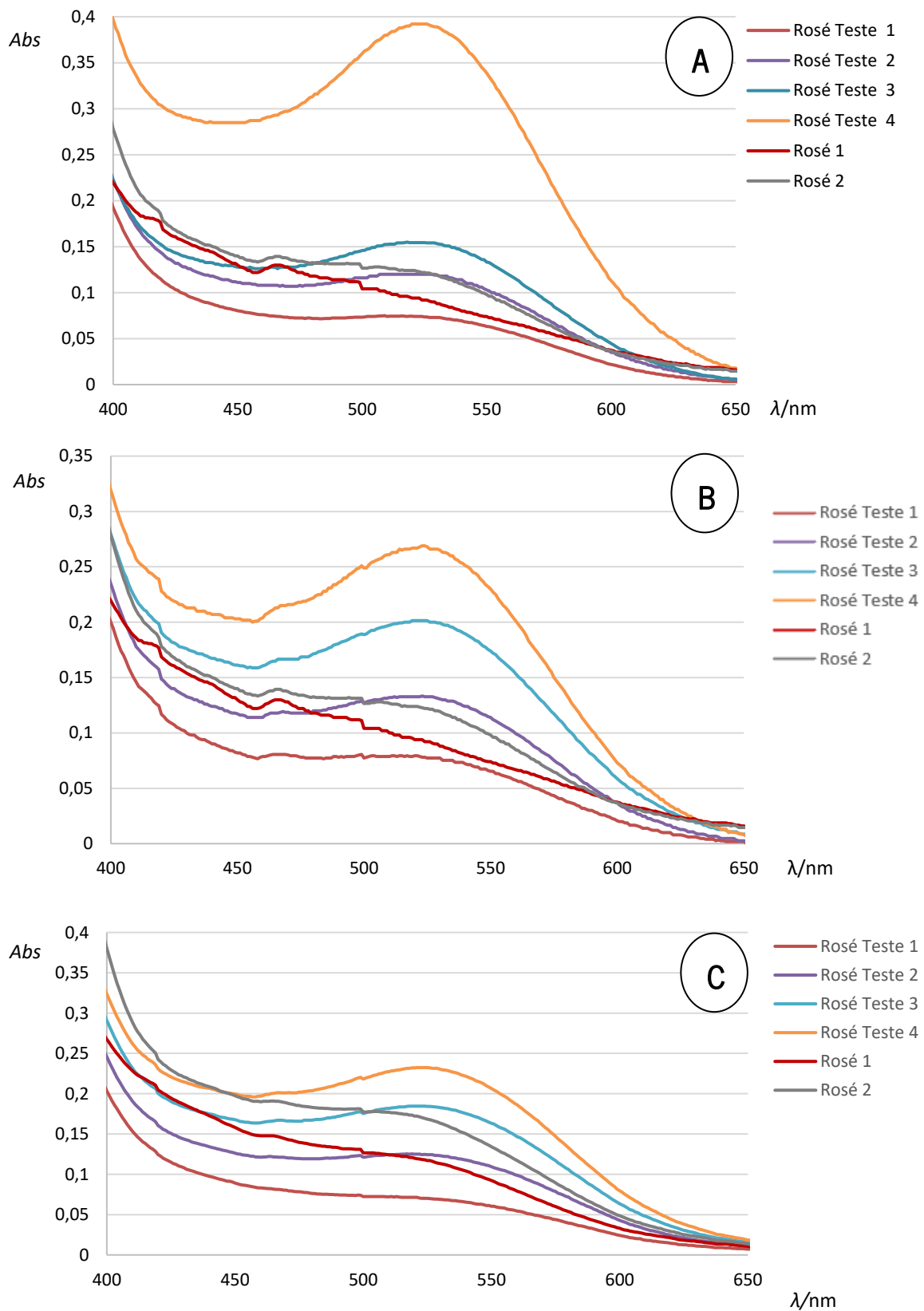


Figura 20: Representação gráfica da absorvância (*Abs*) em função do comprimento de onda ( $\lambda$ ) das amostragens realizadas: A) primeiro dia; B) passados 20 dias; C) passados 30 dias.

Na Tabela 9 encontram-se os valores de absorvância correspondentes aos picos de cada concentração, para cada data avaliada.

Tabela 9: Valores de absorvância a 520 nm ( $Abs_{520}$ ) correspondente aos picos nas curvas de Rosé Teste para cada amostra e data avaliada

	Dia 1	Dia 20	Dia 30
Rosé Teste	<i>Abs</i> <sub>520</sub>	<i>Abs</i> <sub>520</sub>	<i>Abs</i> <sub>520</sub>
1	0,073	0,039	0,055
2	0,120	0,133	0,092
3	0,154	0,201	0,129
4	0,392	0,257	0,157

Existe um comportamento específico para as curvas de absorvâncias das soluções de vinhos. O pico é pronunciado em todas as curvas, sendo o valor de  $Abs_{520}$  mais acentuado conforme o aumento de concentração de vinho tinto. A dinâmica entre as concentrações é a mesma nas três datas de análise. Desta forma, alterando a temporalidade das amostragens, existe repetibilidade dos dados obtidos.

A fim de avaliar a robustez dos dados, no dia 30, realizaram-se análises nas mesmas condições que nos dias anteriores. Neste dia, para realizar o varrimento espectral, utilizaram-se cuvetes de diferentes passos óticos, 2 mm e 10 mm. Os resultados obtidos encontram na Figura 21.

O comportamento das curvas, em ambos os gráficos, está de acordo com o descrito no início do subcapítulo 4.4. Somente foi introduzida uma alteração: passo ótico das cuvetes. Por observação do comportamento das curvas nos gráficos é possível afirmar que se encontram de acordo com o descrito no início do subcapítulo 4.4. As curvas dos Vinhos Verdes rosé são idênticas, entre si, e não possuem picos de  $Abs_{520}$ , enquanto, as curvas relativas às soluções são caracterizadas por um pico na gama dos verdes, e uma acentuada depressão na gama dos vermelhos e laranjas.



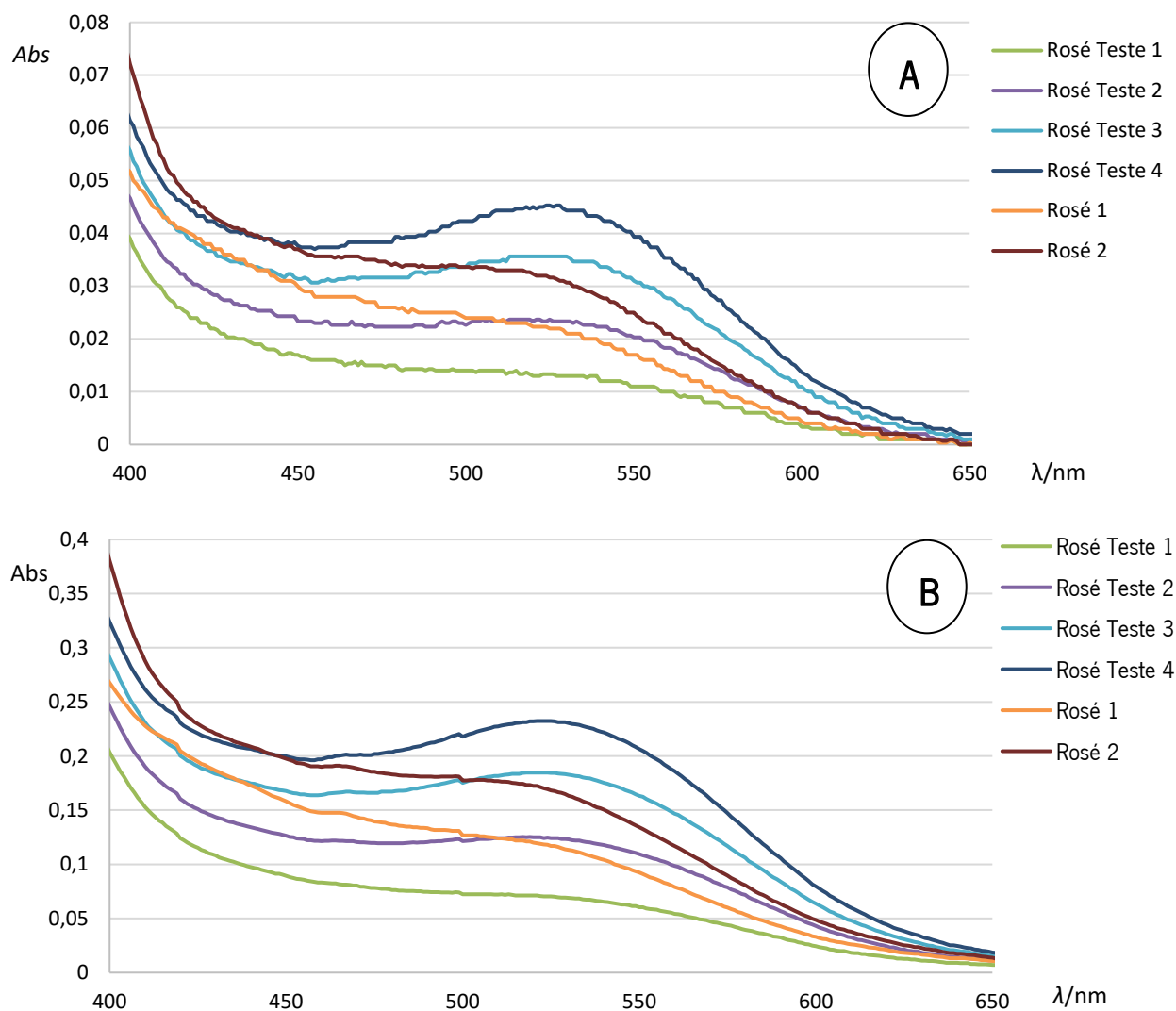


Figura 21: Representação gráfica da absorvância (*Abs*) em função do comprimento de onda ( $\lambda$ ) nas amostras realizadas com cuvetes de: a) 2 mm; b) 10 mm.

De notar que, a curva correspondente ao Rosé 1, interceta as curvas características das amostras de Rosé Teste 2 e 3. No entanto, o vinho “Rosé 2” interceta as curvas das amostras de Rosé Teste 3 e 4. Este comportamento é obtido para as duas condições. Os valores dos comprimentos de onda onde existe a interceção estão representados na Tabela 10.

Quer se use uma ou outra cuvete, os comprimentos os comprimentos de onda onde se dão as interceções são iguais ou muito próximos. Uma vez que a única alteração imposta foram as cuvetes, esta constatação reforça a robustez dos dados adquiridos. Como comprovado, era expectável que não só os comportamentos fossem similares, mas também que os valores das interceções gráficas coincidisse.

Tabela 10: Valores dos comprimentos de onda onde existe interceção gráfica

	Cuvete 2 mm		Cuvete 10 mm	
	Rosé Teste 2	Rosé Teste 3	Rosé Teste 2	Rosé Teste 3
Rosé 1	509 nm	412 nm	509 nm	413 nm
	Rosé Teste 3	Rosé Teste 4	Rosé Teste 3	Rosé Teste 4
Rosé 2	500 nm	441 nm	503 nm	446 nm

Para trabalhos futuros aconselha-se a realização de análises complementares à concentração de oxigénio, pH e dióxido de enxofre, livre, ligado e molecular, a fim de estudar o comportamento das curvas de absorvância dos vinhos com a variação desses parâmetros.

## 5. CONCLUSÕES

No contexto da cor dos Vinhos Verdes rosé, a análise e avaliação pela metodologia CIELAB mostrou-se uma vantagem para o controlo de qualidade e da aceitação da cor por parte dos provadores e consumidores. A análise mostrou que, apesar de duas cores parecerem iguais, analiticamente podem possuir parâmetros distintos. Desta forma, a análise e avaliação da cor dos vinhos deve ser uma prática recorrente.

Estimou-se, com 95 % de confiança, que o limite de percepção da variação de cor (método CIELAB) é aproximadamente 2. Desta forma, para variações iguais ou superiores a 2 unidades, mais de 95 % dos provadores da Adega consegue identificar a alteração gerada. Este limite deve ser imposto para controlo de qualidade de qualquer Vinho Verde rosé nela produzido.

Concluiu-se sem reservas que, nas condições do estudo, a partir da semana de armazenamento número 17, a variação colorimétrica do Vinho Verde rosé é indiscutivelmente diferente da cor de referência, sendo notória à visão humana. Devem ser efetuados estudos sobre tipo e dosagens de produtos de estabilização da cor a fim de minimizar a variação da cor ao longo do tempo.

Demonstrou-se que existe um comportamento específico para as curvas de absorvâncias de Vinho Verde rosé e vinhos rosé teste. As soluções, correspondentes ao vinho rosé teste, exibem um pico característico. Para o mesmo comprimento de onda, a absorvância é maior conforme o aumento de concentração de vinho tinto. No Vinho Verde rosé não são registadas variações abruptas ou picos acentuados, mantendo as variações de absorvância suaves. O mesmo comportamento verificou-se, não só quando se alterou a temporalidade das amostragens, mas também quando foi alterado o passo ótico das cuvetes utilizadas. Os valores das interseções gráficas coincidem, sendo possível deduzir que os vinhos podem ser distinguidos através dos seus espectros de absorvância.

Para trabalhos futuros aconselha-se a realização de análises complementares ao pH e à concentração de oxigénio, dióxido de enxofre livre, combinado e molecular, a fim de entender como o comportamento das curvas e as características colorimétricas reagem com a alteração dessas variáveis. Aconselha-se a repetição do estudo da determinação do limite da percepção humana, alterando as condições de teste, por exemplo, substituindo a amostra do copo de vidro transparente por garrafas de vidro transparente de 750 mL, conforme são comercializadas e efetuando análises para variações colorimétricas cujo valor se encontre entre 1 e 2.

## BIBLIOGRAFIA

- ACPBAV – Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez (2020a). *Quem Somos – Adega Ponte da Barca*. Obtido em 3 de fevereiro de 2020, de <http://adegaPontedabarca.pt/adega/quem-somos/>
- ACPBAV – Adega Cooperativa de Ponte da Barca e Arcos de Valdevez (2020b). *Vinhos*. Obtido em 20 de julho de 2021, de <https://adegaPontedabarca.pt/vinhos/adega-ponte-da-barca-rose/>
- Birse, M. (2007). *The Colour of Red Wine*. Tese doutoramento, Faculty of Sciences – The University of Adelaide, School of Agriculture, Food & Wine.
- Cabrita, M. J., Ricardo-da-Silva, J., & Laureano, O. (1999). *Os Compostos Polifenólicos das Uvas e dos Vinhos*. I Seminária Internacional de vitivinicultura, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.
- Cameira dos Santos, P., Freitas, V., Parola, A., & Pina, F. (2018). Sobre a Cor dos Vinhos Tintos – O Estudo das Antocianinas e Compostos Análogos não Parou nos Anos 80 do Século Passado. *Enologia outubro/novembro/dezembro*, pp. 22-30.
- Carle, R., & Schweiggert, R. (2016). *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages. Industrial Applications for Improving Food Color*. Duxford, UK: Woodhead Publishing.
- CVRLx – Comissão Vitivinícola da Região de Lisboa (2016). *Histórias Sobre Vinhos em Portugal e Origens*. Obtido em 22 de julho de 2020, de <https://www.clubevinhosportugueses.pt/vinhos/regioes/estremadura/historias-sobre-vinhos-em-portugal-e-origens/>
- CVRVW – Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (2020a). *Cronologia*. Obtido em 26 de janeiro de 2020, de <https://www.vinhoverde.pt/pt/cronologia>
- CVRVW – Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (2020b). *Estatísticas*. Obtido em 18 de março de 2020, de <https://www.vinhoverde.pt/pt/estatisticas#!>
- CVRVW – Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (2020c). *Sobre o Vinho Verde*. Obtido em 26 de janeiro de 2020, de <https://www.crvv.pt/pt/sobre-o-vinho-verde>
- Decreto n.º 16 684. (1929). 2 de abril de 1929, Diário do Governo, 1ª Série.
- Di Tomaso, J. M. (1996). *Wine Science. Principles And Applications* (3.ª Ed.). Academic Press.
- Encarnação, A. (2019). *A Cor Dos Vinhos Como Ferramenta De Diferenciação De Vinhos Tintos. Aplicação Da Espectrofotometria De UV-Vis*. Mestrado em Viticultura e Enologia, Universidade de Évora.

- Escribano-Bailón, M. T., Rivas-Gonzalo, J. C., & García-Estévez, I. (2019). *Wine Color Evolution And Stability*. em A. Morota, *Red Wine Technology* (pp. 195-205). Academic Press.
- Gil, M. (2017). *Rosé Wine Fining Using Polyvinylpyrrolidone: Colorimetry, Targeted Polyphenomics, And Molecular Dynamics Simulations*. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry* 65, 10591-10597.
- ISO 3972. (1991). *Sensory analysis – Methodology – Method Of Investigating Sensitivity Of Taste*.
- ISO 4120. (2004). *Sensory analysis – Methodology – Triangle Test*.
- ISO 6658. (2017). *Sensory analysis – Methodology – General Guidance*.
- ISO 8586. (2014). *Sensory analysis – General Guidelines For The Selection, Training And Monitoring Of Selected Assessors And Expert Sensory Assessors*.
- ISO 8589. (2007). *Sensory analysis – General Guidance For The Design Of Test Groups*.
- IVDP – Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto (27 de julho de 2020). *Porto: Um Vinho Com História*. Obtido de <https://www.ivdp.pt/pt/vinhos/vinhos-do-porto/historia/>
- IVV – Instituto da Vinha e do Vinho (2020a). *A Vinha E O Vinho Em Portugal*. Obtido em 25 de janeiro de 2020, de <https://www.ivv.gov.pt/np4/47/>
- IVV – Instituto da Vinha e do Vinho (3 de 3 de 2020b). *Denominações De Origem E Indicações Geográficas*. Obtido de <https://www.ivv.gov.pt/np4/documentos/documentos>
- IVV – Instituto da Vinha e do Vinho (2020c). *Regiões*. Obtido de <https://www.ivv.gov.pt/np4/regioes/>
- IVV – Instituto da Vinha e do Vinho (2020d). *Minho*. Obtido em 25 de janeiro de 2020, de <https://www.ivv.gov.pt/np4/289/>
- Jackson, R. S. (2008). *Wine Science: Principles And Applications* (3.ª Ed.). Academic Press.
- Kennedy, J. A. (13 de junho de 2008). *The Chemistry Of Red Wine Color*. Em *Color Quality Of Fresh And Processed Foods* (pp. 168-184). American Chemical Society.
- Moreno-Arribas, M. V., & Polo, M. C. (2009). *Wine Chemistry And Biochemistry*. Springer.
- Moskowitz, H. R., Beckley, J. H., & Resurreccion, A. V. (2012). *Sensory And Consumer Research In Food Product Design And Development* (2.ª Ed.). IFT Press.
- Navarre, C., & Langlade, F. (2010). *L'Œnologie* (7.ª Ed.). Lavoisier, Paris: TEC &Doc.
- OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho (2006). *Determination Of Chromatic Characteristics According To CIELAB. Compendium Of International Analysis Of Methods*.
- Portaria n.º 152. (2015). 26 de maio 2015, Diário da República.
- Portaria n.º 333. (2016). 23 de dezembro de 2016, Diário da República.
- Portaria n.º 668. (2010). 11 de agosto de 2010, Diário da República.

- Clube de Vinhos Portugueses, (2015). *Regiões Vitivinícolas Portuguesas*. Obtido em 22 de julho de 2020, de <https://www.clubevinhosportugueses.pt/vinhos/regioes/vinho-verde/regioes-vitivincolas-portuguesas-vinhos-verdes-igp-minho-dop-vinhos-verdes-e-sub-regioes/>
- Regulamento (UE) n.º 1308. (2013). 17 de dezembro de 2013, Parlamento Europeu e do Conselho.
- Ribéreau-Gayon, P. (1974). *The Chemistry Of Red Wine Color*. em *Chemistry Of Winemaking* (pp. 50-87).
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *Handbook Of Enology: The Microbiology Of Wine And Vinifications* (2.ª Ed., Vol. I).
- Sá, M. T. (2013). *Estudo Exploratório Das Preferências Dos Consumidores De Vinho Verde Em Portugal*. Mestrado em Marketing, ISEG – Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa, School of Economics & Management.
- Schanda, J. (2007). *Colorimetry – Understanding The CIE System*. Hoboken, New Jersey: John Wiley.
- Silva, F. (2001). *Informação Empresarial Sector Dos Nacional Dos Vinhos*. Mestrado em Gestão de informação, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Šottníková, V., Hřivná, L., Jůzl, M., Cwíková, O., & Šottníková, V. (2014). *The Difference In Color And Sensory Of Organic Quality Wine And Wine From Conventional Cultivation*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3, 285-288.
- Stancil, W. C., & Jordan, D. (2007). *Precise Color Communication: Color Control From Perception To Instrumentation*. Osaka: Konica Minolta Sensing.
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012). *Sensory Evaluation Practices* (4<sup>th</sup> ed.). Elsevier.
- Upstone, S. (2014). *Wine Analysis Using The LAMBDA Series Spectrophotometers*.
- WIP – Wine Tourism in Portugal (2020). *História Do Vinho Em Portugal*. Obtido em 25 de janeiro de 2020, de <https://www.winetourismportugal.com/pt/sobre-portugal/>

## ANEXOS

- ANEXO I      CARACTERÍSTICAS DOS VINHOS VERDES UTILIZADOS
- ANEXO II      TEMPERATURAS MÉDIAS DE ARMAZENAMENTO AO LONGO DE 25  
SEMANAS
- ANEXO III     COPOS UTILIZADOS NA ANÁLISE SENSORIAL
- ANEXO IV     INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO ALGORITMO *EXCEL*  
DESENVOLVIDO PARA ANÁLISE COLORIMÉTRICA

## ANEXO I – CARACTERÍSTICAS DOS VINHOS VERDES UTILIZADOS



**Descrição:** Este é um vinho resultante de um lote de diferentes castas de uvas tintas da região, vinificadas pelo método clássico dos vinhos brancos. Um vinho para os momentos mais descontraídos de todos quantos estão enamorados pela vida.

**Tipo:** Vinho Verde DOC

**Castas:** 40% Vinhão, 30% Borraçal e 30% Espadeiro

**Álcool:** 11%

**Cor:** Rosado.

**Aroma:** Frutos vermelhos.

**Paladar:** Jovem, leve e versátil.

**Servir:** Entre 6° e 8°C.

**Harmonizações:** Excelente para ser consumido sem acompanhamento ou como aperitivo, com saladas, pratos leves da cozinha oriental à base de legumes e carnes brancas. Harmoniza também com sobremesas à base de frutos vermelhos/silvestres e com baixo teor de açúcar.

Figura A.1: Características do Vinho Verde rosé (adaptado de ACPBAV, 2020b).



**Descrição:** O Adegas Ponte da Barca Branco Seco é um vinho verde resultado de um lote de diferentes castas de uvas brancas da região, de cor citrina, seco, com aroma a frutos cítricos, floral e com uma ligeira presença de gás carbónico.

**Tipo:** Vinho Verde DOC

**Castas:** 75% Loureiro, 12,5% Trajadura e 12,5% Arinto.

**Álcool:** 11%

**Cor:** Citrino.

**Aroma:** Frutos cítricos.

**Paladar:** Jovem, leve e refrescante.

**Servir:** Entre 6° e 8°C.

**Harmonizações:** Ideal como aperitivo ou acompanhando entradas diversas, sendo especialmente recomendado para pratos de marisco, peixe e carnes brancas.

Figura A.2: Características do Vinho Verde branco (adaptado de ACPBAV, 2020b).





**Descrição:** O Adega Ponte da Barca Tinto reflete a vivacidade e frescura das paisagens características do Norte de Portugal, de onde é originário e dispõe de características organoléticas únicas em todo o mundo, que fazem dele um “vinho multicultural” adaptável a todas as circunstâncias e eventos de carácter social.

**Tipo:** Vinho Verde DOC

**Castas:** 60% Vinhão, 30% Borraçal e 10% Espadeiro

**Álcool:** 11,5%

**Cor:** Rubi carregado.

**Aroma:** Clássico e carácter moderno.

**Paladar:** Equilibrado e persistente.

**Servir:** Entre 12° e 14°C.

**Harmonizações:** Pratos de carne, principalmente grelhados e assados, em qualquer estação do ano. Também aconselhável para peixes mais gordos, sardinhas assadas, feijoadas.

Figura A.3: Características do Vinho Verde tinto (adaptado de ACPBAV, 2020b).

## ANEXO II – TEMPERATURAS MÉDIAS DE ARMAZENAMENTO AO LONGO DE 25 SEMANAS

Tabela A. 1: Temperaturas médias ( $T$ ) diárias de armazenamento do Vinho Verde rosé ao longo de 25 semanas

Dia	$T / ^\circ\text{C}$					
	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro
1	10,3	15	20	-	-	20,1
2	14,2	-	21,6	-	-	20,2
3	13,8	-	17,2	-	23,1	20,4
4	-	18	16,8	-	23,5	20,4
5	-	17,8	15,2	-	23,4	20,3
6	14,1	16,1	15,3	-	24,6	20,2
7	16,5	18,2	-	-	23,1	20,2
8	14	17,2	-	-	-	20,3
9	14,1	-	16,1	-	-	20,4
10	13,9	-	15,9	-	22,2	20,2
11	-	16,1	-	-	21,2	20,1
12	-	15,2	-	-	20,4	20
13	13,8	15,9	-	-	20,6	-
14	12,7	13,5	-	-	22,8	-
15	11,8	15,5	-	-	-	-
16	12,3	-	-	-	-	-
17	13,4	-	-	-	19,8	-
18	-	19,1	-	-	21,5	-
19	-	20,1	-	-	22,1	-
20	13	18,6	-	-	23,4	-
21	14	18,4	-	-	22,8	-
22	13,1	17	-	-	-	-
23	13,2	-	-	-	-	-
24	15,8	-	-	-	22,5	-
25	-	21,8	-	-	20,4	-
26	-	23,3	-	-	23,1	-
27	12,3	24,9	-	-	21,2	-
28	12,7	25,8	-	-	19,5	-
29	13,2	24,6	-	24,9	-	-
30	12,8	-	-	22,6	-	-
31	-	-	-	21,3	18,8	-
<b>Média</b>	<b>13,4</b>	<b>18,7</b>	<b>17,26</b>	<b>22,9</b>	<b>21,9</b>	<b>20,2</b>

### ANEXO III – COPOS UTILIZADOS NA ANÁLISE SENSORIAL





Figura A.4: Características do copo utilizado para análise sensorial.

## ANEXO IV – INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO *EXCEL* DESENVOLVIDO PARA ANÁLISE COLORIMÉTRICA

Para a realização da análise colorimétrica das amostras é necessário um equipamento específico com a capacidade de efetuar o varrimento espectral das absorvâncias entre os comprimentos de onda de 360 nm até aos 780 nm, para, de seguida, serem convertidos em transmitância. Para a realização destas análises foi utilizado o espectrofotómetro de leitura da gama visível especificado no subcapítulo 3.4 e 3.5. Neste equipamento realiza-se inicialmente uma análise com água destilada a fim de calibrar o aparelho, desta forma realiza-se o “Auto zero”. Após calibração adequada para a cuvete a utilizar, substitui-se a água destilada pela amostra e efetua-se a análise. Todo o procedimento é controlado no próprio equipamento através do painel representado na Figura A.5.



Figura A.5: Painel de controlo do espectrofotómetro.

Depois de iniciar o equipamento é selecionada a opção “Scan” para efetuar o varrimento espectral. Aparecerá a janela representada na Figura A.6. De seguida, na nova janela colocam-se os seguintes parâmetros de análise: modo de recolha de dados (*Abs* ou %T); os limites inferior e superior de varrimento. Inicia-se por colocar a cuvete com água destilada e pressionar o botão de auto zero  visível na Figura A.5. Após a calibração coloca-se a amostra de vinho na cuvete colocando-a na posição para medição e pressiona-se o botão de iniciação  (Figura A.5). No fim da análise seleciona-se guardar no ecrã principal, Figura A.6, para salvar no dispositivo USB e, posteriormente, transferem-se os dados para o ficheiro *Excel*/programado para calcular as coordenadas CIELAB.

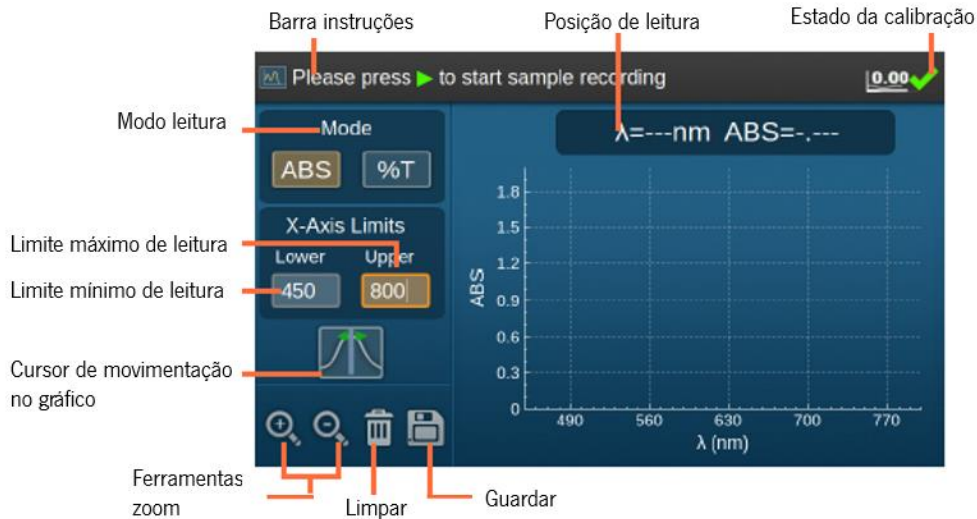


Figura A.6: Janela de comandos com respetiva legenda.

Com os dados gerados, introduz-se o dispositivo USB no computador, abre-se a pasta “GENESYS30Data”. Nesta pasta encontram-se todas as análises guardadas. Os dados são guardados conforme a Figura A.7.

	A	B	C	D	E
1	Scan_Scan_20200923_120546.csv				
2	Mode,ABS				
3	Lower,360				
4	Upper,900				
5	Length,541				
6					
7	wavelength(nm), ABS, %T				
8	360.0,0.381,41.53				
9	361.0,0.363,43.35				
10	362.0,0.345,45.19				
11	363.0,0.329,46.88				
12	364.0,0.312,48.75				
13	365.0,0.299,50.23				
14	366.0,0.286,51.76				
15	367.0,0.273,53.33				
16	368.0,0.261,54.83				
17	369.0,0.249,56.36				
18	370.0,0.238,57.81				
19	371.0,0.228,59.16				
20	372.0,0.219,60.39				
21	373.0,0.210,61.66				
22	374.0,0.202,62.81				
23	375.0,0.194,63.97				
24	376.0,0.186,65.16				
25	377.0,0.180,66.07				
26	378.0,0.173,67.14				
27	379.0,0.167,68.08				
28	380.0,0.162,68.87				
29	381.0,0.156,69.82				
30	382.0,0.150,70.79				
31	383.0,0.146,71.45				
32	384.0,0.141,72.28				
33	385.0,0.137,72.95				
34	386.0,0.133,73.62				
35	387.0,0.129,74.30				

Figura A.7: Representação dos dados transferidos para computador.

Os dados têm de ser devidamente separados em 3 colunas:  $\lambda$  (nm), absorvância (*Abs*) e transmitância (*Trans*). Para tal, seleciona-se toda a coluna A. Posteriormente, no friso clica-se em “Dados”, “Texto para Colunas”. Na nova janela seleciona-se “Vírgula” como delimitadores. De seguida selecionam-se as 3 colunas originadas clicando em “ctrl + u”, localizam-se os “.” e substituem-se por “,”. Desta forma os dados estão prontos para o cálculo das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Todos os valores da coluna *Abs* são copiados para a coluna com a mesma designação no ficheiro com o método CIELAB. Os valores das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  são gerados e apresentados na mesma folha *Excel*, como representado na Figura A.8.

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
$\lambda$	<i>Abs</i>	<i>Trans</i>	$S_0 - D_{65}$	$X_{D65}$	$Y_{D65}$	$Z_{D65}$		$\Delta$ (nm)	K					
360	0,762	0,173	46,438300	0,0000001222	0,00000001340	0,000000535027		1	0,00860553					
361	0,726	0,1873	47,183400	0,0000001851	0,00000002029	0,0000003107								
362	0,63	0,2042	47,728500	0,0000002738	0,00000003056	0,0000012212								
363	0,658	0,2138	48,273500	0,0000004175	0,00000004574	0,0000018287								
364	0,624	0,2377	48,818600	0,0000006213	0,00000006805	0,0000027222								
365	0,598	0,2523	49,363700	0,0000009193	0,00000010065	0,0000040283								
366	0,572	0,2673	49,908800	0,0000013520	0,00000014798	0,0000059257								
367	0,546	0,2844	50,453900	0,0000019765	0,00000021627	0,0000086651								
368	0,522	0,3006	50,999000	0,0000028725	0,00000031420	0,0000125960								
369	0,498	0,3177	51,544000	0,0000041495	0,00000045270	0,0000182010								
370	0,476	0,3342	52,089100	0,0000059586	0,00000065110	0,0000261437								
371	0,456	0,3499	51,877700	0,0000085056	0,00000092880	0,000037330								
372	0,438	0,3648	51,666400	0,0000120686	0,00000131750	0,000052987								
373	0,42	0,3802	51,455000	0,0000170226	0,00000185720	0,000074764								
374	0,404	0,3945	51,243700	0,0000238680	0,00000260200	0,000104870								
375	0,388	0,4093	51,032300	0,0000322660	0,00000362500	0,000146220								
376	0,372	0,4246	50,820900	0,0000460870	0,00000501900	0,000202660								
377	0,36	0,4365	50,609600	0,0000634720	0,00000690700	0,000279230								
378	0,346	0,4508	50,398200	0,0000863920	0,00000944900	0,000382450								
379	0,334	0,4634	50,186900	0,0001182460	0,00001284800	0,000520720								
380	0,324	0,4742	49,975500	0,0001599520	0,00001736400	0,000704776								
381	0,312	0,4875	49,764200	0,00021508	0,00002332700	0,000948230								
382	0,3	0,5012	49,552800	0,00028749	0,00003115	0,0012682								
383	0,292	0,5105	49,341500	0,00038199	0,00004125	0,0016861								
384	0,282	0,5224	49,130200	0,00050455	0,00005456	0,0022285								
385	0,274	0,5321	48,918900	0,00066244	0,00007156	0,0029278								
386	0,266	0,542	48,707600	0,00086450	0,00009330	0,0038237								
387	0,258	0,5521	48,496300	0,00112150	0,00012087	0,0049642								
388	0,25	0,5623	48,285000	0,00144616	0,00015564	0,0064067								
389	0,244	0,5702	48,073700	0,00185259	0,00019920	0,0082193								
390	0,238	0,5781	47,862400	0,00236160	0,00025340	0,0104822								
391	0,23	0,5888	47,651100	0,00299060	0,00032020	0,0132890								
392	0,224	0,597	47,439800	0,00376450	0,00040240	0,0167470								
393	0,218	0,6053	47,228500	0,00471020	0,00050230	0,0209800								
394	0,212	0,6138	47,017200	0,00585810	0,00062320	0,0261270								
395	0,208	0,6194	46,805900	0,00724230	0,00076850	0,0323440								
396	0,202	0,6281	46,594600	0,00889960	0,00094170	0,0398020								
397	0,198	0,6339	46,383300	0,01087090	0,00114730	0,0486910								
398	0,194	0,6397	46,172000	0,01319890	0,00139030	0,0592100								

Figura A.8: Representação da explicação da utilização do *Excel*/CIELAB.