



# CATÓLICA

## ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

---

PORTO

EVOLUÇÃO OXIDATIVA DE VINHOS ALVARINHO COM E SEM A ADIÇÃO DE SULFITOS

por

Sofia Margot dos Santos Roby

Setembro 2020



# CATÓLICA

## ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

---

PORTO

### EVOLUÇÃO OXIDATIVA DE VINHOS ALVARINHO COM E SEM A ADIÇÃO DE SULFITOS

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade  
Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Alimentar

---

por

Sofia Margot dos Santos Roby

Supervisor (Empresa): Dr. Luís Cerdeira

Orientador (Universidade): Prof. Doutor José Couto

Setembro 2020

# Resumo

Este trabalho foi realizado na “Quinta de Soalheiro” no concelho de Melgaço e teve como principal objetivo estudar a evolução oxidativa de vinhos Alvarinho com e sem a adição de sulfitos. A evolução oxidativa foi analisada sob duas perspetivas distintas, culminando na divisão do estudo em duas partes diferentes:

- **Parte I-** Realização de uma análise vertical de modo a caracterizar, em termos colorimétricos e aromáticos, a evolução natural em adega de dois tipos de vinhos, um de vinificação normal (Soalheiro Alvarinho) e outro de vinificação natural (Soalheiro Nature). Para tal analisaram-se os vinhos “Soalheiro Alvarinho” (com adição de sulfitos) de 10 anos consecutivos, de 2010 a 2019 e analisaram-se os vinhos “Soalheiro Nature” (sem sulfitos adicionados) de 4 anos consecutivos, de 2016 a 2019.
- **Parte II-** Os principais objetivos foram tentar prever a evolução oxidativa de dois vinhos (Soalheiro Alvarinho e Nature) ao longo do tempo e comparar a longevidade e resistência entre ambos, em termos colorimétricos e aromáticos. Assim, de modo a conseguir mimetizar o envelhecimento dos vinhos em garrafa ao longo do tempo e perceber, de um modo mais expedito, de que modo evolui a oxidação dos vinhos na presença e ausência de sulfitos, os vinhos foram sujeitos a um envelhecimento forçado através de um período de incubação de 2 meses a 50°C. Estudaram-se dois tipos de vinhos, de dois anos de colheitas diferentes “Alvarinho Soalheiro 2018 e 2019” e “Soalheiro Nature 2018 e 2019”.

De modo a concretizar estes objetivos, foram realizados diversos testes, nomeadamente espectrofotométricos e de CIELab, para caracterizar a cor dos vinhos e estudos de análise sensorial, de modo a caracterizar o aroma. Após a análise dos resultados da parte I foi possível concluir que poderá existir uma correlação entre o Índice de polifenóis totais (IPT) e o grau de acastanhamento nos vinhos Alvarinho. Relativamente à parte II foi possível concluir que, vinhos com e sem a adição de sulfitos, com conteúdos baixos de polifenóis, apresentam uma resistência à degradação cromática e aromática semelhante, ao longo dos anos. Constatou-se, também, que os testes de envelhecimento forçado poderão simular o envelhecimento natural em adega durante quatro anos, em termos colorimétricos.

**Palavras-Chave:** Qualidade do vinho; Alvarinho; Evolução oxidativa; Sulfitos.

# Abstract

This thesis presents the results from a research work that was accomplished in “Quinta de Soalheiro” at Melgaço. The main objective of this investigation was to assess the oxidative evolution of Alvarinho wines with and without the addition of sulfites. The oxidative evolution was analysed in two different perspectives that led to the division of this work in two parts:

- **Part I-** A vertical analysis was performed in order to characterize, in terms of color and aroma, the natural evolution of two types of wine, more specifically, one with normal winemaking (Soalheiro Alvarinho) and one with natural winemaking (Soalheiro Nature). “Soalheiro Alvarinho” (with the addition of sulfites) of 10 consecutive years, from 2010 to 2019, and “Soalheiro Nature” (without the addition of sulfites) of 4 consecutive years, from 2016 to 2019, were analysed.
- **Parte II-** The main objectives were to try to predict the oxidative evolution in time of two wines (Soalheiro Alvarinho e Nature) and compare their resistance and longevity, in chromatic and aromatic terms. For that reason, in order to mimic the aging of wines in bottle over time and understand, in a more expeditious way, how the oxidation of wine with or without sulfites evolves, the wines were subjected to forced aging tests with an incubation period at 50°C. Two types of wine of two years of harvesting were studied “Soalheiro Alvarinho 2018 e 2019” and “Soalheiro Nature 2018 e 2019”.

In order to accomplish these goals, several tests were performed, namely spectrophotometric and CIELab tests to characterize color and sensorial analysis studies to characterize aroma. The results from Part I showed that there may be a relation between the total polyphenolic index and the degree of browning of the Alvarinho wines. In terms of the results of Part II it was possible to conclude that wines with and without the addition of SO<sub>2</sub>, with low polyphenolic contents, have the same resistance to chromatic and aromatic degradation over time. It was also concluded that the forced aging test may simulate, in chromatic terms, the aging of wines after four years in the cellar.

**Key-Words:** Wine quality; Alvarinho; Oxidative evolution; sulfites.

# Agradecimentos

Gostaria desde já agradecer:

À **Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa** pela possibilidade de concretização deste trabalho; À **professora Alcina Bernardo Morais**, que foi inalcançável em tentar me enquadrar num projeto que pudesse satisfazer todos os meus gostos e necessidades. A sua amabilidade e preocupação, de modo a garantir que obtivesse o melhor percurso e experiência académica possível, irá ser sempre um motivo pela minha enorme gratidão. Saliento a importância que teve para mim não apenas no desenrolar deste trabalho mas também na minha formação quanto Engenheira Alimentar, permitindo-me descobrir a área científica que mais adoro. Por tudo, um enorme obrigada.

Ao meu orientador, professor **José Couto**, um enorme obrigada pelo trabalho que teve comigo; pela constante ajuda e esclarecimento de dúvidas, sem a qual este trabalho nunca poderia ser realizado. A sua disponibilidade e acessibilidade de modo a resolver todos os problemas que me surgiram foi extremamente importante para tornar este projeto, uma experiência agradável e enriquecedora. Obrigada, também pela simpatia e paciência que sempre demonstrou. Ao meu supervisor, Dr. **Luís Cerdeira**, por me ter oferecido a oportunidade de experienciar o dia-a-dia numa empresa tão acolhedora e ao mesmo tempo de enorme qualidade como é a Quinta de Soalheiro. Um enorme obrigada por, em momentos tão complicados, como foi este ano devido à pandemia, me ter sempre assegurado trabalho e seguimento deste projeto, oferecendo sempre ajuda para garantir a continuação deste estágio. Agradeço igualmente a sua boa disposição, profissionalismo e confiança que me deu para a execução deste projeto. A toda a **equipa da “Quinta de Soalheiro”** por me terem recebido de braços abertos e me integrarem de um modo tão amigável. Conseguiram tornar um ambiente extremamente agradável para se trabalhar, sendo acolhedor, familiar e simultaneamente profissional. Um especial obrigada à **Eng.ª Lúcia Barbosa** pela enorme ajuda na concretização deste trabalho e pela acessibilidade e disponibilidade que sempre apresentou; Um obrigada ao **Dr. Filipe Centeno** pela sua participação nas provas sensoriais e pela ajuda oferecida. Um obrigada às professoras **Maria João Monteiro** e **Susana Teixeira** por me esclarecerem dúvidas que me surgiram ao longo do trabalho.

Um especial agradecimento a toda a **minha família**, em especial à **minha mãe** sem a qual nada disto poderia ter sido realizado. Ao **meu namorado** pelo apoio incondicional e às **minhas amigas** pela amizade que permitiu tornar este percurso mais fácil.

# Índice

<b>RESUMO</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>9</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1. OXIDAÇÃO DOS VINHOS .....	11
1.1 <i>Degradação cromática (acastanhamento)</i> .....	12
1.1.1. Acastanhamento enzimático .....	12
1.1.2. Acastanhamento não enzimático .....	13
1.2 <i>Degradação Aromática</i> .....	15
2. CAPACIDADE ANTIOXIDANTE .....	17
2.1 <i>Compostos polifenólicos</i> .....	17
2.1.1 Hidroxicinamatos .....	18
2.2 <i>Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)</i> .....	18
2.3 <i>Ácido Ascórbico</i> .....	19
2.4 <i>Glutathiona (GSH)</i> .....	20
3. VINHO VERDE .....	20
3.1 <i>Monção e Melgaço</i> .....	22
3.1.1. Geografia, Solo e Clima .....	23
3.1.2. Casta Alvarinho.....	24
4. QUINTA DE SOALHEIRO .....	25
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>1. PARTE I (ANÁLISE VERTICAL)</b> .....	<b>27</b>
1.1. AMOSTRAS DE VINHO.....	27
1.2. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS.....	27
1.2.1. <i>Análise Sumária</i> .....	27
1.2.2. <i>Quantificação do conteúdo total de polifenóis</i> .....	28
1.2.3. <i>Conteúdo de Hidroxicinamatos</i> .....	28
1.2.4. <i>Caracterização Cromática</i> .....	29
1.2.4.1. Determinação da densidade ótica a 420 nm.....	29
1.2.4.2. Análise Espectral.....	29
1.2.4.3. Determinação da intensidade e da tonalidade de cor .....	29
1.3. ANÁLISE SENSORIAL .....	29
<b>2. PARTE II (TESTES DE ENVELHECIMENTO FORÇADO)</b> .....	<b>30</b>
2.1. AMOSTRAS DE VINHO .....	30
2.2. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	30
2.2.1. <i>Análise Sumária</i> .....	30
2.2.2. <i>Quantificação do conteúdo total de polifenóis</i> .....	31
2.2.3. <i>Conteúdo de Hidroxicinamatos</i> .....	31
2.2.4. <i>Caracterização Cromática</i> .....	32
2.2.4.1. Determinação da densidade ótica a 420 nm.....	32
2.2.4.2. Análise Espectral.....	32

2.2.4.3.	Determinação da intensidade e da tonalidade de cor .....	32
2.3.	ANÁLISE SENSORIAL .....	32
<b>3.</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>		<b>34</b>
<b>1.</b>	<b>PARTE I (ANÁLISE VERTICAL) .....</b>	<b>34</b>
1.1.	DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	34
1.1.1.	<i>Análise Sumária</i> .....	34
1.1.2.	<i>Quantificação do conteúdo total polifenólico</i> .....	34
1.1.3.	<i>Hidroxicinamatos</i> .....	35
1.1.4.	<i>Caracterização cromática</i> .....	37
1.1.4.1	Determinação da densidade ótica a 420 nm .....	37
1.1.4.2	Análise Espectral .....	39
1.1.4.3	Determinação da intensidade e da tonalidade de cor .....	42
1.2.	ANÁLISE SENSORIAL .....	43
.....		47
<b>2.</b>	<b>PARTE II (ENVELHECIMENTO FORÇADO) .....</b>	<b>49</b>
2.1.	DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	49
2.1.1.	<i>Análise Sumária</i> .....	49
2.1.2.	<i>Quantificação do conteúdo total polifenólico</i> .....	49
2.1.3.	<i>Hidroxicinamatos</i> .....	51
2.1.4.	<i>Caracterização cromática</i> .....	53
2.1.4.1.	Determinação da densidade ótica a 420 nm .....	53
2.1.4.2.	Análise Espectral .....	55
2.1.4.3.	Determinação da intensidade e da tonalidade de cor .....	59
2.2.	ANÁLISE SENSORIAL .....	60
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>		<b>65</b>
<b>TRABALHO FUTURO .....</b>		<b>67</b>
<b>APÊNDICES .....</b>		<b>68</b>
<b>1.</b>	<b>PARTE I (ANÁLISE VERTICAL) .....</b>	<b>68</b>
1.1	<i>Análise Sumária</i> .....	68
1.2	<i>Análise Estatística</i> .....	69
1.2.1.	<i>Quantificação do conteúdo total polifenólico</i> .....	69
1.2.2.	<i>Hidroxicinamatos</i> .....	73
1.2.3.	<i>Caracterização cromática</i> .....	77
1.2.3.1	Determinação da densidade ótica a 420 nm .....	77
1.2.3.2	Análise Espectral .....	81
1.2.3.3	Determinação da intensidade e tonalidade de cor .....	100
1.3	<i>Análise Sensorial</i> .....	109
<b>2.</b>	<b>PARTE II (ENVELHECIMENTO FORÇADO) .....</b>	<b>109</b>
2.1.	<i>Análise Sumária</i> .....	109
2.2.	<i>Análise Estatística</i> .....	110
2.2.1.	<i>Quantificação do conteúdo total polifenólico</i> .....	110
2.2.2.	<i>Hidroxicinamatos</i> .....	111
2.2.3.	<i>Caracterização cromática</i> .....	111
2.2.3.1	Densidade ótica a 420 nm .....	111
2.2.3.1	Análise Espectral .....	112
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>117</b>

# Lista de Figuras

FIGURA 1-OXIDAÇÃO DE CATECOL PARA PRODUZIR QUINONA E PERÓXIDO DE HIDROGÉNIO (27).....	14
FIGURA 2-REAÇÃO DE FENTON (27) .....	14
FIGURA 3-NÚCLEO FLAVÂNICO (39) .....	17
FIGURA 4-OXIDAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO (50). .....	20
FIGURA 5-SUB-REGIÕES DA REGIÃO DOC VINHO VERDE (56) .....	21
FIGURA 6-ESCALA DE QUALIDADE E TIPICIDADE NOS "VINHOS VERDES"(57) .....	22
FIGURA 7-CARTA GEOLÓGICA (58) .....	24
FIGURA 8-VARIEDADE DE VINHOS, ESPUMANTES E ÁGUA ARDENTE SOALHEIRO (62).....	25
FIGURA 9-ANÁLISE SUMÁRIA A TODOS OS VINHOS DA PARTE I.....	28
FIGURA 10-ANÁLISE SUMÁRIA REALIZADA NA PARTE II. ....	31
FIGURA 11-CONTEÚDO TOTAL DE POLIFENÓIS NOS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO”.....	35
FIGURA 12-CONTEÚDO TOTAL DE POLIFENÓIS NOS VINHOS “SOALHEIRO NATURE”.....	35
FIGURA 13-CONTEÚDO DE HIDROXICINAMATOS NOS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO”. ....	36
FIGURA 14-CONTEÚDO DE HIDROXICINAMATOS NOS VINHOS “SOALHEIRO NATURE”.....	36
FIGURA 15-RESULTADOS DA DO <sub>420NM</sub> DOS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO”. ....	37
FIGURA 16-RESULTADOS DA DO 420 NM DOS VINHOS “SOALHEIRO NATURE”. ....	39
FIGURA 17-VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA OS DESCRITORES NA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA AOS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO” DE 2019 A 2010. ....	47
FIGURA 18-VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA OS DESCRITORES NA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA AOS VINHOS “SOALHEIRO NATURE” DE 2019 A 2016. ....	48
FIGURA 19-CONTEÚDO DE POLIFENÓIS TOTAIS, AO LONGO DOS ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS VINHOS DE 2019 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE).....	50
FIGURA 20-CONTEÚDO DE POLIFENÓIS TOTAIS, AO LONGO DOS ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS VINHOS DE 2018 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE).....	51
FIGURA 21-CONTEÚDO DE HIDROXICINAMATOS, AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS VINHOS DE 2019 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE). ....	52
FIGURA 22-CONTEÚDO DE HIDROXICINAMATOS, AO LONGO DOS ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS VINHOS DE 2018 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE).....	52
FIGURA 23-RESULTADOS DA DO A 420 NM AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO DOS OS VINHOS DE 2019 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE). ....	54
FIGURA 24-RESULTADOS DA DO A 420 NM AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO DOS OS VINHOS DE 2018 “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE). ....	54
FIGURA 25-RESULTADOS DE CIELAB, AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS OS VINHOS DE “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E "SOALHEIRO NATURE"(VERDE).....	57
FIGURA 26-RESULTADOS DE CIELAB (C* <sub>AB</sub> E <H(A*B*)), AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS OS VINHOS DE “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE). NO GRÁFICO DO LADO ESQUERDO ESTÃO OS RESULTADOS DO ANO DE 2019 E NA DIRETA DE 2018. ....	58
FIGURA 27-RESULTADOS DA INTENSIDADE E TONALIDADE DE COR CALCULADOS ESPECTOFOTOMETRICAMENTE , AO LONGO DO ENVELHECIMENTO FORÇADO, DOS OS VINHOS DE “SOALHEIRO ALVARINHO”(LARANJA) E “SOALHEIRO NATURE”(VERDE).....	59
FIGURA 28-RESULTADOS DA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA PARA O VINHO DE 2019 “SOALHEIRO ALVARINHO”, SUJEITO A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO.....	61
FIGURA 29-RESULTADOS DA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA PARA O VINHO DE 2019 “SOALHEIRO NATURE”, SUJEITO A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO. ....	62
FIGURA 30-RESULTADOS DA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA PARA O VINHO DE 2018 “SOALHEIRO ALVARINHO”, SUJEITO A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO. ....	63
FIGURA 31-RESULTADOS DA ANÁLISE DESCRITIVA REALIZADA PARA O VINHO DE 2018 “SOALHEIRO NATURE”, SUJEITO A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO. ....	63

# Lista de Tabelas

TABELA 1- PRINCIPAIS CASTAS DA SUB-REGIÃO MONÇÃO E MELGAÇO (58) .....	22
TABELA 2- CONTINUAÇÃO DAS PRINCIPAIS CASTAS DA SUB-REGIÃO MONÇÃO E MELGAÇO (58).....	23
TABELA 3-RESULTADOS DA ANÁLISE DE CIELAB REALIZADA PARA OS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO”. .....	41
TABELA 4-RESULTADOS DA ANÁLISE DE CIELAB REALIZADA PARA OS VINHOS “SOALHEIRO NATURE”. .....	42
TABELA 5-RESULTADOS DA INTENSIDADE E TONALIDADE DA COR DOS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO” .....	42
TABELA 6- CONTINUAÇÃO DE RESULTADOS DA INTENSIDADE E TONALIDADE DA COR DOS VINHOS "SOALHEIRO ALVARINHO".....	43
TABELA 7-RESULTADOS DA INTENSIDADE E TONALIDADE DA COR DOS VINHOS "SOALHEIRO NATURE". .....	43
TABELA 8-RESULTADOS DA ANÁLISE SUMÁRIA REALIZADA AOS OS VINHOS “SOALHEIRO ALVARINHO”. .....	68
TABELA 9-RESULTADOS DA ANÁLISE SUMÁRIA DOS VINHOS DE 2019 (CLÁSSICO) SUJEITOS A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO.....	109
TABELA 10-RESULTADOS DA ANÁLISE SUMÁRIA DOS VINHOS DE 2018 (CLÁSSICO) SUJEITOS A ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO FORÇADO.....	110

# Abreviaturas

- Absorvância (A)
- Ácido Ascórbico (AA)
- Ácido 2-S-glutationil-caftárico (GRP)
- Cisteína (Cys)
- Cobre (Cu)
- Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (CVRVV)
- Denominação de origem controlada (DOC)
- Densidade ótica (DO)
- Dissulfeto de glutaciona (GSSG)
- Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)
- Ferro (Fe)
- Glutaciona (GSH)
- 5-(hidroximetil)furfural (HMF)
- Ião Bissulfito (HSO<sub>3</sub>)
- Índice de polifenóis totais (IPT)
- Peroxidase (POD)
- Polifenoloxidase (PPO)
- Radical hidroxilo (OH•)
- Trimetilhidroxinaftaleno (TDN)

# Introdução

O vinho é uma das matrizes mais complexas existentes na indústria alimentar e, portanto a necessidade de estudar a sua ciência é fundamental para garantir os mais elevados quadros de qualidade do produto em questão.

A evolução da qualidade sensorial dos vinhos diverge dos restantes alimentos por possuir uma evolução incomum ao padrão normal dos restantes, que tendem a experienciar um declínio nas propriedades sensoriais durante o seu período de vida útil. No caso particular dos vinhos, estes tendem a atingir um pico após um determinado período em garrafa e a extensão para tal ocorrer varia enormemente com o tipo de vinho. Alguns evoluem muito rapidamente em direção a um ótimo seguido por um declínio, enquanto outros podem evoluir durante vários anos de envelhecimento, desenvolvendo características sensoriais favoráveis (1). Certos vinhos de mesa brancos beneficiam de um estágio em garrafa (2 -7 anos), onde as condições são essencialmente anaeróbicas, pois desenvolvem uma cor mais acentuada e um buquê mais rico (2) e por este motivo o envelhecimento dos vinhos pode ser benéfico pois permite manter os seus aromas varietais enquanto desenvolvem outros aromas específicos. Não obstante, e em particular nos vinhos brancos secos, o envelhecimento também pode trazer consigo certas consequências pejorativas como é o caso da oxidação prematura que poderá ocorrer dentro de poucos anos (3). Assim, durante a produção de vinhos a presença de oxigénio poderá tanto promover o aumento da qualidade do produto como, contrariamente, levar à sua perda por ser um agente desencadeador da degradação oxidativa (1).

A oxidação prematura dos vinhos, e mais especificamente a degradação oxidativa de vinhos brancos jovens, é um dos problemas enológicos mais importantes na produção de vinho nos países do sul da Europa (4) e por este motivo o estudo do seu comportamento durante o envelhecimento é um assunto de extrema importância e que necessita de ser exaustivamente explorado pela indústria dos vinhos.

## 1. Oxidação dos vinhos

A oxidação é o processo químico na qual um eletrão é removido de um átomo ou conjunto de átomos através de reações que podem ou não envolver a adição de oxigénio ou a perda de hidrogénio (5). Os compostos primários envolvidos na oxidação do vinho são o oxigénio, que

é o propulsor do processo; os compostos polifenólicos, que são os substratos mais facilmente oxidados e os íons metálicos ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ ) que são os catalisadores (6). Outros fatores como o pH e a luz parecem igualmente estar envolvidos neste processo (7).

A oxidação degradativa de vinhos brancos é um assunto vital na indústria dos vinhos uma vez que está ativa em várias etapas do processo de produção, nomeadamente no processo de pré-fermentação, fermentação e envelhecimento, tendo um papel fundamental na qualidade sensorial dos vinhos (8). A resistência dos vinhos à oxidação é uma função de três parâmetros principais nomeadamente o potencial redox, a concentração total de antioxidantes naturais ou adicionados e a quantidade de oxigénio dissolvido (8). A oxidação leva a uma rápida perda das qualidades sensoriais dos vinhos brancos, tanto em termos aromáticos como em termos colorimétricos. De um ponto de vista aromático, a oxidação resulta numa perda de aromas dos vinhos jovens mais especificamente os aromas florais e frutados bem como ocorre a formação de novos aromas característicos de vinhos envelhecidos e aromas “oxidados” indesejáveis (9). De um ponto de vista cromático, ocorre o desenvolvimento de cores acastanhadas (acastanhamento não-enzimático) (7). Supõe-se que a degradação do aroma precede a degradação da cor (acastanhamento) (10).

### 1.1 Degradação cromática (acastanhamento)

O acastanhamento é uma consequência visual da degradação oxidativa dos vinhos e no caso de vinhos brancos este fenómeno foi atribuído à oxidação e possível polimerização de compostos fenólicos (11, 12). Este processo pode ser subdividido em duas classificações distintas, de acordo com o método de iniciação, podendo se designar de acastanhamento enzimático, que ocorre quase exclusivamente no mosto ou não-enzimático, que pode acontecer tanto no mosto como no vinho (12-14).

#### 1.1.1. Acastanhamento enzimático

O acastanhamento enzimático consiste na reação oxidativa de um composto orto-dihidroxifenólico numa orto-quinona que poderá sofrer reações posteriores formando produtos acastanhados (15, 16). O acastanhamento no mosto está altamente correlacionado com o conteúdo de hidroxicinamatos, que é o grupo principal de compostos polifenólicos no sumo (17, 18). As oxedorredutases mais importantes responsáveis pelo acastanhamento durante o

processamento da uva são as polifenoloxidasas (PPO), mais especificamente a catecol oxidase ou a tirosinase, e as peroxidases (POD) (17). Na uva intacta, os hidroxicinamatos uma vez existentes no vacúolo da célula não se encontram em contacto com a PPO, que existe no citoplasma. No entanto, quando a uva é esmagada na presença de oxigénio, o sistema membranar é colapsado e os constituintes anteriormente mencionados entram em contacto, levando a que os hidroxicinamatos sejam convertidos pela PPO nas correspondentes o-quinonas electrofilicamente reativas (19, 20). Na oxidação do mosto a captação inicial de oxigénio pelos compostos *ortho*-dihidroxibenzénicos é diminuído pela adição de tióis como a cisteína (Cys) ou glutathione (GSH) (21). Quando o ácido caftárico é oxidado à correspondente o-quinona pela tirosinase a GSH reage com a quinona formando um composto incolor que deixa de ser substrato para a tirosinase (GRP; ácido 2-S-glutationil-caftárico) (22). Assim a GRP limita a oxidação do mosto e portanto a capacidade de proteção depende da concentração relativa de GSH.

Hoje em dia este tipo de acastanhamento, devido à profunda investigação, já é uma problemática praticamente resolvida no mundo do vinho e portanto uma importância maior tem sido dada ao acastanhamento não enzimático, em particular nos vinhos brancos (17).

### 1.1.2. Acastanhamento não enzimático

O acastanhamento não enzimático também designado de oxidação química do vinho é um processo oxidativo favorecido pela oxidação de polifenóis que contêm um grupo *ortho*-dihidroxibenzénico (catecol) ou um grupo 1,2,3-trihidroxibenzénico (grupos galoil), tal como a (+)-catequina/(-)-epicatequina, galocatequina, ácido gálico e os seus ésteres, e o ácido cafeico (17, 23, 24). Estes constituintes mais propensos a serem oxidados, são sequencialmente oxidados a radicais de semiquinonas e benzoquinonas enquanto, por sua vez, o oxigénio é reduzido a peróxido de hidrogénio, sendo todo o processo mediado pelo ciclo redox de  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  e  $Cu^{2+}/Cu^{+}$ (25). Estudos prévios concluíram que o oxigénio não reage diretamente com os compostos polifenólicos sem a presença de iões metálicos de transição (5, 26). As quinonas formadas durante a oxidação dos polifenóis (produtos primários), como são instáveis podem espontaneamente combinar com compostos nucleófilicos (incluindo alguns fenóis, tióis e aminas) devido ao seu elevado carácter eletrofilico. Os dímeros ou polímeros podem sofrer uma conversão enólica formando novos grupos dihidrobenzénicos (**Figura 1**), que têm potenciais redox mais baixos do que os fenóis iniciais e são muito mais facilmente oxidados (23).

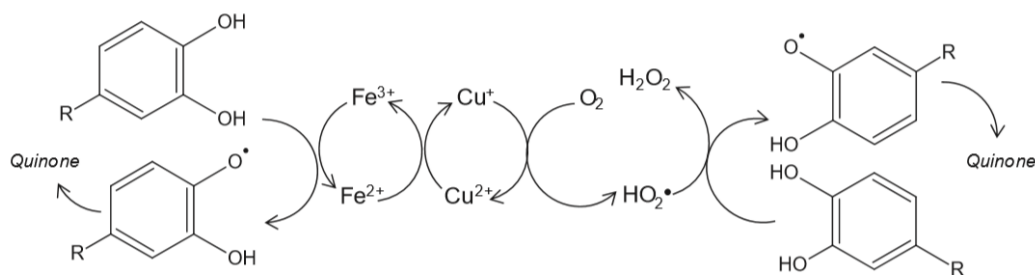


Figura 1-Oxidação de catecol para produzir quinona e peróxido de hidrogénio (27)

Paralelamente o oxigénio é reduzido a peróxido de hidrogénio e em associação com iões ferrosos gera radicais hidroxilo (OH•). Esta reação designa-se de reação de Fenton (**Figura 2**). O radical hidroxilo formado é extremamente reativo e é reconhecido por oxidar a maior parte das moléculas orgânicas encontradas no vinho (5) como, por exemplo, etanol, ácido tartárico, glicerol, açúcares e ácidos orgânicos (5, 26).



Figura 2-Reação de Fenton (27)

A oxidação de Fenton do etanol e do ácido tartárico gera, respetivamente, acetaldeído e ácido glioxílico (23, 26).

O acetaldeído que está presente no vinho pode ser tanto derivado do metabolismo das leveduras durante a fermentação ou do eventual envelhecimento biológico, como da oxidação de etanol catalisado por metais de transição ou através da oxidação acoplada de polifenóis (23). Se a sua concentração exceder os 50 mg/L significa que o vinho está oxidado e como considera-se que este composto possui um sabor e odor ofensivo poderá trazer ao vinho um flavor amargo e oxidado (28). O acetaldeído combina com flavonóis levando à sua protonação e consequente formação de um carbocatião sob condições ácidas. Consequentemente a adição nucleofílica dos polifenóis ricos em eletrões ao aldeído protonado resulta num álcool benzílico. O álcool benzílico, por sua vez, é propenso à protonação que depois resulta na libertação de água e de um catião benzílico, sendo este último um intermediário facilmente atacado por outros nucleófilos (5). O catião benzílico é depois atacado por uma segunda unidade nucleofílica flavanol para formar um dímero de flavanol ligado por um etilo. A reação inicia-se novamente a partir dos dímeros formados levando à formação de polímeros no final. As ligações etílicas geradas nos polímeros de flavonóis policondensados não são estáveis e clivam formando oligómeros de vinilflavanóides (29). O resultado disto dá origem a um aumento da região do espectro amarelo à medida que há um aumento do grau de condensação (30).

Fulcrand *et al.* (1997) propôs a existência de um segundo caminho de acastanhamento em que, quando o ferro estivesse presente, a oxidação não ocorre diretamente na catequina, mas sim no ácido tartárico, dando origem ao ácido glioxílico. Uma vez formado o ácido glioxílico este reage com duas unidades flavanóides para formar um dímero incolor ligado por uma ponte carboxi-metilidino, que por sua vez forma pigmentos amarelos por um processo de desidratação seguido de oxidação (31).

Para além do acetaldeído e do ácido glioxílico existem outros produtos, provenientes da desidratação de açúcares durante o processamento e armazenamento de alimentos derivados das uvas, tal como o furfural e o 5-(hidroximetil)furfural (HMF) que podem também reagir com flavanóides para formar pigmentos xantílo ou precipitados pretos, e a reação parece ocorrer mais rapidamente com o furfural do que com o HMF (32).

O grau de acastanhamento de vários alimentos tem sido comumente determinado através da medição da absorvância numa gama entre 400-480 nm, sendo 420 nm o comprimento de onda standard usado na indústria dos vinhos (2). A correspondência da absorvância a 420 nm ( $A_{420nm}$ ) com o acastanhamento tem sido defendida por vários autores devido à formação de pigmentos amarelos, como por exemplo, os pigmentos xantílo (33). A  $A_{420nm}$  pode então ser considerada um marcador adicional da oxidação de vinhos brancos e trabalhos anteriores demonstraram que vinhos com elevados valores de  $A_{420nm}$  foram avaliados por um painel de provadores como tendo aromas oxidados (34).

## 1.2 Degradação Aromática

O aroma é um fator de extrema importância para a aceitação dos produtos alimentares por parte do consumidor principalmente quando se refere ao caso mais específico dos vinhos, pois este fator contribui grandemente para a sua qualidade e conseqüentemente a aceitabilidade do mercado.

Durante a produção e o envelhecimento, várias reações e interações podem ocorrer que influenciam a percepção do buquê dos vinhos (35). Uma gama de sabores desagradáveis podem-se desenvolver durante a oxidação dos vinhos, sendo que as baixas concentrações contribuem positivamente para a complexidade do vinho, mas à medida que estes aumentam põe em causa a sua qualidade (2). Este contributo pode-se dever principalmente à oxidação dos compostos fenólicos (11).

A degradação cromática, expressa como acastanhamento, encontra-se bem documentada na literatura (2, 14, 17), contrariamente à degradação aromática que tem sido

menos explorada. No entanto, estudos têm sido desenvolvidos de modo a cobrir estas lacunas, como por exemplo, Ferreira *et al.* (1997) conduziu um estudo onde descreve as mudanças principais das concentrações de compostos voláteis em vinhos brancos jovens sujeitos a um armazenamento aeróbio no escuro e à temperatura ambiente (4). Neste estudo foi possível concluir que os ésteres etílicos dos ácidos gordos e os ésteres de acetato de álcoois superiores são eliminados durante o armazenamento, enquanto os ésteres de etilo de alguns ácidos orgânicos, tal como lactato de etilo e o succinato de dietilo aumentam. Os ácidos octanóicos e decanóicos diminuíram durante o processo. A concentração de eugenol aumentou enquanto o 4-etilfenol e o fenol aumentaram nas primeiras etapas de oxidação diminuindo consistentemente no final. O 4-vinilguaiacol foi eliminado durante a oxidação do vinho enquanto o linalol decresceu dependendo da variedade da uva, o que pode ser devido às diferentes quantidades de precursores de glicósidos. Os álcoois não pareceram ser muito influenciados pela oxidação já o furfural parece ser o único composto correlacionado com o acastanhamento dos vinhos uma vez que a sua concentração vai aumentando durante o processo de oxidação. Por fim, a concentração de metionol diminui durante a oxidação enquanto o benzaldeído aumenta (4).

Os descritores mais importantes relacionados com o aroma típico de vinhos brancos degradados e oxidados são “tipo mel”, ”ração”, “palha” e “tipo madeira”(7). Adicionalmente, estudos anteriores determinaram quais os compostos relacionados com estes aromas típicos oxidativos, identificando os compostos através do método de GC-sniffing (7). Neste estudo conclui-se que o descritor “tipo mel” pode se relacionar com a presença de fenilacetaldéido e o metional importante na percepção do aroma descrito como “ração”. Os óxidos de linalol contribuíam para um aroma descrito como “comida estragada” enquanto o trimetil-dihidroxi-naftaleno (TDN) estava relacionado com o flavor tipo “querosene”. O eugenol cheira a “picante” e “tipo alho”, mas acima de determinadas concentrações pode produzir aromas “tipo carne” fornecendo um flavor muito desagradável ao vinho (36). Os níveis de 1-octan-3-ol e o trans-2-decanal foram os mais elevados em vinhos que desenvolveram um flavor “ tipo carne” (4). Vários são os fatores que poderão funcionar como marcadores da oxidação de vinhos brancos destacando-se o fenilacetaldéido (37), o metional (36) e o sotolon (36, 37) uma vez estando associados à evolução da oxidação de vinhos brancos sob condições aeróbicas.

## 2. Capacidade Antioxidante

A capacidade antioxidante dos vinhos inclui tanto substâncias endógenas como exógenas na qual os compostos polifenólicos se incluem no primeiro grupo enquanto o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e o ácido ascórbico (AA) se incluem no segundo (10). Para além destes, outro antioxidante comum nos vinhos é a glutathiona (GSH) (9). A resistência à oxidação consiste num balanço entre a composição e a exposição ao oxigénio, que determina o tempo de prateleira aceitável pelo consumidor em termos sensoriais (10).

### 2.1 Compostos polifenólicos

As substâncias polifenólicas são usualmente divididas em dois grupos: compostos flavanoides e não flavanoides (38). Compostos não-flavanóides podem ser divididos em dois tipos principais, derivados de ácido benzoico e cinâmico baseados em esqueletos C1-C6 e C3-C6 (39). Os flavanoides têm um núcleo comum, núcleo flavânico, constituído por dois anéis benzénicos (A e B) ligados por um anel pirano contendo um átomo de oxigénio (C) (C6-C3-C6). Os diferentes flavanóides variam de acordo com o grau de oxidação do anel pirano e da hidroxilação/metoxilação dos três anéis, levando a diferenças nas propriedades físico-químicas e na estabilidade (Figura 3). Os compostos flavanoides mais comuns no vinho são os flavanóis, os flavan-3-óis e as antocianinas (38). A concentração de flavanóides no vinho está fortemente afetada pelas práticas de produção tal como a prensagem e a maceração que afetam o grau de extração das películas e especialmente das sementes que são ricas em unidades de flavan-3-ol (27).

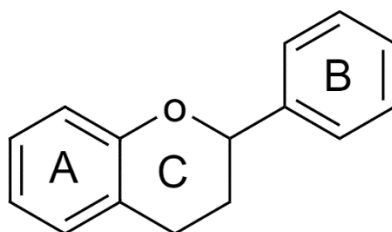


Figura 3-Núcleo flavânico (39)

Os polifenóis são os constituintes do vinho mais propensos a sofrerem oxidação (27, 40). Os vinhos tintos possuem uma concentração mais elevada de polifenóis (1 a 5 g/L) do que os vinhos brancos (0,2 a 0,5 g/L), particularmente níveis mais elevados de flavan-3-ol e procianidinas (38) e por este motivo os vinhos brancos não são tão toleráveis a quantidades elevadas de oxigênio comparativamente com os vinhos tintos (5).

### 2.1.1 Hidroxicinamatos

Os hidroxicinamatos são a classe principal de fenóis dos vinhos brancos. Estes fazem parte dos polifenóis não flavanóides e são os principais contributos para a cor do vinho branco (41), sendo extremamente importantes uma vez que são os primeiros a oxidar. Na presença de glutathione (GSH), os hidroxicinamatos oxidados formam um produto de reação incolor (GRP) e reduz o acastanhamento. O SO<sub>2</sub> também impede as enzimas de oxidarem no mosto, mas não impede a oxidação química que ocorre ao longo do tempo se os hidroxicinamatos ainda estiverem disponíveis (42).

Destacam-se três principais hidroxicinamatos: ácido cumárico, caféico e ferúlico. Estes fazem parte dos polifenóis não flavanóides e são os principais contributos para a cor do vinho branco. Para além dos mencionados anteriormente o ácido caftárico desempenha um papel importante na oxidação dos fenóis e no acastanhamento oxidativo do mosto (41).

## 2.2 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

O dióxido de enxofre é um dos antioxidantes exógenos mais comumente utilizados desde a prensagem ao engarrafamento, especialmente na produção de vinhos brancos, de modo a proteger os mustos e os vinhos. Este interfere no processo oxidativo tanto pela remoção de oxigênio do vinho como por reverter ou alterar o processo de oxidação (9). Este aditivo destaca-se pelas suas atividades antimicrobianas e antioxidantes, que são as duas propriedades mais importantes do SO<sub>2</sub>, pois protege o vinho contra o acastanhamento e regula o crescimento de leveduras indesejáveis e bactérias no vinho. O SO<sub>2</sub> também tem a capacidade de participar nas reações de adição com compostos carbonilo para formar aductos de bissulfitos não voláteis, que por sua vez impedem o desenvolvimento de propriedades sensoriais desagradáveis. O SO<sub>2</sub> normalmente é adicionado ao vinho em concentrações entre os 50 a 200 mg/L (38). Este existe em equilíbrio entre a sua forma molecular e iónica sendo que no pH do vinho, 94 a 99% existe

na forma de íon bissulfito ( $\text{HSO}_3^-$ ) e portanto apenas uma pequena fração existe na sua forma livre. Uma vez em solução, o dióxido de enxofre pode ligar a várias moléculas tal como o acetaldeído, antocianinas, ácido pirúvico, ácido glutárico, glucose e compostos fenólicos, particularmente, o ácido cafeico e p-cumárico. Nos vinhos são conhecidos dois tipos de  $\text{SO}_2$ , o “ $\text{SO}_2$  livre” e o “ $\text{SO}_2$  ligado” indicando o dióxido de enxofre normalmente ligado a compostos insaturados. O dióxido de enxofre não reage diretamente com o oxigénio, mas sim com a sua forma reduzida, peróxido de hidrogénio (43). Adicionalmente o  $\text{SO}_2$  é importante na redução de quinonas novamente à sua forma fenólica (26, 44) bem como para minimizar a polimerização polifenólica e a perda de cor durante o envelhecimento do vinho.

Na atualidade tem-se levantado polémica à volta do uso de  $\text{SO}_2$  uma vez que tem vindo a emergir cada vez mais casos de alergias provocadas por este composto causando sintomas como dores de cabeça, náusea, irritação gástrica e dificuldades respiratórias para pacientes que sofrem de asma. Por este motivo a concentração máxima legislada foi gradualmente reduzida (45).

Esta limitação trouxe acarretada uma crescente necessidade por parte das Indústrias de vinho de fornecer alternativas ao uso de  $\text{SO}_2$  de um modo mais seguro e saudável.

### 2.3 Ácido Ascórbico

Em vinhos brancos, o uso de ácido ascórbico tem sido recomendado uma vez que este é considerado um capturador de oxigénio mais eficiente do que até o próprio  $\text{SO}_2$  (5). Presume-se que o ácido ascórbico sofre um processo de oxidação (**Figura 4**) e por esse motivo remove qualquer oxigénio que esteja presente, bem como reduz qualquer composto fenólico à sua forma original. A sua capacidade antioxidante foi considerada vantajosa porque tem sido argumentado que o ácido ascórbico minimiza o acastanhamento de vinho branco. No entanto, dependendo da duração do armazenamento e do nível de ácido ascórbico disponível, o ácido ascórbico poderá também ter um efeito pró-oxidante (46) tal como evidenciado num estudo realizado onde foi adicionado ácido ascórbico a uma solução de (+)-catequina e se verificou uma diminuição da coloração do sistema. Esta diminuição inicial designada de “período lag” foi seguida por um aumento da taxa de acastanhamento. Este estudo também demonstrou que foram os produtos de degradação do ácido ascórbico que induziram o acastanhamento e não o ácido ascórbico por si só (47). Paralelamente, o peróxido de hidrogénio é produzido devido à oxidação do ácido ascórbico e é considerado o oxidante principal nos vinhos (Figura 4). Adicionalmente o ácido ascórbico não tem atividade antimicrobiana e, portanto não poderá substituir a função de  $\text{SO}_2$  em relação a esta vertente (48, 49).

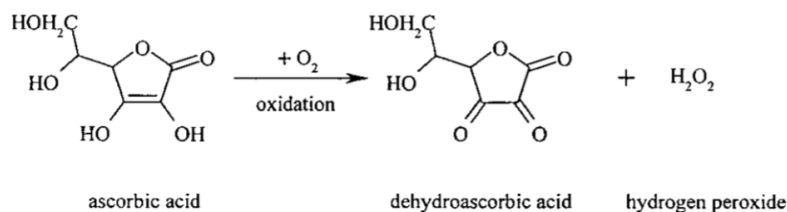


Figura 4-Oxidação de ácido ascórbico (50).

## 2.4 Glutathione (GSH)

A glutathione é um tripéptido contendo enxofre ( $\gamma$ -glutamilcisteinilglicina) e é um antioxidante naturalmente existente nas uvas e proveniente do metabolismo das leveduras (9). A GSH desempenha um papel importante destacando-se a sua importância no controlo redox, na detoxificação e no metabolismo contendo enxofre (51). Este tripéptido encontra-se na célula na sua forma reduzida (GSH) e na forma oxidada como dissulfeto de glutathione (GSSG) (52).

A GSH possui um grupo nucleofílico mercaptano rico em eletrões que pode ser espontaneamente substituído pela adição de Michael no centro eletrofílico da o-quinona formada durante a oxidação. O produto é um tioéter, ácido 2-S-glutationilcaftárico ou também designado produto de reação da uva (GRP). A formação de GRP aprisiona as o-quinonas impedindo-as de sofrerem reações posteriores (50). Adicionalmente, tem sido demonstrado um efeito de proteção da GSH em vários compostos aromáticos do vinho (53, 54). Num estudo anterior, a GSH que foi adicionada numa concentração de 10 mg/L a um vinho Sauvignon blanc promoveu a diminuição da coloração amarela ao longo de três anos de envelhecimento quando comparado com o vinho controlo (55). Este resultado sugere que a GSH deverá ter uma função importante para proteger a cor do vinho branco durante o envelhecimento quando as reações não-enzimáticas prevalecem.

## 3. Vinho verde

A designação de “Vinho Verde” não provém, como seria de esperar, da coloração dos vinhos, mas sim do facto de ser um vinho considerado jovem, normalmente pronto para consumo 3 a 6 meses após a sua colheita. Estes vinhos são caracterizados pela sua frescura, por serem vinhos frutados e conterem um baixo conteúdo de álcool. Os vinhos verdes são produzidos a partir de uma grande variedade de uvas como, por exemplo, uvas brancas da casta

Alvarinho, Arinto, Avesso, Azal, Loureiro e Trajadura enquanto das uvas tintas destacam-se as castas de Espadeiro, Padeiro e Vinhão. O vinho verde é beneficiado por denominação de origem controlada (DOC) sendo a região DOC Vinho Verde dividida em nove sub-regiões (Amarante; Ave; Baião; Basto; Cávado; Lima; Monção e Melgaço; Paiva e Sousa). Esta região é das regiões de produção de vinho mais a norte de Portugal ocupando praticamente todo o noroeste de Portugal e é na atualidade o maior DOC do país (**Figura 5**).

É caracterizado frequentemente pelas características de “leve e fresco”, onde as suas propriedades são o resultado da composição dos solos, do clima, da tipicidade das castas autóctones e das particulares formas de cultivo das vinhas (56).



Figura 5-Sub-regiões da região DOC Vinho Verde (56)

Os designados como “Vinhos Verdes” devem satisfazer determinadas características organolépticas que se encontram definidos pela CVRVV (57):

- **Limpidez:** O “Vinho Verde” deve-se apresentar límpido ou ligeiramente opalino
- **Cor:** O “Vinho Verde” branco deve apresentar cor entre citrino descorado e ligeiramente dourado. Os “Vinhos Verdes” tintos devem apresentar cor entre rubi e vermelho retinto. O “Vinho Verde” tinto “Palhete” ou “Palheto” e o “Vinho Verde” tinto “Clarete” devem apresentar cor rubi clara ou rubi. O “Vinho Verde” rosado deve apresentar cor rosada.
- **Aroma e sabor:** Os requisitos mínimos do “Vinho Verde” em termos de aroma e sabor são ausência de defeito marcado, qualidade com notação igual a 5 e tipicidade com notação igual a 5, conforme as escalas de qualidade e tipicidade que se encontram nas escalas abaixo demonstradas (**Figura 6**) (57)

Figura 1 – Escala de qualidade

Excelente	Muito bom		Bom		Suficiente	Medíocre		Mau		
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Figura 2 – Escala de tipicidade

←					Tipico	Atípico	→				
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Figura 6-Escala de qualidade e tipicidade nos "Vinhos Verdes"(57)

### 3.1 Monção e Melgaço

A sub-região de Monção e Melgaço possui um microclima muito característico onde existem diferentes castas a serem cultivadas nesta região, tal como demonstrado na **Tabela 1 e 2**, nomeadamente as castas de vinho branco (Alvarinho; Loureiro e trajadura) e de vinho tinto (Amaral; borraçal e vinhão), no entanto os vinhos brancos estão predominantemente associados à casta alvarinho.

Tabela 1- Principais Castas da Sub-região Monção e Melgaço (58)








Castas Brancas		Características
	Alvarinho	<p><b>Cor:</b> Intensa, palha, com reflexos citrinos</p> <p><b>Aroma:</b> Caráter frutado; caráter floral; caráter amendoado e caráter caramelizado</p> <p><b>Sabor:</b> Complexo, macio, redondo, harmonioso, encorpado e persistente</p>
	Loureiro	<p><b>Cor:</b> Citrina</p> <p><b>Aroma:</b> Elegante, que vai do frutado de citrinos (limão) ao floral (frésia, rosa) e melado (bouquet)</p> <p><b>Sabor:</b> Frutado, com ligeiro ácido, refrescante, harmonioso, encorpado e persistente.</p>
	Trajadura	<p><b>Cor:</b> Intensa, palha dourada</p> <p><b>Aroma:</b> Intenso, a frutos de árvores maduros (maçã, pera e pêssigo), macerados</p> <p><b>Sabor:</b> Macio, quente, redondo e com tendência, em determinadas condições, a algum desequilíbrio (baixa acidez)</p>

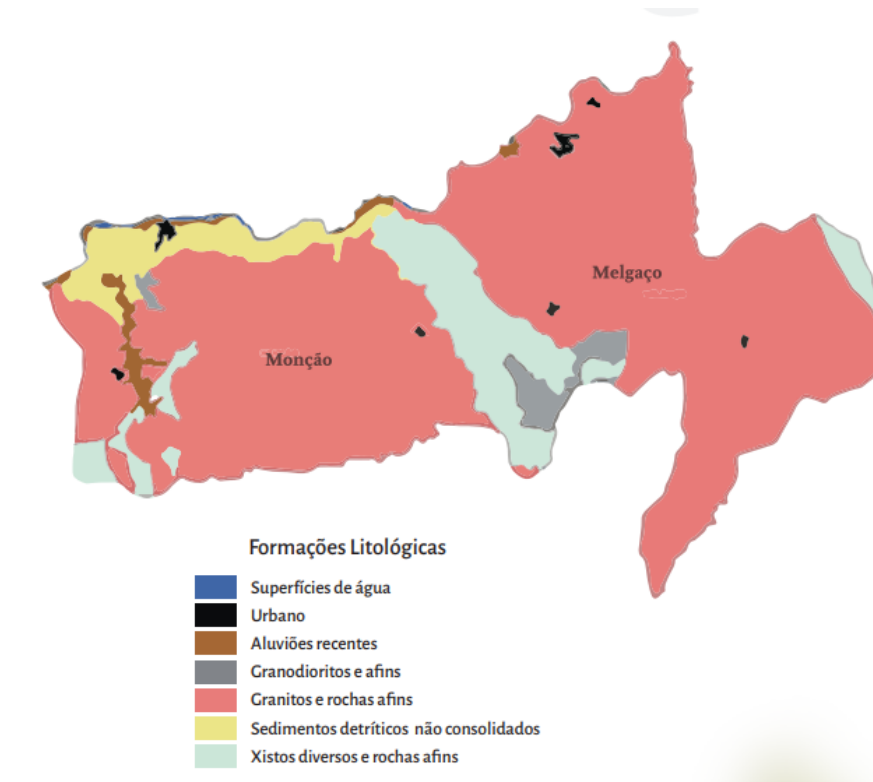
Tabela 2- Continuação das principais Castas da Sub-região Monção e Melgaço (58).

<i>Castas Tintas</i>		<i>Características</i>
	Alvarinho	<b>Cor:</b> Rubi a rubi clara <b>Aroma:</b> Delicado à casta, harmoniosos e saborosos
	Borraçal	<b>Cor:</b> Vermelha rubi <b>Aroma:</b> À casta, equilibrados e saborosos.
	Pedral	<b>Cor:</b> Cor rubi clara a rubi (como o Espadeiro) <b>Aroma:</b> À casta <b>Sabor:</b> À casta
	Vinhão	<b>Cor:</b> Intensa, vermelho granada <b>Aroma:</b> A vinoso, onde se evidenciam os frutos silvestres (amora e framboesa) <b>Sabor:</b> Igualmente vinoso, encorpado e ligeiramente adstringente

### 3.1.1. Geografia, Solo e Clima

A sub-região de Monção e Melgaço possui uma área de aproximadamente 449,6 km<sup>2</sup> e é caracterizada pelo seu sistema montanhoso que exerce um efeito protetor sob os dois municípios e uma vez localizando-se num vale funciona como uma barreira natural ao clima característico do Atlântico. Devido ao sistema montanhoso ocorre a existência de temperaturas mínimas primaveris relativamente elevadas que é favorável à uva Alvarinho pois esta é sensível à geada. A região é igualmente caracterizada por índices de precipitação e humidade inferiores aos registados na Região dos Vinhos Verdes que também é favorável à produção de vinho branco que requer um fornecimento moderado de água de modo a não afetar negativamente o aroma da uva (59). A amplitude térmica existente durante a maturação, caracterizada por dias quentes e noites frias contribui para a proteção dos aromas e para a persistência do sabor, retendo a sua frescura característica.

O solo é predominantemente granítico rico em potássio, caracterizado pelo seu baixo teor de azoto, pobre em fósforo e pH ácido (entre 4,6 e 5,5) (**Figura 7**) (60).



*Figura 7-Carta Geológica (58)*

### 3.1.2. Casta Alvarinho

A casta alvarinho é a casta predominante da sub-região de Monção e Melgaço sendo que a grande variedade sensorial dos vinhos produzidos a partir desta deve-se às divergentes características do território. A zona junto ao rio (50 metros de altitude) até aos 150 metros de altitude origina globalmente vinhos com um aroma mais frutado e menos ácido. A zona na encosta, que poderá ir até aos 350 metros, para a montanha permite obter vinhos caracterizados pela sua mineralidade e frescura. Esta grande variedade dentro do terroir permite obter alvarinhos de barrica, frutados, mineras, com doçura ou mais secos, de vindima ou até mesmo licores (58).

Esta casta produz mostos ricos em açúcares e contém um teor razoável de ácidos orgânicos. O vinho elementar caracteriza-se por possuir uma cor intensa, palha, com reflexos citrinos e um aroma com carácter frutado (desde o marmelo, pêssago, banana, limão, maracujá e líchia), com carácter floral (a flor de laranjeira e violeta), amendoado (avelã e noz) e um carácter

caramelizado (mel). O sabor é complexo, macio, redondo, harmonioso, encorpado e persistente (58).

#### 4. Quinta de Soalheiro

O estágio curricular, que permitiu a elaboração deste projeto, foi realizado na “Quinta de Soalheiro” que se localiza em Alvaredo, Melgaço. A sua história iniciou-se em 1974 por João António Cerdeira, com o apoio de seu pai António Esteves Ferreira, tendo sido em 1982 a primeira marca de Alvarinho em Melgaço e uma das primeiras na sub-região de Monção e Melgaço (61).

Esta empresa destaca-se de todos os seus restantes concorrentes pela enorme variedade de vinhos que oferece, demonstrando a sua versatilidade e a sua faceta inovadora. Todos os vinhos criados divergem um dos outros pelas suas diferentes características organolépticas e composicionais, fornecendo ao consumidor uma grande variedade de experiências sensoriais (Figura 8).



Figura 8-Variabilidade de vinhos, espumantes e água ardente Soalheiro (62)

Um vinho clássico oferecido pelo Soalheiro designa-se de “Alvarinho Soalheiro” sendo constituído por uvas da casta exclusivamente Alvarinho. Após a colheita estas são sujeitas a um

processo de prensagem seguindo-se uma decantação durante 48 horas antes de sofrer um processo de fermentação a temperaturas controladas e usando leveduras pré-selecionadas. Após estabilização segue-se o engarrafamento e posterior estágio em garrafa. Este vinho é caracterizado por possuir uma cor amarela citrina e aroma intenso e tropical com notas minerais (62).

Este vinho, tal como a grande maioria dos vinhos produzidos neste sector possuem um componente que é adicionado para a conservação do mesmo, mas que ultimamente tem vindo a levantar inúmeros problemas de saúde. Este composto, designado de dióxido de enxofre, descrito anteriormente (Secção 2.2), tem causado nos consumidores reações alérgicas e outros sintomas indesejáveis. Assim, numa luta de tentar reduzir a utilização deste composto e de modo a acompanhar a crescente exigência do consumidor de produtos naturais e evitar as problemáticas em termos de saúde que o uso de sulfitos acarreta, a marca Soalheiro criou o primeiro Alvarinho produzido sem a adição de sulfitos, o “Soalheiro Nature” (62).

Todavia, todas as alterações composicionais que são efetuadas em qualquer tipo de alimento ou bebida acarretam uma necessidade de rever o seu comportamento ao longo do seu tempo de vida útil, principalmente em termos de qualidade. Nesta ótica, de modo a acompanhar a criação deste novo vinho bem como do vinho Clássico da marca, estudos tiveram de ser realizados de modo a perceber como se comportam ao longo de tempo e também de que modo a diferença composicional entre os dois vinhos afeta as suas diferenças degradativas e consequentemente a sua qualidade. Este estudo poderá então fornecer a informação fulcral para garantir ao consumidor os mais elevados padrões de qualidade que a marca pode oferecer bem como, simultaneamente, satisfazer as suas exigências.

# Material e métodos

## 1. Parte I (Análise Vertical)

### 1.1. Amostras de Vinho

Nesta secção do trabalho foram analisados 10 vinhos “Soalheiro Alvarinho” (2010 a 2019), reconhecido como o vinho clássico da marca Soalheiro, e 4 vinhos “Soalheiro Nature”(2016 a 2019) reconhecido pela ausência da adição de sulfitos.

### 1.2. Determinações Analíticas

As determinações analíticas realizadas nesta secção do trabalho encontram-se abaixo discriminadas nas secções a seguir apresentadas. Estas determinações foram todas realizadas nos laboratórios da Proenol com excepção da análise sumária reportada na [Secção 1.2.1](#) que foi realizada nos laboratórios da Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (CVRVV). Todas as análises abaixo especificadas foram realizadas em triplicados.

#### 1.2.1. Análise Sumária

Nesta secção foi realizada uma análise sumária a todos os vinhos em estudo nomeadamente os vinhos de 2010 a 2019 “Alvarinho Soalheiro” e os vinhos de 2016 a 2019 “Soalheiro Nature”. Os parâmetros analisados encontram-se especificados no esquema abaixo demonstrado (**Figura 9**).

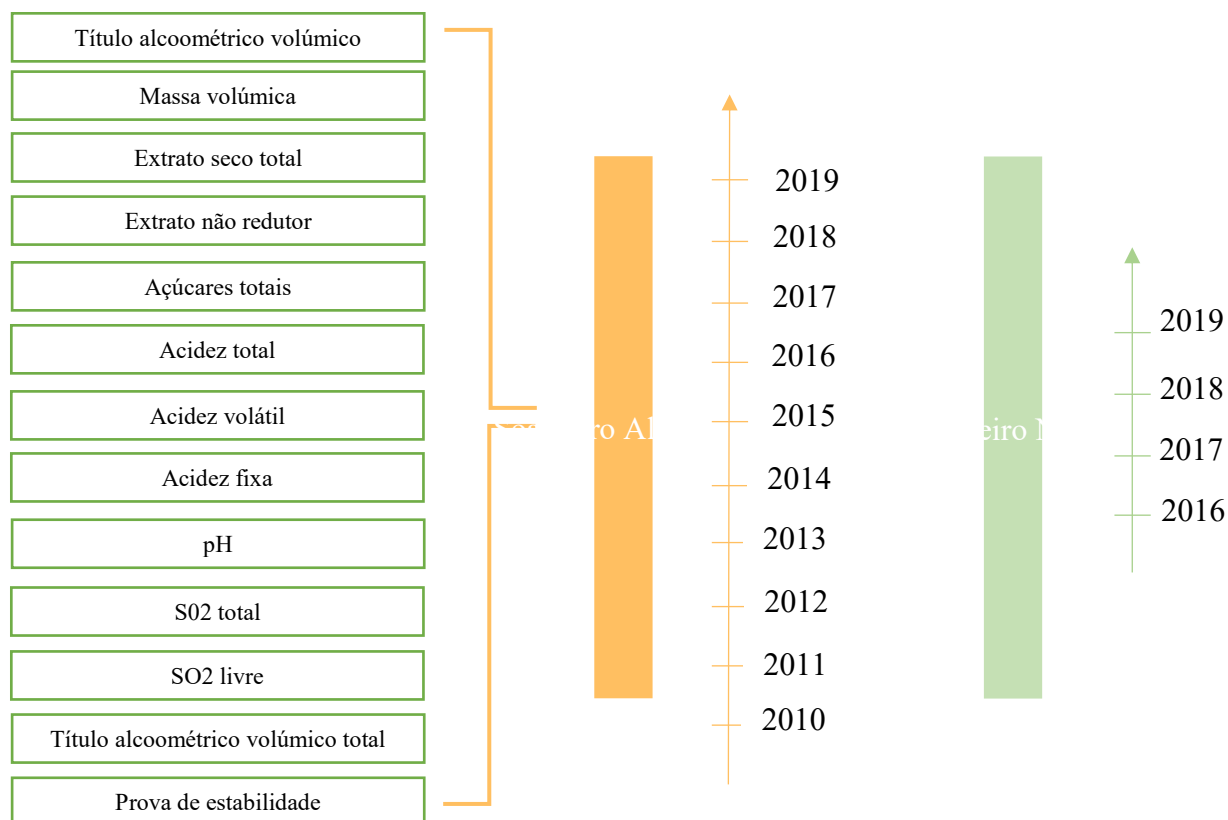


Figura 9-Análise Sumária a todos os vinhos da parte I.

### 1.2.2. Quantificação do conteúdo total de polifenóis

Todas as amostras de vinho, tanto “Alvarinho Soalheiro” como “Soalheiro Nature”, foram analisadas relativamente ao seu conteúdo polifenólico recorrendo ao método de espectroscopia UV-Vis. De modo a determinar o índice de polifenóis totais (IPT) foi feita a medição da absorvância a um comprimento de onda de 280 nm. Todas as medições foram realizadas em triplicado.

### 1.2.3. Conteúdo de Hidroxicinamatos

Todas as amostras de vinho, tanto “Alvarinho Soalheiro” como “Soalheiro Nature”, foram analisadas relativamente ao seu conteúdo de hidroxicinamatos recorrendo ao método de espectroscopia UV-Vis, pela medição da absorvância a um comprimento de onda de 320 nm. Todas as medições foram realizadas em triplicado.

## 1.2.4. Caracterização Cromática

### 1.2.4.1. Determinação da densidade ótica a 420 nm

Nesta secção do trabalho foi realizada a medição da densidade ótica a 420 nm para todos os vinhos em estudo, de modo a medir o grau de acastanhamento dos mesmos.

### 1.2.4.2. Análise Espectral

Amostras de cada vinho foram analisadas cromaticamente através da determinação das coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , bem como a determinação da cromaticidade ( $C^*ab$ ) e a tonalidade ( $<H(a^*b^*)$ ).

### 1.2.4.3. Determinação da intensidade e da tonalidade de cor

A determinação da intensidade e da tonalidade da cor realizaram-se para todos os vinhos em estudo recorrendo à determinação das densidades óticas (DO) a diferentes comprimentos de onda, nomeadamente a 420nm ( $DO_{420nm}$ ); 520nm ( $DO_{520nm}$ ) e 620nm ( $DO_{620nm}$ ).

O cálculo da intensidade e da tonalidade de cor realizou-se recorrendo às fórmulas abaixo apresentadas (63):

$$\text{Intensidade de cor} = A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Tonalidade de cor} = \frac{A_{420}}{A_{520}} \quad \text{Equação 2}$$

## 1.3. Análise Sensorial

Nesta secção foi realizada uma análise descritiva a todos os vinhos em estudo pelo enólogo da empresa, Dr. Luís Cerdeira (Provador A), todos eles em triplicado. Adicionalmente também foi realizada a mesma análise descritiva por um membro externo à empresa (Provador B). Todas as análises foram realizadas em triplicado e a ficha de prova utilizada na análise encontra-se em Apêndice (Apêndice, parte I, Seção 1.3).

## 2. Parte II (Testes de Envelhecimento Forçado)

### 2.1. Amostras de Vinho

Nesta secção do trabalho analisaram-se dois tipos de vinho do ano de 2018 e 2019, nomeadamente o vinho “Soalheiro Alvarinho” reconhecido como um vinho clássico da marca e o “Soalheiro Nature” que diverge do anterior pela ausência de adição de sulfitos.

Esta secção caracterizou-se pela realização de estudos de envelhecimento forçado onde se sujeitaram ambos os tipos de vinhos a um armazenamento com duração de 2 meses a uma temperatura aproximadamente de 50°C numa estufa INCUDIGIT-TFT tal como já tinha sido reportado na literatura (64). Encontra-se reportado que vinho aquecido a esta temperatura durante 15 a 30 dias na completa ausência de oxigénio pode produzir várias alterações associadas ao envelhecimento do vinho em garrafa.

Nesta parte do trabalho ambos os vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” em todas as análises descritas abaixo foram analisados ao longo de dois meses de ensaios em três momentos distintos, nomeadamente no início (antes do envelhecimento forçado), a meio do envelhecimento forçado (após um mês de ensaios) e no final (após dois meses de ensaios). Para todos os pontos de amostragem foram retiradas sucessivamente três garrafas de cada vinho fechadas, de modo a realizarem-se todas as análises em triplicados.

### 2.2. Determinações Analíticas

As determinações analíticas foram realizadas do mesmo modo que descrito na secção anterior ([Secção 1.2](#)).

#### 2.2.1. Análise Sumária

Nesta secção foi realizada uma análise sumária a todos os vinhos em estudo sendo os parâmetros analisados especificados no esquema abaixo demonstrado (**Figura 10**).

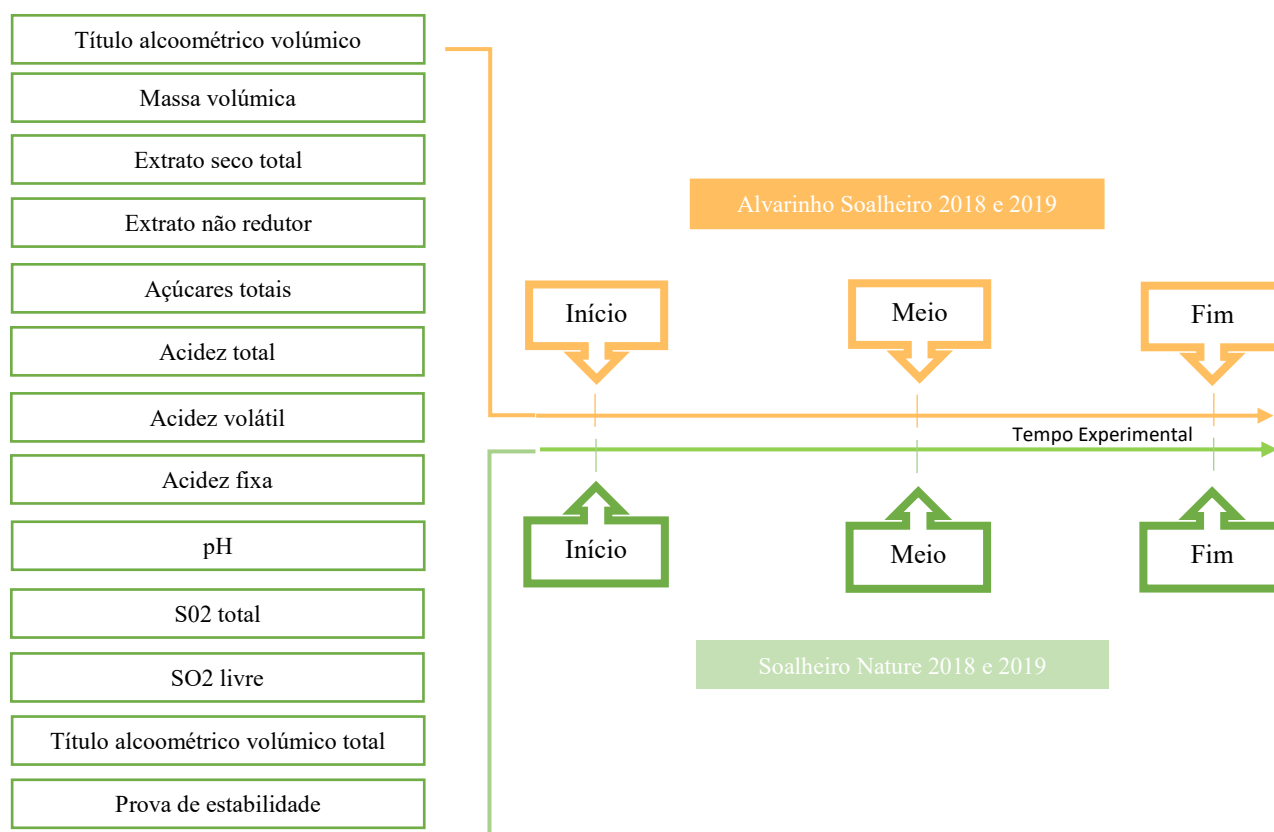


Figura 10-Análise Sumária realizada na parte II.

### 2.2.2. Quantificação do conteúdo total de polifenóis

Cada amostra tanto de “Alvarinho Solheiro” como de “Soalheiro Nature” (2019 e 2018) quantificou-se em termos de conteúdo total de polifenóis no início, a meio e no final do período de incubação recorrendo à mesma metodologia mencionado na secção anterior ([Secção 1.2.2](#)). Todas as determinações foram realizadas em triplicado.

### 2.2.3. Conteúdo de Hidroxicinamatos

Cada amostra tanto de “Alvarinho Solheiro” como de “Soalheiro Nature” (2019 e 2018) quantificou-se em termos de conteúdo total de hidroxicinamatos no início, a meio e no final do período de incubação recorrendo à mesma metodologia mencionado na secção anterior ([Secção 1.2.3](#)). Todas as determinações foram realizadas em triplicado.

## 2.2.4. Caracterização Cromática

### 2.2.4.1. Determinação da densidade ótica a 420 nm

Nesta secção do trabalho foi realizada a medição da densidade ótica a 420 nm, tal como mencionado anteriormente ([Secção 1.2.3.1](#)), para todos os vinhos em estudo durante dois meses em três momentos diferentes.

### 2.2.4.2. Análise Espectral

Amostras de cada vinho foram analisadas espectroscopicamente tal como mencionado na secção anterior ([Secção 1.2.3.2](#)). Todas as determinações foram realizadas em triplicado.

### 2.2.4.3. Determinação da intensidade e da tonalidade de cor

As determinações da intensidade e da tonalidade de cor realizaram-se como descrito na secção anterior ([Secção 1.2.3.3](#)). Esta determinação foi feita para ambos os vinhos “Alvarinho Solheiro” e “Soalheiro Nature” (2019 e 2018) em triplicado.

## 2.3. Análise Sensorial

Nesta secção foi realizada uma análise descritiva a todos os vinhos em estudo seguindo o mesmo procedimento que descrito na secção anterior ([Secção 1.3](#)).

# 3. Análise Estatística

O programa IBM SPSS Statistics 20 foi utilizado para se realizar a análise estatística de ambas as partes do trabalho (Parte I e II).

Na primeira parte deste trabalho (parte I) de modo a perceber se existia uma diferença estatisticamente significativa entre os vinhos relativamente aos diferentes parâmetros

analisados, foi realizado o teste de One-Way ANOVA tanto para os vinhos “Soalheiro Alvarinho” como “Soalheiro Nature”. Em todos os casos foi realizado, previamente, o teste de Levene de modo a garantir o critério de homogeneidade de variância, necessária para continuar com o teste de ANOVA. Para as amostras que não cumpriram o critério de homogeneidade de amostras recorreu-se aos testes de Welch e Brown-Forsythe, pois são testes robustos em relação à homogeneidade de variâncias. Posteriormente, foram também realizados testes post-hoc, nomeadamente o teste “tuckey” quando havia homogeneidade de variâncias e “Games-Howell”, quando as amostras não eram homogêneas em termos de variância.

Na parte II, de modo a averiguar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tipos de vinho “Soalheiro Alvarinho e Nature” e os diferentes anos de colheita, 2019 e 2018, realizou-se um teste de Two-Away ANOVA com repetição de medições. Também aqui se realizou previamente o teste de Levene para garantir a homogeneidade de variâncias necessária para a realização do teste de ANOVA.

# Resultados e Discussão

## 1. Parte I (Análise Vertical)

### 1.1. Determinações Analíticas

#### 1.1.1. Análise Sumária

Os vinhos são uma matriz extremamente complexa diferindo nas suas características físico-químicas de acordo com o solo, o clima e a região onde as uvas são cultivadas, por esse motivo, neste trabalho, foi necessário caracterizar e diferenciar os diferentes vinhos através da realização de uma análise sumária. Os resultados dessas análises, para os vinhos “Soalheiro Clássico” encontram-se resumidos em Apêndice (Apêndice, parte I, Secção 1.1). Todos os parâmetros medidos encontram-se de acordo com os limites legais estabelecidos pelo “Instituto da vinha e do vinho” (65). A análise dos vinhos “Soalheiros Nature” não se encontra reportado neste trabalho uma vez que algumas das análises foram realizadas sem dedução de interferentes, tendo dado origem a valores erróneos.

#### 1.1.2. Quantificação do conteúdo total polifenólico

Neste trabalho, o conteúdo total de polifenóis foi determinado para todos os vinhos desta secção através da medição da densidade ótica a 280 nm. Os resultados dessa medição encontram-se resumidos abaixo (**Figura 11 e 12**). Analisando a **Figura 11**, que resume os valores obtidos para os vinhos “Soalheiro Alvarinho” ao longo de 10 anos, não é possível identificar nenhuma tendência (crescente ou decrescente) no índice de polifenóis totais (IPT) ao longo dos anos. No entanto, é possível observar valores mais elevados nos anos de 2015 e 2011 e valores mais baixos nos anos de 2019, 2016 e 2013. Estatisticamente os vinhos não apresentam uma diferença significativa entre eles ( $p > 0,05$ ), no entanto o valor de significância é menor para a diferença entre os vinhos de 2019 e 2015; 2019 e 2011; 2016 e 2015; 2016 e 2011 e 2016 e 2010 (Apêndice parte I, Secção 1.2.1).

Em relação aos vinhos “Soalheiro Nature” (**Figura 12**), também não é possível verificar nenhuma tendência ao longo dos anos. Destaca-se o facto das colheitas de 2018 e 2017 exibirem

conteúdos mais elevados de polifenóis do que as colheitas de 2019 e 2016, havendo uma diferença significativa de IPT entre eles ( $p < 0,05$ ). Não existe diferença estatisticamente significativa entre os vinhos de 2018 e 2017, nem entre 2019 e 2016 ( $p > 0,05$ ).

Com exceção dos vinhos de colheita de 2019, os vinhos “Soalheiro Nature” possuem valores mais elevados de IPT comparativamente com os correspondentes vinhos clássicos.

Encontra-se reportado que os vinhos Riesling, em estudos anteriormente realizados, possuem um valor de  $DO_{280nm}$  de 8,4 inferior quando comparado com os vinhos Soalheiro (66).

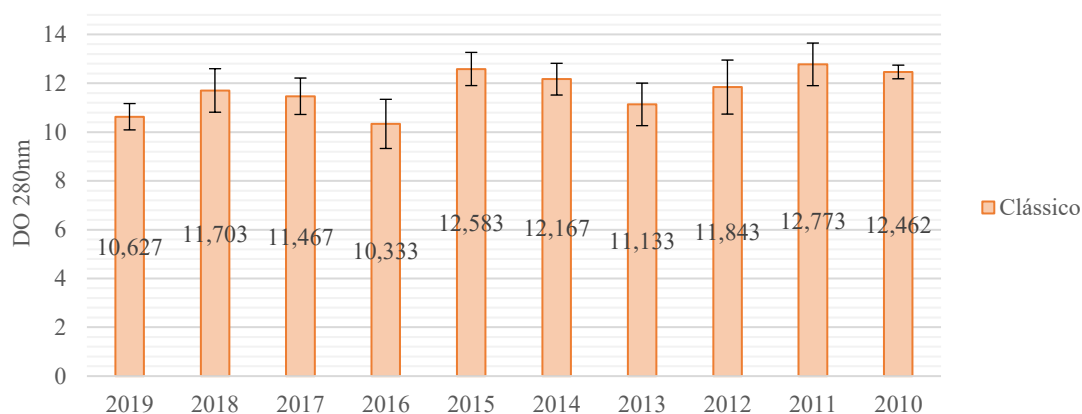


Figura 11-Conteúdo total de polifenóis nos vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

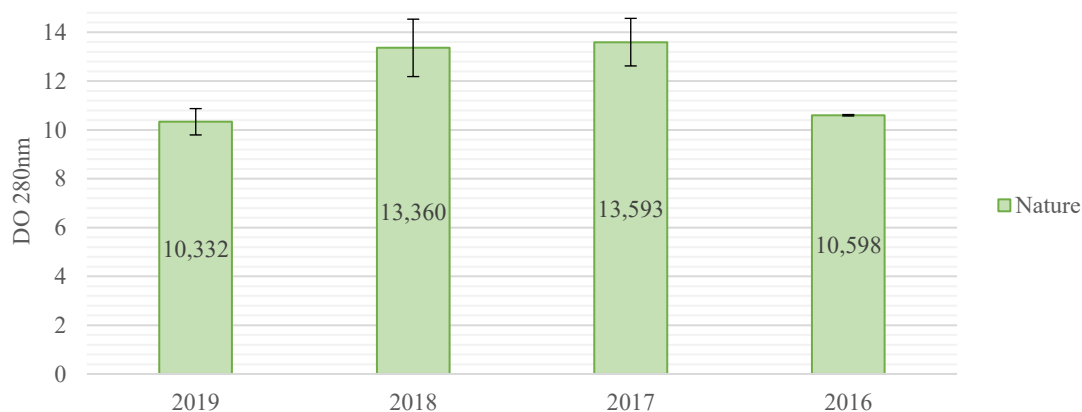


Figura 12-Conteúdo total de polifenóis nos vinhos “Soalheiro Nature”.

### 1.1.3. Hidroxicinamatos

Os hidroxicinamatos são os principais polifenóis dos vinhos brancos (41). Os resultados da análise destes compostos, para os vinhos “Soalheiro Alvarinho e Nature” encontram-se

resumidos na **Figura 13 e 14**, respetivamente. Em ambos os tipos de vinhos não existem diferenças estatisticamente significativas entre eles, relativamente ao conteúdo de hidroxicinamatos ( $p>0,05$ ) (Apêndice, parte I, secção 1.2.2). Analisando os dados dos vinhos “Soalheiro Alvarinho” verifica-se um maior conteúdo de hidroxicinamatos para os anos de 2019, 2017, 2016 e 2015 e um menor conteúdo para os anos de 2018, 2014 e 2013. Relativamente aos vinhos “Soalheiro Nature” o ano que exibiu um conteúdo superior foi 2018 e aquele que exibiu um valor inferior foi 2019.

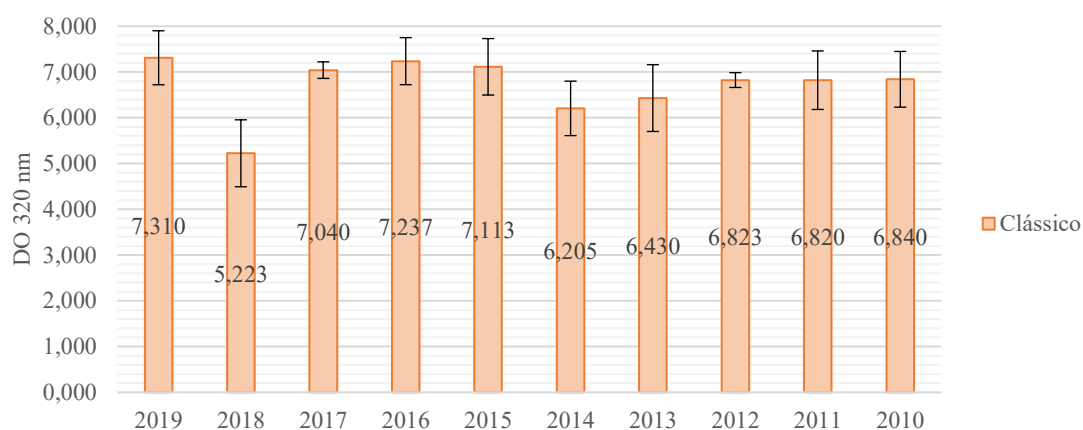


Figura 13-Conteúdo de Hidroxicinamatos nos vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

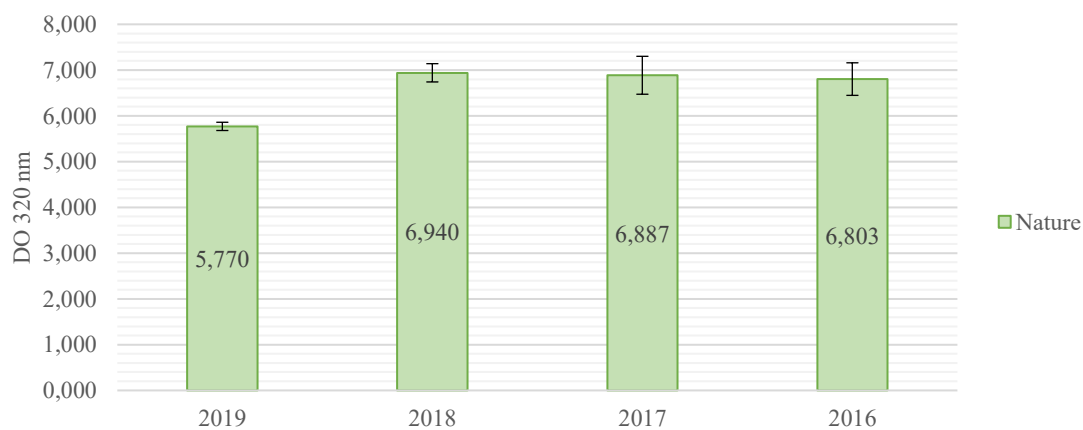


Figura 14-Conteúdo de Hidroxicinamatos nos vinhos “Soalheiro Nature”.

## 1.1.4. Caracterização cromática

### 1.1.4.1 Determinação da densidade ótica a 420 nm

A densidade ótica a 420 nm ( $DO_{420nm}$ ) é uma medida do grau de acastanhamento em vinhos brancos e portanto poderá ser utilizada como um indicador do acastanhamento do vinho em consequência da oxidação (67). Uma vez que se pretende verificar a evolução oxidativa em termos de coloração dos vinhos ao longo dos anos, foi realizada a determinação da  $DO_{420nm}$  para todos os vinhos em estudo nesta secção.

Analisando os resultados obtidos para os vinhos “Soalheiro Alvarinho” (**Figura 15**) pode-se observar um crescimento gradual da  $DO_{420nm}$  ao longo dos anos, havendo uma diferença estatisticamente significativa entre os vinhos ( $p < 0,05$ ) (Apêndice, parte I, secção 1.2.3.1). Este crescimento é espectável de se observar uma vez que com o tempo, em consequência da oxidação, os vinhos vão sofrendo degradação cromática, como é o caso do acastanhamento (2).

Analisando a **Figura 11** da Seção 1.1.2 e comparando-a com a **Figura 15** é possível observar que os vinhos que possuem um IPT superior são aqueles que possuem também  $DO_{420nm}$  superiores, como é o caso do ano de 2015 e 2011. Do mesmo modo, vinhos que exibem valores mais baixos de IPT são também aqueles que apresentam valores mais baixos de  $DO_{420nm}$ , como é o caso do ano de 2013 e 2010. De facto, tal como reportado noutros estudos, vinhos que possuem um menor conteúdo de polifenóis têm uma menor capacidade de sofrerem acastanhamento, pois uma menor quantidade de polifenóis repercute-se numa menor formação de quinonas que pode posteriormente levar à menor formação de pigmentos amarelos/castanhos (68).

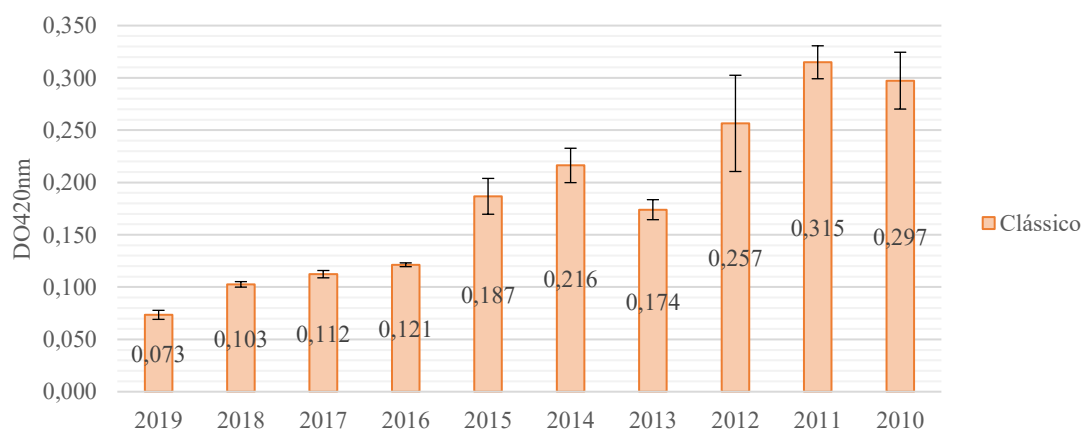


Figura 15-Resultados da  $DO_{420nm}$  dos vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

Em relação aos vinhos Nature, analisando a **Figura 16**, contrariamente à **Figura 15**, não se verifica nenhuma tendência, isto é, não se verifica nenhum comportamento crescente ou decrescente ao longo dos anos. Seria de esperar, tal como observado anteriormente, que com o passar dos anos a extensão de oxidação fosse aumentando, aumentando o grau de acastanhamento, que se repercutiria em valores de  $DO_{420nm}$  superiores. No entanto, tal não se verificou, havendo um aumento no grau de acastanhamento muito acentuado em 2018, decrescendo ligeiramente em 2017, regressando a valores significativamente mais baixos em 2016. Isto poderá ser justificado pelo mesmo motivo observado nos vinhos Clássicos (Soalheiro Alvarinho), pois também aqui os vinhos, que possuíam IPT superiores (2018 e 2017), foram também aqueles que demonstraram ter valores de  $DO_{420nm}$  superiores e portanto uma oxidação mais extensa. Estatisticamente os vinhos apresentam diferenças significativas entre eles, relativamente à  $DO_{420nm}$  ( $p < 0,05$ ) exepcto entre os vinhos de 2018 e 2017 ( $p > 0,05$ ) que apresentam valores semelhantes estatisticamente.

Comparando o grau de acastanhamento entre os diferentes tipos de vinhos verificam-se valores de  $DO_{420nm}$  superiores nos vinhos “Soalheiro Nature” do que nos vinhos “Soalheiro Alvarinho” do mesmo ano, sendo que também neste caso os vinhos Clássico possuem um IPT inferior aos vinhos Nature, evidência adicional da possível influência do IPT na  $DO_{420nm}$ .

Posto isto, conclui-se que poderá existir uma correlação entre o IPT e a  $DO_{420nm}$  nos vinhos alvarinho e tendo isto em consideração seria importante no futuro perceber qual a concentração em polifenóis que permite obter um vinho estável em termos de cor e garantir a produção de vinhos de melhor qualidade organoléptica. Saliencia-se que, enquanto o IPT parece estar correlacionado com o acastanhamento dos vinhos, o mesmo não poderá ser dito para os hidroxicinamatos, pois valores elevados de hidroxicinamatos não se repercutem em valores elevados de  $DO_{420nm}$ , como por exemplo no ano de 2016. Isto indica que outros polifenóis poderão ser o motivo do aumento do grau de acastanhamento dos vinhos e por isso, seria vantajoso em trabalhos futuros realizar-se a caracterização dos polifenóis que contribuem para este fenómeno.

Encontra-se reportado, em estudos realizados a vinhos Riesling, valores iniciais de  $DO_{420nm}$  de aproximadamente 0,4, que comparativamente aos vinhos Soalheiro, tanto Clássico como Nature, apresentam valores mais elevados (33).

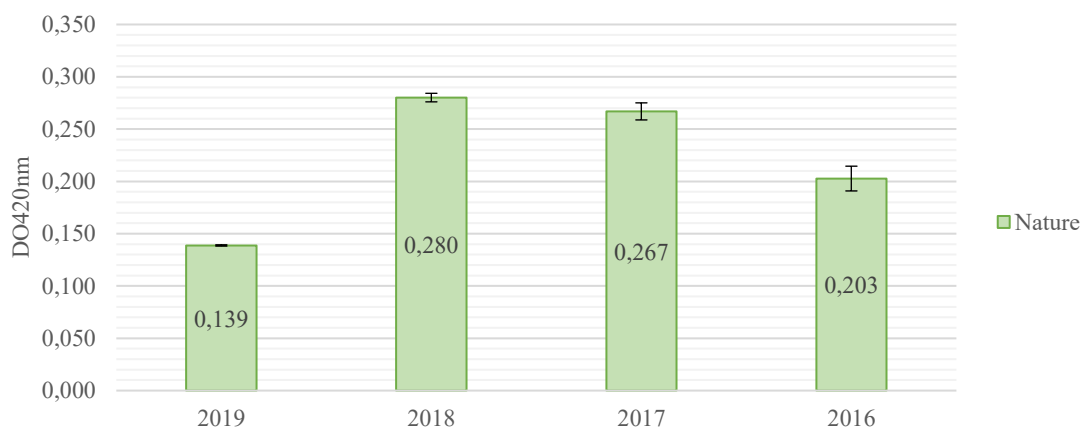


Figura 16-Resultados da DO 420 nm dos vinhos “Soalheiro Nature”.

#### 1.1.4.2 Análise Espectral

De modo a ser possível verificar se existem diferenças visuais, como consequência dos diferentes estados de oxidação dos vinhos estudados nesta secção, caracterizou-se a cor de todos os vinhos, em termos de coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O valor de  $L^*$  representa a luminosidade da cor, que vai de preto (0) a branco (100). O valor de  $a^*$  simboliza a coordenada vermelho-verde, sendo que quanto mais negativos forem os valores desta coordenada mais verde é a cor em causa e quanto mais positivos forem mais vermelho será. O valor de  $b^*$  representa a coordenada amarelo-azul em que, de um modo semelhante ao anterior, quanto mais negativos forem os valores mais azulada é a cor e quanto mais positivos mais amarela é a cor. Igualmente também se determinou a cromaticidade da cor ( $C^*ab$ ) que representa a pureza ou intensidade da cor e a tonalidade ( $<H (a^*b^*)$ ). Estes valores encontram-se resumidos nas tabelas 3 e 4.

Em termos de luminosidade ( $L^*$ ), os vinhos “Soalheiro Alvarinho” exibem um decréscimo com o passar dos anos, com exceção do ano de 2010 e 2013 onde se observou um crescimento. Analisando os resultados dos vinhos “Soalheiro Nature” não se visualiza o mesmo comportamento decrescente como nos vinhos Clássico. No caso dos vinhos Nature a luminosidade sofreu diminuições mais acentuadas nos anos de 2018 e 2017.

Relativamente ao valor de  $a^*$  dos vinhos Clássico, é possível visualizar-se um desvio gradual para valores mais negativos do ano de 2019 a 2010, com exceção do ano de 2013 e 2011 que exibiram valores mais positivos, ou seja, ocorreu um aumento para colorações mais vermelhas. Os valores dos vinhos “Soalheiro Nature” foram mais negativos do que os “Soalheiro Alvarinho” do mesmo ano. O facto dos vinhos Nature terem valores mais negativos

pode ser justificado, uma vez que num estudo, em que foi comparada uma amostra de vinho branco com sulfitos (controlo) com amostras com a adição de outros antioxidantes (Glutathione e Ácido Ascórbico) (69) foi também observado valores mais negativos para os vinhos com a adição de outros antioxidantes. Logo a adição de antioxidantes exógenamente, sem ser  $\text{SO}_2$ , poderá desviar a cor dos vinhos para tons mais esverdeados.

Os valores de  $b^*$ , que se destacam dos restantes por permitirem revelar o aumento da coloração amarela nos vinhos, exibem um aumento gradual ao longo dos anos nos vinhos “Soalheiro Alvarinho”, isto é, verificam-se tonalidades mais amarelas para os vinhos com mais tempo de envelhecimento na adega, o que seria de esperar uma vez que vinhos mais antigos deverão estar mais oxidados em consequência da inevitável degradação cromática. No entanto, nos anos de colheita de 2013 e 2010 observa-se uma diminuição da coloração amarela. Este desvio do padrão normal poderá significar que estes vinhos encontram-se menos oxidados e que sofreram uma menor degradação cromática. Da mesma forma se podem observar valores substancialmente mais elevados para os anos de 2015, 2014 e 2011, o que conseqüentemente poderá indicar um maior grau de oxidação destes vinhos, uma vez que exibem cores mais amarelas. Em relação aos vinhos “Soalheiro Nature”, os anos de 2018 e 2017 exibiram valores de  $b^*$  consideravelmente superiores comparando com os anos 2019 e 2016, permitindo também tirar a ilação que estes estarão mais extensamente oxidados. Os vinhos “Soalheiro Nature” possuem valores superiores de  $b^*$  comparativamente com os vinhos “Soalheiro Alvarinho” do mesmo ano.

Estes resultados suportam a observação feita anteriormente para os resultados da  $\text{DO}_{420\text{nm}}$ , de que vinhos com um IPT mais elevado, como é o caso dos vinhos Clássicos de 2015, 2014 e 2011 e Nature de 2018 e 2017, poderão possuir uma maior suscetibilidade para oxidar, enquanto aqueles com um conteúdo mais baixo, como é o caso de 2013 e 2010 nos vinhos Clássico e 2019 e 2016 nos vinhos Nature, poderão possuir uma menor suscetibilidade para oxidar. Destaca-se que, tal como anteriormente verificado, também os valores de  $b^*$  dos vinhos Soalheiro são mais baixos do que aqueles observados para o vinho Riesling (33).

Relativamente à cromaticidade ( $C^*ab$ ) visualiza-se um comportamento idêntico aos valores de  $b^*$ , tanto nos vinhos Clássico como nos Nature. Isto é, um aumento previsível ao longo dos anos, mas uma diminuição no ano de 2013 e 2010. No caso dos vinhos Nature observam-se valores mais elevados nos anos de 2018 e 2017.

Estatisticamente todos os vinhos (Clássico e Nature) diferem entre eles relativamente às coordenadas cromáticas ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), inclusiver o valor de  $C^*ab$  ( $p < 0,05$ ) (Apêndice, parte I, secção 1.2.3.2).

Em síntese, podemos concluir que os vinhos com uma melhor qualidade cromática e com uma melhor preservação da mesma ao longo dos anos foram os anos de 2013 e 2010 para os vinhos “Soalheiro Alvarinho”, pois estes mesmo sendo vinhos de anos de colheita mais antigos exibem valores mais favoráveis do que vinhos mais recentes. Enquanto para os vinhos “Soalheiro Nature” aquele com uma melhor qualidade cromática foi o do ano de 2016 pelo mesmo motivo que o anteriormente mencionado. Os vinhos que substancialmente perderam mais as suas qualidades cromáticas foram os vinhos Clássico dos anos de 2015, 2014 e 2011 e dos vinhos Nature foram os anos de 2018 e 2017. Um dos motivos poderá residir na quantidade de polifenóis que os vinhos possuem pois quanto maior o conteúdo de polifenóis menor a preservação da qualidade cromática e quanto menor o conteúdo de polifenóis maior a sua preservação. Tal evidência é congruente com o espectável uma vez que os polifenóis são o primeiro substrato a oxidar e, portanto quanto maior a disponibilidade de substrato maior o grau de oxidação.

Tabela 3-Resultados da análise de CIELab realizada para os vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

	L*	a*	b*	C*ab	<H (a*b*)
2019	99±0,29	-0,85±0,10	5,50±0,09	5,56±0,09	98,83±1,07
2018	98,70±0,08	-1,15±0,05	7,64±0,12	7,73±0,12	98,54±0,42
2017	98,57±0,07	-1,14±0,06	8,26±0,31	8,34±0,32	97,88±0,28
2016	98,43±0,04	-1,19±0,06	8,81±0,07	8,90±0,08	97,71±0,34
2015	97,62±0,51	-1,76±0,23	13,40±1,01	13,52±0,97	97,59±1,45
2014	97,38±0,33	-2,16±0,15	15,71±1,16	15,86±1,12	97,91±1,13
2013	97,94±0,20	-1,84±0,05	12,27±0,71	12,41±0,70	98,57±0,52
2012	96,73±1,20	-2,21±0,55	17,78±2,81	17,94±2,72	97,53±2,80
2011	95,78±0,40	-2,05±0,21	21,77±1,03	21,87±1,00	95,43±0,82
2010	96,32±0,66	-2,33±0,35	20,14±1,69	20,29±1,64	96,73±1,47

Tabela 4-Resultados da análise de CIELab realizada para os vinhos “Soalheiro Nature”.

	L*	a*	b*	C*ab	<H (a*b*)
2019	97,52±0,07	-1,39±0,03	9,59±0,07	9,69±0,07	98,23±0,17
2018	95,45±0,16	-1,77±0,08	18,10±0,15	18,18±0,14	95,58±0,28
2017	96,56±0,14	-1,89±0,10	18,60±0,52	18,70±0,51	95,82±0,45
2016	96,57±0,75	-1,71±0,18	13,53±0,26	13,64±0,24	97,21±0,89

### 1.1.4.3 Determinação da intensidade e da tonalidade de cor

Com objetivo de caracterizar mais profundamente as cores dos diferentes vinhos foram determinadas a intensidade e a tonalidade de cor espectrofotometricamente. Os resultados encontram-se resumidos nas **Tabelas 5 e 6**. Anteriormente também foi feita a determinação da intensidade e tonalidade de cor, mas esta foi calculada através das coordenadas cromáticas, tal como descrito no “Compêndio dos métodos de análise internacional-OIV” (70).

Analisando os resultados obtidos é possível verificar que a intensidade de cor calculada espectrofotometricamente segue o mesmo padrão que aquela calculada através dos dados de CIELab, isto é, nos vinhos “Soalheiro Alvarinho” aumenta ao longo dos anos à medida que o vinho é mais antigo, com exceção dos vinhos de 2013 e 2010, que parecem preservar mais a qualidade da sua cor exibindo valores mais baixos. Os vinhos “Soalheiro Nature” os anos de 2018 e 2017 exibem valores substancialmente mais altos do que os restantes.

Os vinhos, tanto Clássico como Nature, diferem estatisticamente entre eles quanto à intensidade de cor ( $p < 0,05$ ) (Apêndice, parte I, secção 1.2.3.3).

Tabela 5-Resultados da intensidade e tonalidade da cor dos vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

	Intensidade de cor	Tonalidade de cor
2019	0,090±0,011	5,743±1,025
2018	0,124±0,004	5,639±0,121
2017	0,136±0,004	5,504±0,126
2016	0,148±0,003	5,318±0,087

Tabela 6- Continuação de resultados da intensidade e tonalidade da cor dos vinhos "Soalheiro Alvarinho".

	Intensidade de cor	Tonalidade de cor
2015	0,228±0,029	5,540±0,697
2014	0,261±0,023	5,793±0,393
2013	0,209±0,013	5,860±0,308
2012	0,314±0,071	5,905±1,246
2011	0,391±0,023	5,032±0,240
2010	0,362±0,040	5,577±0,534

Tabela 7-Resultados da intensidade e tonalidade da cor dos vinhos "Soalheiro Nature".

	Intensidade de cor	Tonalidade de cor
2019	0,184±0,002	4,287±0,072
2018	0,365±0,007	4,416±0,083
2017	0,326±0,011	5,317±0,108
2016	0,267±0,028	4,494±0,670

## 1.2. Análise Sensorial

O aroma é um dos fatores constitucionais da matriz organoléptica do vinho mais importante, principalmente para o consumidor, pois afeta a aceitabilidade por parte do mercado. Com o avançar dos anos e conseqüentemente com a oxidação dos vinhos ocorre a degradação aromática em extensões diferentes de acordo com o tipo de vinho e de acordo com a sua suscetibilidade de oxidar. Posto isto, e considerando que a oxidação é um fenómeno inevitável, é de todo fundamental perceber de que modo evolui o aroma dos vinhos ao longo dos anos.

Assim, de modo a cumprir com este objetivo do trabalho foi realizada uma análise sensorial descritiva a todos os vinhos "Soalheiro Alvarinho" de 2019 a 2010 e a todos os vinhos "Soalheiro Nature" de 2019 a 2016. Uma vez que o trabalho foi executado durante

circunstâncias excepcionais em que se encontrava o país devido à pandemia causada pelo COVID-19, medidas de segurança foram tomadas e, portanto esta análise sensorial não foi realizada por um painel de provadores, mas sim pelo enólogo da empresa, Luís Cerdeira. As análises foram todas realizadas em triplicado e as médias dos triplicados encontram-se resumidas nas imagens abaixo apresentadas. Em acréscimo à análise realizada pelo enólogo da empresa foi também realizada uma análise sensorial descritiva por um membro externo à empresa, Dr. Filipe Centeno. Com os seus resultados, foi possível comparar com os resultados obtidos pelo Dr. Luís Cerdeira, suportando as suas perceções.

Os valores médios das intensidades de cada descritor percecionado pelo Dr. Luís Cerdeira encontram-se resumidos nas **Figuras 17 e 18**, onde as colunas rodeadas por um retângulo identificam os descritores que foram também percecionados pelo segundo panelista.

Observando a análise descritiva dos vinhos “Soalheiro Alvarinho” é possível destacar 4 descritores principais em quase todas as colheitas, nomeadamente “fruta fresca”, “floral fresco”, “vegetal fresco” e “mineral”. Os descritores de “fruta fresca” e “vegetal fresco” são os que exibem intensidades mais elevadas, seguido do descritor de “floral fresco” e por último observa-se o descritor “mineral” com uma intensidade de um. Esta classificação vai de acordo ao esperado para vinhos “Soalheiro Alvarinho” uma vez que este se destaca por aromas frescos e frutados com notas minerais. Analisando temporalmente a evolução aromática dos vinhos é possível constatar uma mudança dos descritores com o passar dos anos em adega.

O descritor “fruta fresca”, que é um importante descritor para o vinho Alvarinho, apenas diminui ligeiramente de intensidade a partir de 2016, diminuindo gradualmente até que em 2011 e 2010 não se deteta, sendo substituído pelo descritor “frutos secos”. O aroma “fruta fresca” normalmente encontra-se associado a moléculas como os ésteres e monoterpenos (9). O declínio dos acetatos de ésteres contribuem, em particular, para a perda da frescura e do aroma a fruta dos vinhos brancos durante o envelhecimento em garrafa (71).

O descritor “vegetal fresco” diminui mais rapidamente que o descritor anteriormente mencionado, encontrando-se ausente nos vinhos a partir de 2012 e sendo substituído por “vegetal seco”. O aroma “vegetal fresco” poderá estar relacionado com a presença de metoxipirazinas (metabolitos secundários das plantas com um anel constituído por nitrogénio) que são responsáveis por descritores aromáticos como “pimento verde”, “espargos”, “erva”, “herbáceo” e “vegetal” (9). A diminuição destes compostos ao longo do tempo poderá contribuir para a diminuição da perceção do descritor “vegetal fresco”.

Em relação ao descritor “floral fresco”, que é um descritor que em 2019 já possui uma intensidade mais baixa em relação aos outros dois preponderantes mencionados acima, este

desaparece muito rapidamente do buquê aromático, pois em 2016 já não faz parte do perfil descritivo traçado pelo enólogo. Durante o envelhecimento dos vinhos, a perda de alguns aromas florais encontra-se associado com o decréscimo dos monoterpenos (72). O linalol é especialmente conhecido por decrescer durante o armazenamento enquanto o  $\alpha$ -terpineol inicialmente aumenta (provavelmente devido à oxidação de outros terpenos) e depois decresce numa fase mais tardia (4). Os terpenos são sensíveis ao tempo de armazenamento e podem ser transformados noutros compostos que contribuem para um aroma diferente (73), o que poderá justificar a mudança de “floral fresco” para “floral seco” que se observa nos vinhos a partir de 2016.

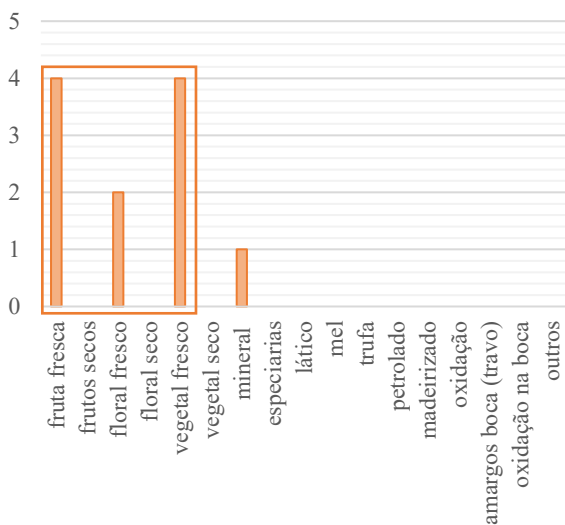
O descritor “mineral” a partir de 2016 aumenta significativamente de intensidade, desaparecendo a partir de 2011.

Relativamente aos descritores “oxidação” e “amargos na boca”, que são descritores indesejáveis para o vinho, estes são percecionados apenas com uma intensidade baixa (pouco perceptível-2) a partir de 2012.

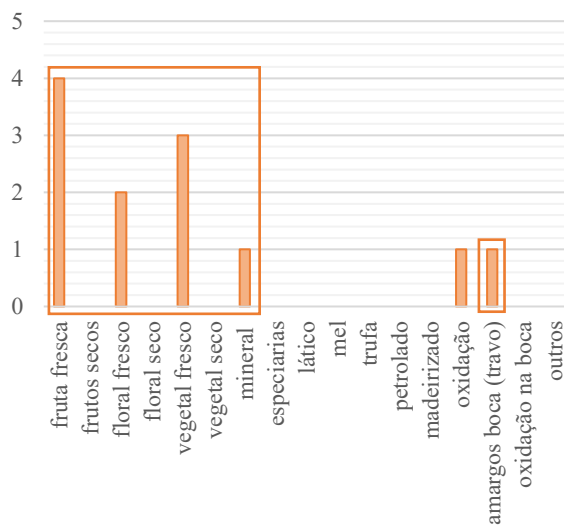
Os descritores mais importantes relacionados com o aroma típico de vinhos brancos degradados e oxidados são “tipo mel”, “ração”, “palha” e “tipo madeira”(7). Tendo isto em consideração, analisando os resultados verificamos que os descritores “mel” e “madeirizado” são percecionados a partir de 2012. Os outros descritores como “trufa”, “petrolado” e “oxidação na boca” são identificados com maior intensidade nos vinhos a partir de 2015 e 2012. Estudos anteriores foram realizados de modo a correlacionar certos compostos a descritores aromáticos (7), sendo reportado que amostras suplementadas com fenilacetaldéido promoviam um aumento significativo do descritor “mel”.

Em resumo, contrariamente ao visualizado para a caracterização cromática, na generalidade não existem vinhos que possuam uma degradação aromática tão evidente que se destaquem dos restantes. Existem, claro, vinhos a partir de 2012 com um aumento das intensidades dos descritores associados à oxidação mas tal é expetável pois são vinhos de anos de colheitas mais antigos.

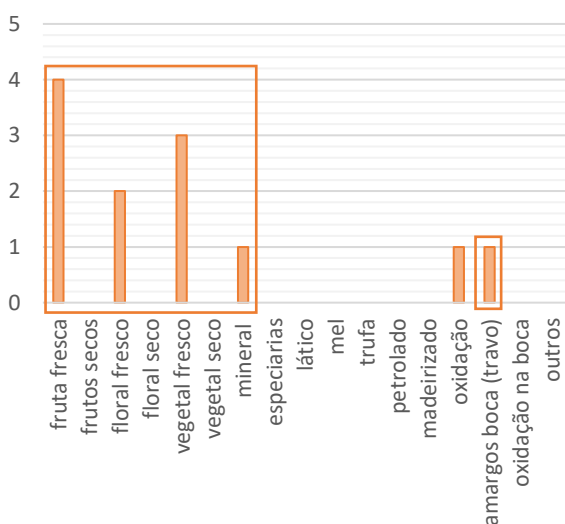
Clássico 2019



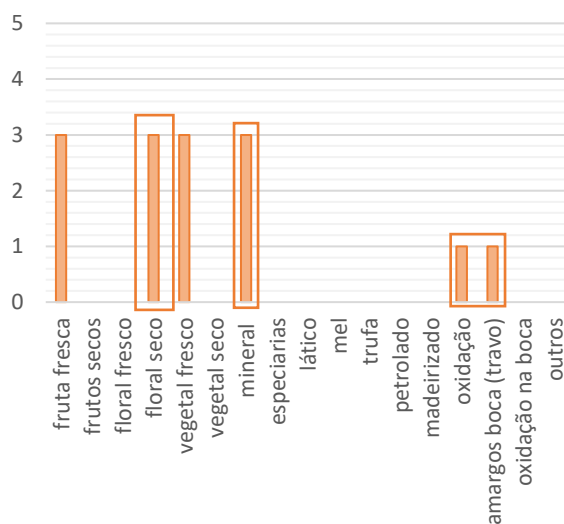
Clássico 2018



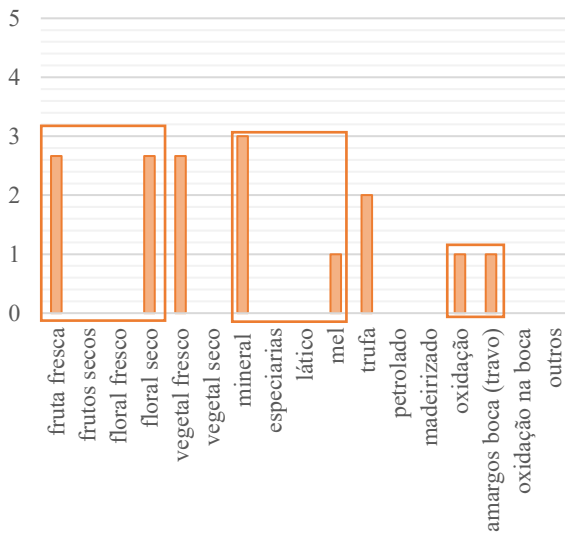
Clássico 2017



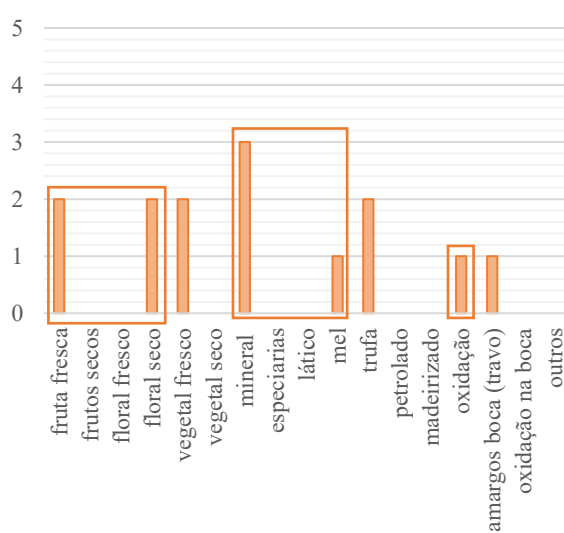
Clássico 2016



Clássico 2015



Clássico 2014



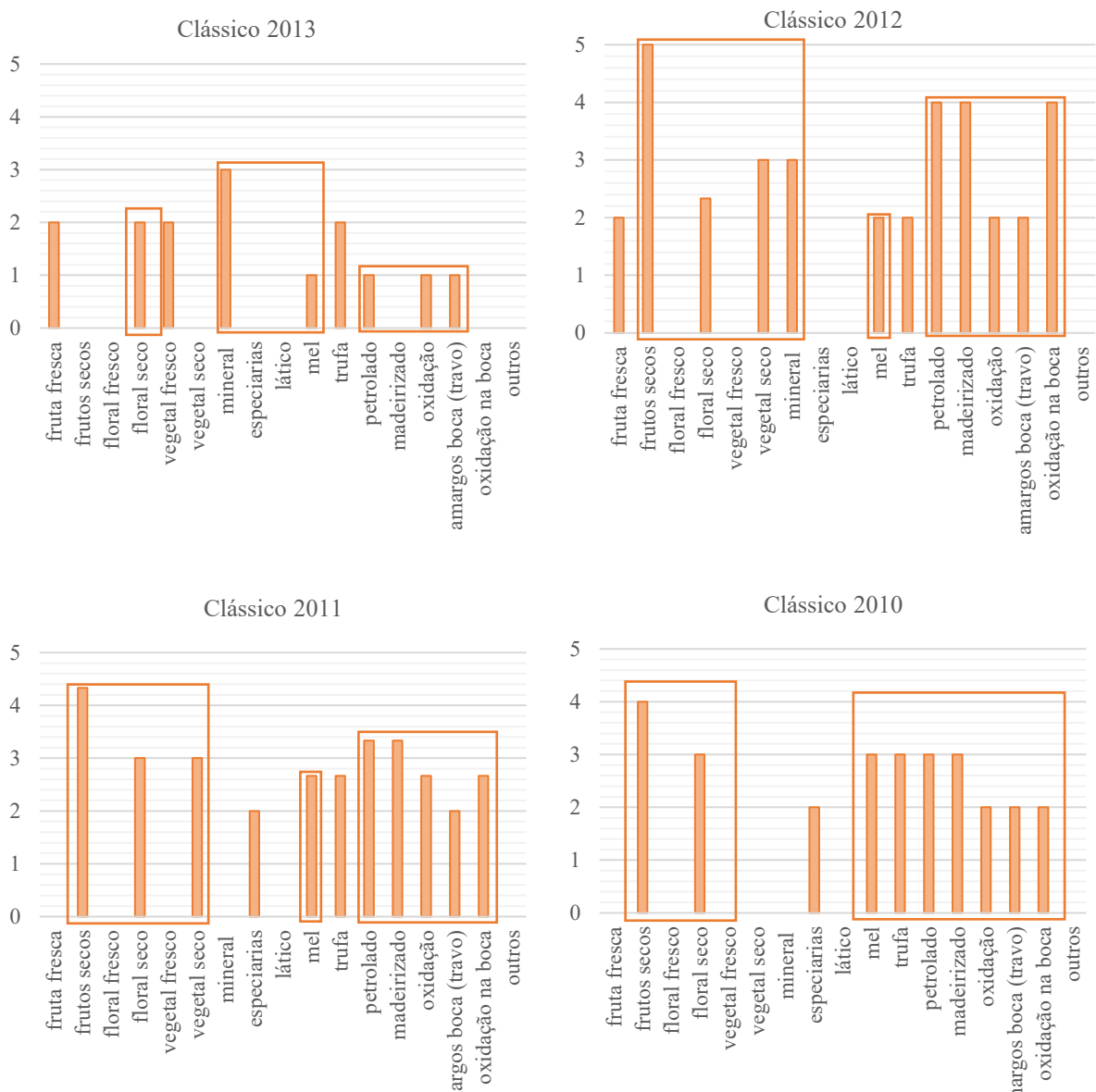


Figura 17-Valores médios obtidos para os descritores na análise descritiva realizada aos vinhos "Soalheiro Alvarinho" de 2019 a 2010.

Em relação aos vinhos “Soalheiro Nature” é possível verificar um perfil descritivo irregular ao longo dos anos, o que consequentemente também demonstra a divergência da resistência à oxidação. É observável que os vinhos de 2019 e 2016, que tinham o mesmo conteúdo de polifenóis, demonstram uma análise sensorial semelhante, mas os vinhos 2018 e 2017 já não. Os vinhos de 2019 e 2016 são caracterizados por descritores como “fruta fresca” e “vegetal fresco” que são esperados uma vez que se pretende ter um vinho o mais parecido possível com o típico aroma dos vinhos “Soalheiro Alvarinho”. Contrariamente, os vinhos de 2018 e 2017, mais recentes que o vinho de 2016, são descritos por descritores como “frutos

secos” e “vegetal seco”, o que não é desejável, pois desvia-se do aroma característico do vinho “Soalheiro Alvarinho”. O descritor “lático” está presente em todos os perfis aromáticos com mais intensidade nos vinhos de 2018 e 2017. Os descritores indesejáveis como “oxidação”, “amargos na boca”, “mel” e “oxidação na boca” são muito mais intensos para os vinhos de 2018 e 2017 do que para os vinhos 2019 e 2016 o que demonstra que estes vinhos se encontram mais oxidados uma vez que, de um ponto de visto aromático, a oxidação resulta numa perda de aromas dos vinhos jovens mais especificamente os aromas florais e frutados e ocorre a formação de novos aromas característicos de vinhos envelhecidos e aromas “oxidados” indesejáveis (9).

Isto permite concluir que os vinhos de 2018 e 2017, tal como ocorria cromaticamente, se encontram mais degradados aromaticamente do que os vinhos de 2019 e 2016.

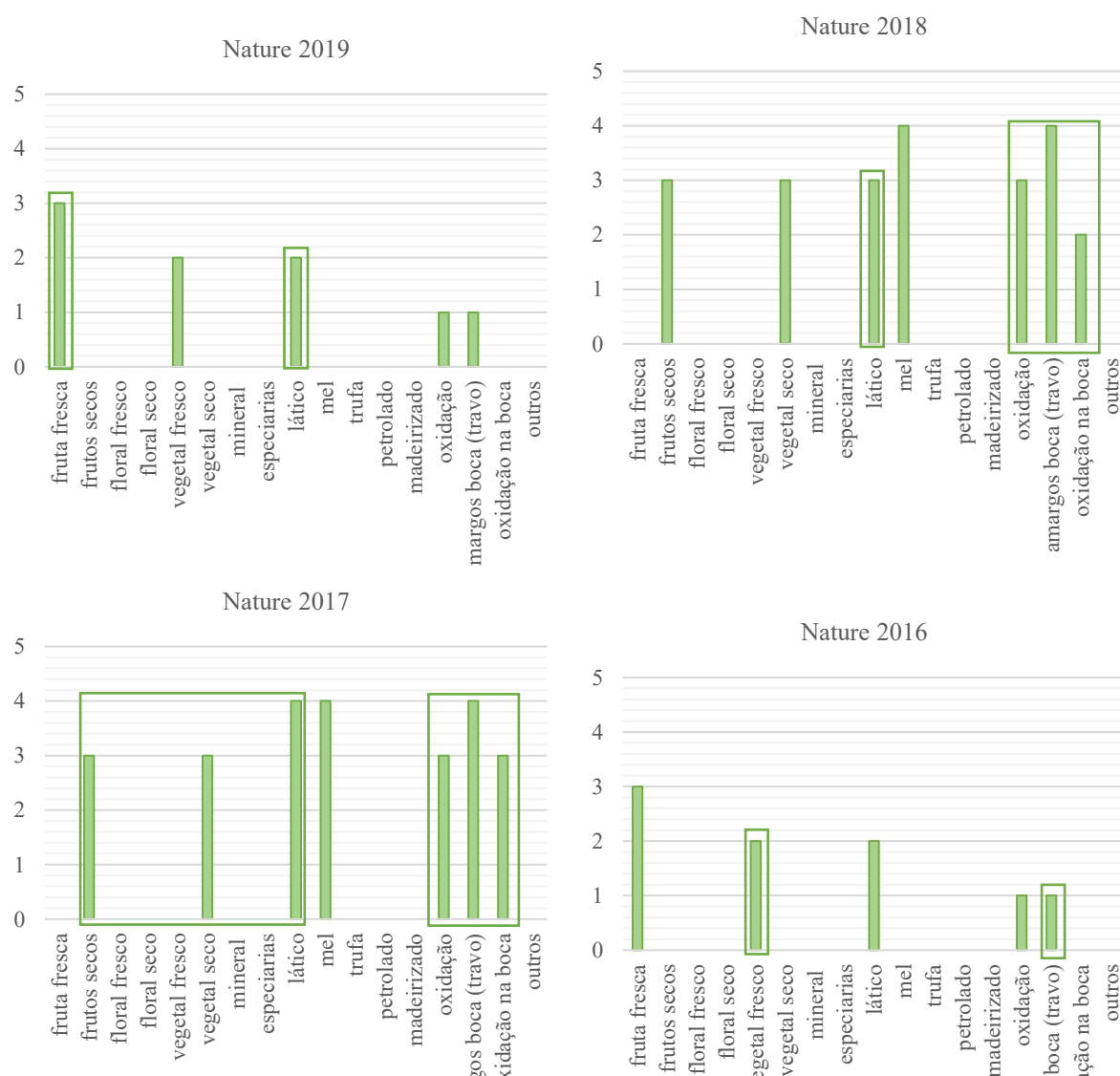


Figura 18-Valores médios obtidos para os descritores na análise descritiva realizada aos vinhos "Soalheiro Nature" de 2019 a 2016.

## 2. Parte II (Envelhecimento Forçado)

### 2.1. Determinações Analíticas

#### 2.1.1. Análise Sumária

Uma vez que o envelhecimento de um vinho é um processo extremamente demorado, nesta parte II do trabalho o principal objetivo foi tentar prever a evolução oxidativa dos vinhos Soalheiro através da realização de ensaios de envelhecimento forçado, de modo a mimetizar de uma forma mais expedita o envelhecimento natural que ocorreria numa adega. Adicionalmente um dos objetivos foi comparar a resistência e longevidade entre os vinhos com adição de sulfitos (Soalheiro Alvarinho) e sem adição de sulfitos (Soalheiro Nature), ao longo do envelhecimento forçado.

De modo a averiguar como evoluem as propriedades físico-químicas ao longo dos ensaios de envelhecimento forçado foram realizadas análises sumárias aos vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” para os anos de 2019 e 2018. Os resultados dessas determinações para os vinhos “Soalheiro Clássico” de 2019 e 2018 encontram-se em Apêndice (Apêndice parte II). Todos os parâmetros medidos encontram-se de acordo com os limites legais estabelecidos pelo “Instituto da vinha e do vinho” (65). Os resultados dos vinhos “Soalheiro Nature” não foram apresentados neste trabalho pelo mesmo motivo referido na parte I, nomeadamente os dados incongruentes que se obtiveram possivelmente devido ao facto dos métodos não terem dedução de interferentes.

#### 2.1.2. Quantificação do conteúdo total polifenólico

Nesta secção do trabalho foi feita a medição do conteúdo de polifenóis dos vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” dos anos de 2019 e 2018 ao longo dos dois meses de ensaios de envelhecimento forçado, de modo a perceber qual a sua evolução.

Os resultados encontram-se resumidos nos gráficos abaixo (**Figura 19 e 20**). Analisando ambos os gráficos verificou-se um decréscimo do IPT no primeiro mês, superior nos vinhos Nature do que nos Clássico, o que poderá indicar uma maior suscetibilidade dos vinhos sem sulfitos de oxidarem à medida que envelhecem e conseqüentemente uma menor resistência à oxidação. Esta diminuição foi superior para os vinhos de 2018 do que para 2019.

Estatisticamente não foi possível averiguar se existem diferenças significativas entre os diferentes vinhos uma vez que as amostras não cumpriram com a homogeneidade de variâncias (teste de Levene com  $p < 0,05$ ) mesmo após a realização de diversas transformações matemáticas, tipicamente utilizadas para resolver este problema. Seria necessário realizar mais replicados de modo a ultrapassar esta problemática (Apêndice parte II, Seção 2.2.1) e obter dados adequados para a realização da análise estatística.

É possível verificar que em ambos os tipos de vinho, Clássico e Nature, bem como em ambos os anos, 2019 e 2018, no final dos dois meses de ensaios o IPT diminuiu drasticamente, atingindo valores perto do limite de deteção. Esta diminuição tão drástica foi observada nos vinhos sujeitos a um envelhecimento forçado mas não foi observada para os vinhos que sofreram um envelhecimento natural na adega, como verificado na Parte I. Tal poderá ser justificado pelo facto de se ter exposto durante tanto tempo os vinhos a temperaturas elevadas e como os polifenóis são sensíveis a elevadas temperaturas, poderá ter acelerado drasticamente a degradação dos mesmos (74). Outra justificação poderá residir no facto dos vinhos não estarem estabilizados em termos de proteínas, podendo ter havido condensação dos mesmos e possível arrastamento dos polifenóis.

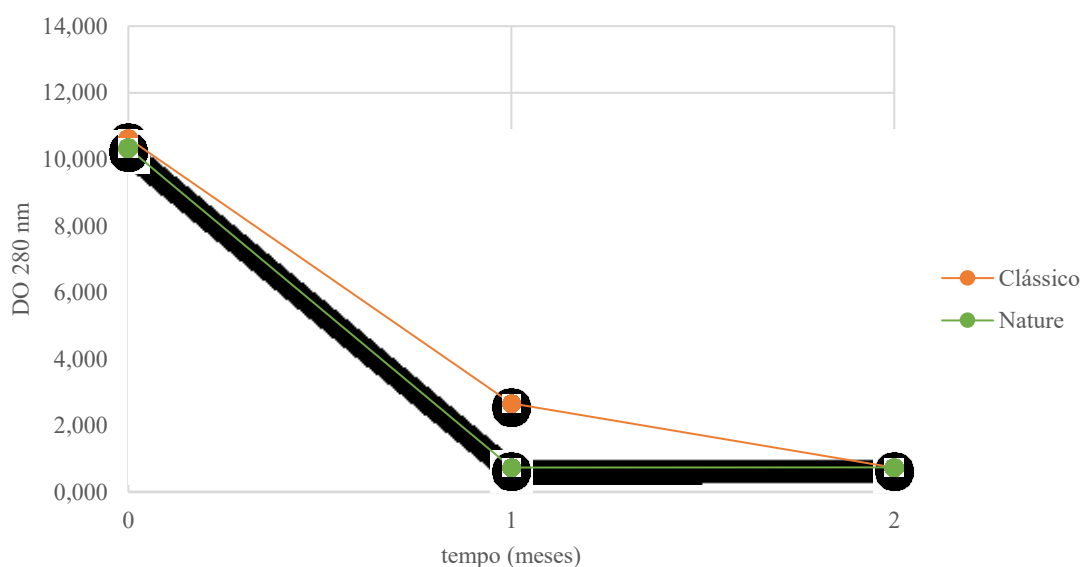


Figura 19-Conteúdo de polifenóis totais, ao longo dos ensaios de envelhecimento forçado, dos vinhos de 2019 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

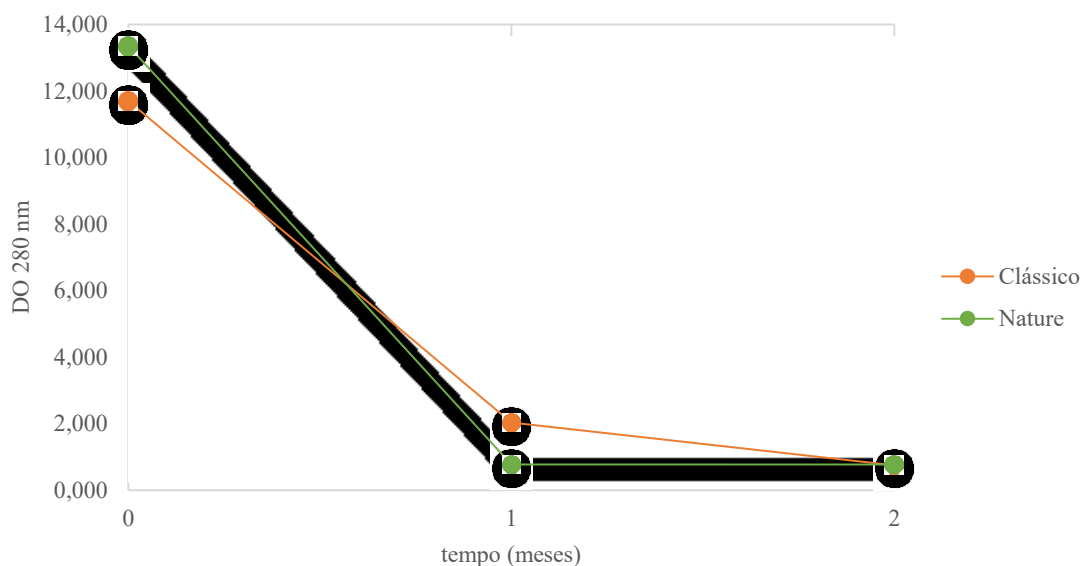


Figura 20-Conteúdo de polifenóis totais, ao longo dos ensaios de envelhecimento forçado, dos vinhos de 2018 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

### 2.1.3. Hidroxicinamatos

Relativamente ao conteúdo de hidroxicinamatos, os vinhos Clássico possuem no final dos dois meses um conteúdo de hidroxicinamatos superior do que os vinhos Nature em ambos os anos. Para os vinhos do ano de 2019 “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” (**Figura 21**) o comportamento tem o mesmo sentido decrescente, contrariamente aos vinhos de 2018 (**Figura 22**) que no primeiro mês possuem sentidos de evolução diferentes, havendo uma diminuição ao longo do tempo para os vinhos Nature. Estatisticamente existe diferença entre os diferentes tipos de vinhos, Clássico e Nature, ( $p < 0,05$ ) mas não há diferença significativa entre os diferentes anos de colheita, 2019 e 2018 ( $p > 0,05$ ). Também foi possível verificar que estatisticamente o efeito dos anos, no conteúdo de hidroxicinamatos, não é dependente do tipo de vinho (Apêndice parte II, Seção 2.2.2).

Sabe-se que nem todos os fenóis são igualmente oxidáveis, nem dão origem a produtos com o mesmo grau de acastanhamento (75) e neste estudo verifica-se que ao invés de diminuir os compostos não-flavonóides estes aumentaram no 2º mês de ensaios. Tal foi igualmente observado em estudos de envelhecimento forçado a vinhos brancos, onde ao longo do tempo os ácidos hidroxicinâmicos aumentaram (76). Os ácidos hidroxicinâmicos na sua forma livre estão presentes em baixas concentrações nos vinhos, sendo predominantes na forma de ésteres de ácido tartárico (77), no entanto um aumento pode ser observado durante o armazenamento, pois os ésteres de ácido tartárico são hidrolisados e dão origem às suas

respetivas formas livres (78). Uma vez que durante dois meses os vinhos foram sujeitos a elevadas temperaturas esta poderá ter aumentado substancialmente a hidrólise dos ésteres de ácido tartárico daí se ter verificado um aumento do conteúdo de hidroxicinamatos.

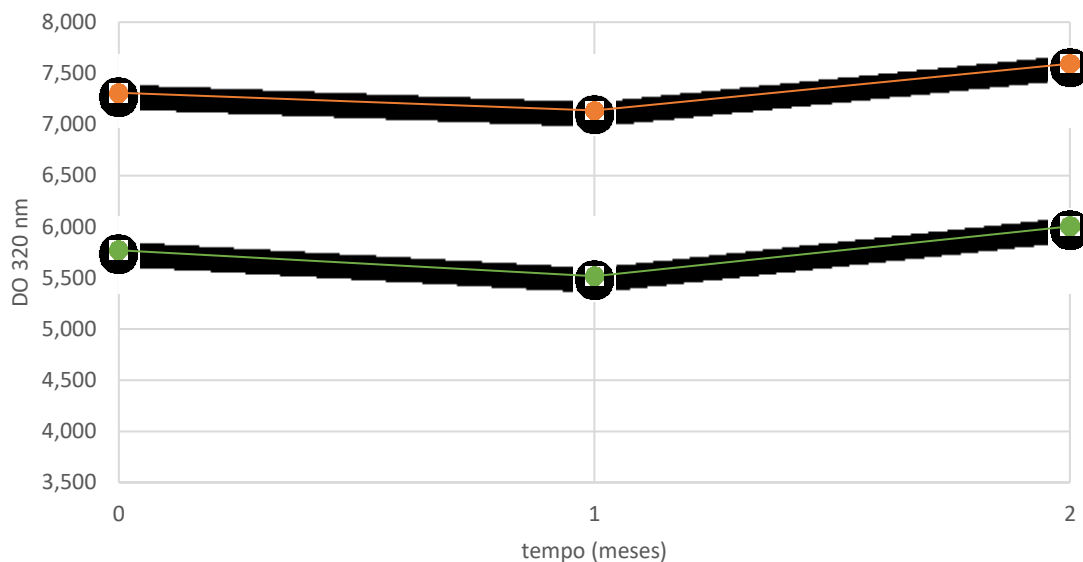


Figura 21-Conteúdo de hidroxicinamatos, ao longo do envelhecimento forçado, dos vinhos de 2019 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

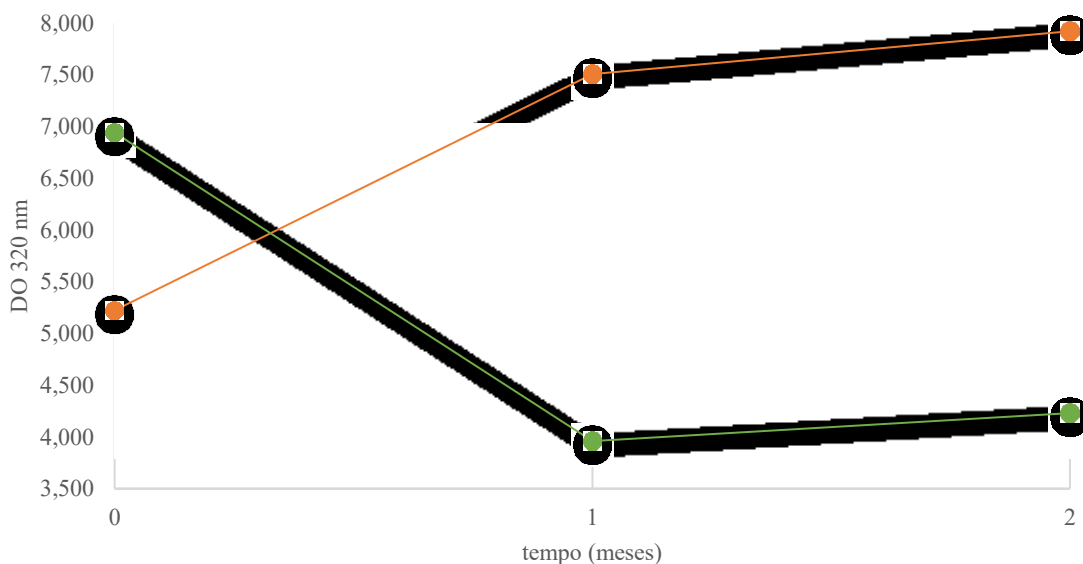


Figura 22-Conteúdo de hidroxicinamatos, ao longo dos ensaios de envelhecimento forçado, dos vinhos de 2018 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

## 2.1.4. Caracterização cromática

### 2.1.4.1. Determinação da densidade ótica a 420 nm

Como a determinação da densidade ótica a 420 nm permite indicar o grau de acastanhamento de um vinho, isto é, o grau da degradação cromática, esta foi medida todos os meses para todos os vinhos durante os ensaios de envelhecimento forçado. Analisando os resultados obtidos (**Figura 23**) observa-se que no ano de 2019 a velocidade de acastanhamento dos vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” foi semelhante. Isto porque, apesar de no final dos dois meses de ensaios os vinhos “Soalheiro Nature” possuírem um valor de  $DO_{420nm}$  superior, os declives de ambos os vinhos ( $\frac{\Delta DO_{420nm}}{\Delta tempo}$ ) foram semelhantes, ou seja, o aumento da  $DO_{420nm}$  ao longo do tempo foi parecido. Isto poderá indicar uma resistência à oxidação semelhante dos vinhos de vinificação normal e natural. Em relação à longevidade, não se pode concluir que esta seja parecida pois o grau de acastanhamento atingido no final dos ensaios foi inferior nos vinhos Clássico. Considerando que o IPT se encontra correlacionado com o grau de acastanhamento (parte I), controlando o IPT para valores semelhantes tanto nos vinhos Clássico como nos Nature, e considerando que os dois tipos de vinhos possuem uma velocidade de acastanhamento parecido (parte II), no futuro seria interessante perceber se seria possível atingirem-se valores de  $DO_{420nm}$  semelhantes e conseqüentemente uma longevidade parecido.

Relativamente aos vinhos do ano de colheita de 2018 (**Figura 24**), o crescimento do acastanhamento é superior nos vinhos “Soalheiro Nature” do que nos vinhos “Soalheiro Alvarinho” pois estes apresentam um declive ( $\frac{\Delta DO_{420nm}}{\Delta tempo}$ ) superior, principalmente no 1º mês.

Comparando os vinhos Nature de 2019 e 2018 observa-se um grau de acastanhamento mais acelerado no ano de 2018. Isto permite indicar uma maior resistência por parte do vinho “Soalheiro Nature” do ano de 2019, cuja composição deverá ser menos suscetível a oxidar do que aquela obtida em 2018. Estatisticamente não foi possível averiguar se existem diferenças significativas entre os diferentes vinhos uma vez que as amostras não cumpriram com a homogeneidade de variâncias (teste de Levene com  $p < 0,05$ ) mesmo após a realização de diversas transformações matemáticas, tipicamente utilizadas para resolver este problema. Seria necessário realizar mais replicados de modo a ultrapassar esta problemática (Apêndice parte II, Seção 2.2.3.1) e obter dados adequados para a realização da análise estatística.

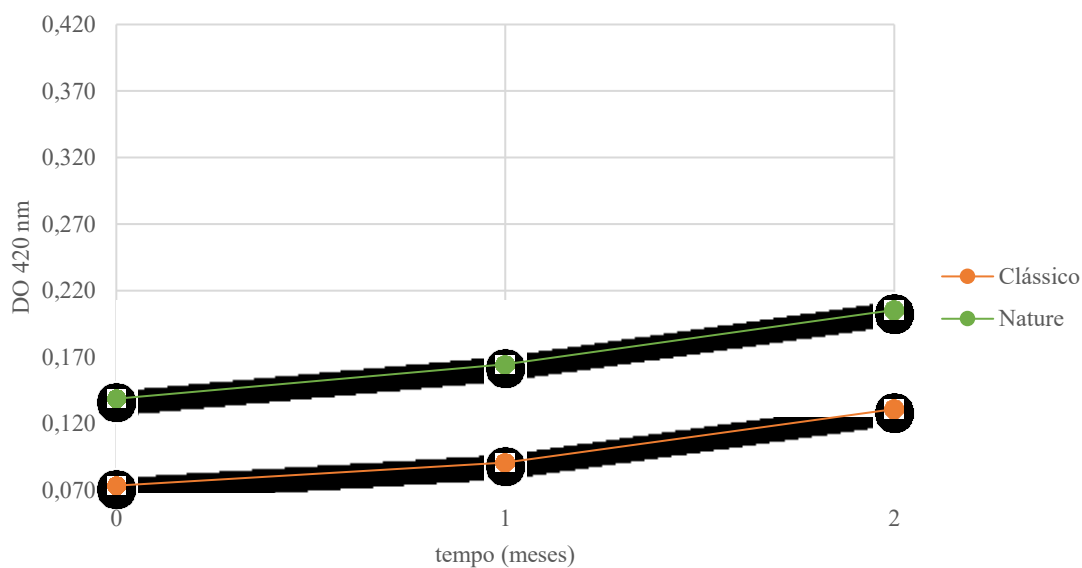


Figura 23-Resultados da DO a 420 nm ao longo do envelhecimento forçado dos os vinhos de 2019 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

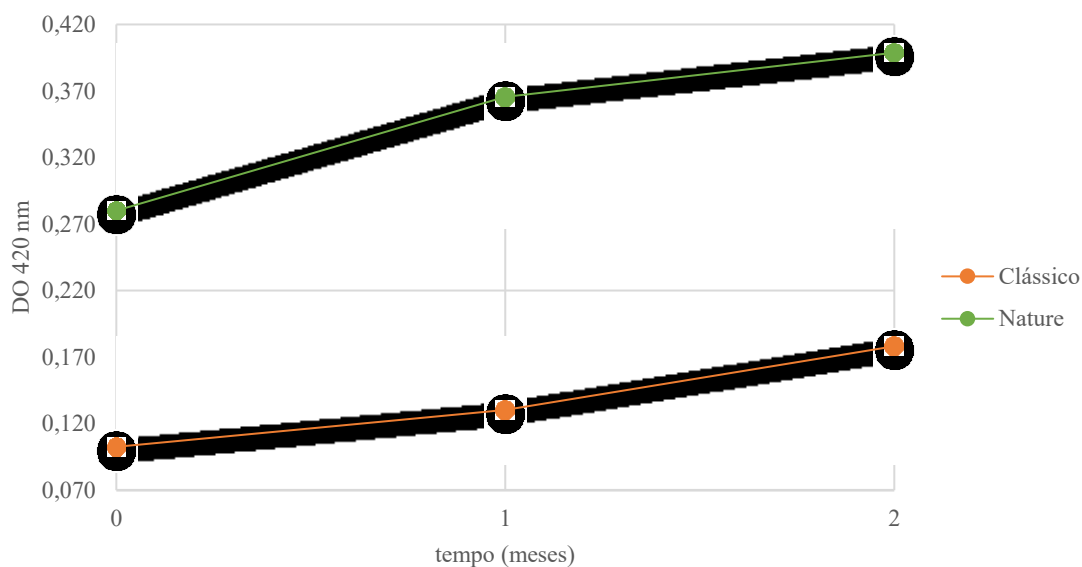


Figura 24-Resultados da DO a 420 nm ao longo do envelhecimento forçado dos os vinhos de 2018 “Soalheiro Alvarinho” (laranja) e “Soalheiro Nature” (verde).

É possível também observar que o vinho “Soalheiro Alvarinho” de 2019, que tem um IPT semelhante à colheita do ano de 2016 (Figura 11, Secção 1.1.2), possui uma  $DO_{420nm}$  após dois meses de ensaios de envelhecimento forçado semelhante à  $DO_{420nm}$  da colheita de 2016 após um envelhecimento natural na adega de quatro anos (2016 a 2020). Verifica-se que o mesmo ocorre para a colheita de 2019 “Soalheiro Nature”, que tem um IPT semelhante à colheita de 2016 “Soalheiro Nature”, pois observa-se que a  $DO_{420nm}$  do vinho “Soalheiro

Nature” 2016 envelhecido na adega após quatro anos é semelhante ao valor de  $DO_{420nm}$  do vinho “Soalheiro Nature” 2019 sujeito a dois meses de ensaios de envelhecimento forçado. Isto demonstra que poderá haver uma correlação da cor de um vinho sujeito a ensaios de envelhecimento forçado durante dois meses com a cor de um vinho envelhecido naturalmente ao fim de quatro anos, ou seja, poderá haver a possibilidade dos testes de envelhecimento forçado poderem simular o envelhecimento de um vinho no final de quatro anos, no entanto testes a outros parâmetros de envelhecimento deverão ser realizados para suportar esta conclusão.

Analisando os dados de 2018 observa-se que o vinho Clássico, que possui um IPT inferior ao vinho Nature possui também uma  $DO_{420nm}$  ao fim de dois meses de ensaios de envelhecimento forçado inferior ao vinho Nature, o que vai de encontro ao mencionado anteriormente.

#### 2.1.4.2. Análise Espectral

Foi realizada uma análise espectral, de modo a complementar a caracterização cromática e acompanhar as suas mudanças nos ensaios de envelhecimento forçado de modo a mimetizar quais as alterações sofridas pela cor dos vinhos durante o armazenamento na adega.

Os resultados encontram-se resumidos na **Figura 25**, sendo que no lado esquerdo temos os resultados do ano de 2019 e no lado direito do ano de 2018.

Em termos de luminosidade, verifica-se uma diminuição no primeiro mês quase idêntica dos vinhos Clássico e Nature do ano de 2019, enquanto que no vinho de 2018 no primeiro mês a diminuição é mais acentuada para o vinho Nature.

Em relação à coordenada  $a^*$  (coordenada vermelho-verde) verifica-se no ano de 2018 um crescimento contrário dos vinhos “Clássico” e “Nature”, no primeiro mês. Os vinhos Clássico sofrem um aumento da coloração verde enquanto que os vinhos Nature sofrem um aumento da coloração vermelha. Os vinhos do ano de 2019 “Clássico” e “Nature” apesar de inicialmente terem valores ligeiramente diferentes evoluem no mesmo sentido, isto é ambos decrescem para tonalidades mais esverdeadas e com declive semelhante. Estes convergem para valores semelhantes de  $a^*$  no final dos dois meses de ensaios. Tais observações permitem tirar a ilação de que os vinhos de 2019 “Soalheiro Nature” evoluem colorimetricamente no mesmo sentido que os vinhos “Soalheiro Alvarinho” demonstrando a sua maior estabilidade e semelhança entre eles do que os vinhos de 2018.

A coordenada  $b^*$  (coordenada amarelo-azul) permite verificar como evolui a cor amarela, representativa da consequente oxidação do vinho. Os vinhos 2019 “Clássico” e “Nature” apesar de terem inicialmente valores diferentes de  $b^*$  possuem uma velocidade de crescimento do valor de  $b^*$  semelhante entre eles, principalmente no 1º mês, demonstrando uma resistência semelhante à oxidação. Tal, não poderá ser dito para os vinhos do ano de colheita de 2018 cujo declive (velocidade de crescimento de  $b^*$  ao longo do tempo) entre os dois tipos de vinhos é distinto, principalmente no primeiro mês, demonstrando a maior suscetibilidade dos vinhos “Nature” de sofrerem degradação de cor. Por fim, globalmente pode-se concluir que os vinhos de 2018 atingem valores de  $b^*$  muito mais elevados do que os vinhos de 2019, tanto nos vinhos “Clássico” como “Nature”.

Adicionalmente, é possível também observar que os resultados das coordenadas de  $b^*$  confirmam o que foi observado para os valores da  $DO_{420nm}$ , uma vez que também aqui os vinhos “Soalheiro Alvarinho” 2019, que possuem um conteúdo polifenólico parecido à colheita de 2016, possuem ao final de dois meses de ensaios de envelhecimento forçado um valor de  $b^*$  semelhante ao valor de  $b^*$  do vinho Clássico 2016 que foi envelhecido durante quatro anos na adega. O mesmo se verifica para os vinhos “Soalheiro Nature”. Isto suporta a possibilidade mencionada na seção anterior de que os testes de envelhecimento forçado poderão simular o envelhecimento de um vinho ao fim de quatro anos, no entanto estudos futuros deverão ser realizados de modo a perceber se tal observação é verificada para outros parâmetros.

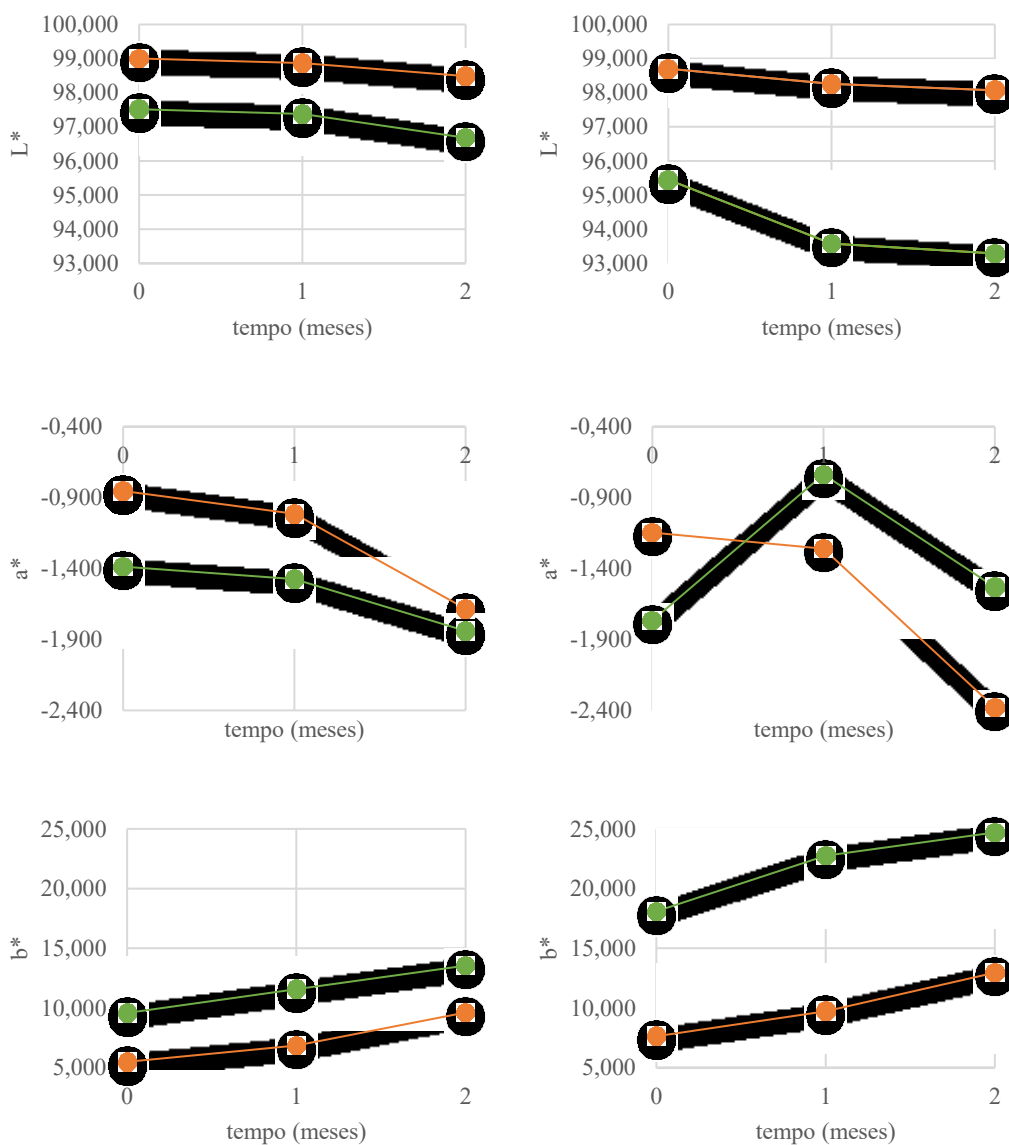


Figura 25-Resultados de CIELab, ao longo do envelhecimento forçado, dos vinhos de "Soalheiro Alvarinho"(laranja) e "Soalheiro Nature"(verde).

Os valores de  $C^*ab$  (intensidade) e  $\langle H \rangle$  ( $a^*b^*$ ) (tonalidade), calculados através das coordenadas cromáticas demonstradas anteriormente foram determinados durante os dois meses de ensaios de envelhecimento forçado de modo a mimetizar a evolução das características cromáticas do vinho ao longo do tempo.

Os resultados encontram-se resumidos na **Figura 26**. Em relação à intensidade de cor ( $C^*ab$ ), esta evolui de um modo semelhante aos parâmetros analisados anteriormente, isto é, aumenta de um modo semelhante nos vinhos de 2019 mas não nos vinhos de 2018, no primeiro mês. Observa-se um aumento mais elevado para os vinhos Nature do que para os Clássico na colheita de 2018.

Estatisticamente não foi possível averiguar se existem diferenças significativas entre os diferentes vinhos, quanto às coordenadas cromáticas nem quanto aos valores de  $C^*ab$  e  $\langle H(a^*b^*) \rangle$ , uma vez que as amostras não cumpriram com a homogeneidade de variâncias (teste de Levene com  $p < 0,05$ ) mesmo após a realização de diversas transformações matemáticas, tipicamente utilizadas para resolver este problema. Seria necessário realizar mais replicados de modo a ultrapassar esta problemática (Apêndice parte II, Seção 2.2.3.2) e obter dados adequados para a realização da análise estatística.

Em suma, pode-se concluir, que os vinhos “Nature” do ano de colheita de 2019 de vinificação natural, isto é, com a ausência de adição de  $SO_2$ , em termos colorimétricos, possuem uma resistência à oxidação semelhante aos vinhos de vinificação normal, com adição de  $SO_2$ , uma vez que a velocidade de mudança das coordenadas cromáticas e da intensidade de cor ao longo do tempo foram semelhantes. A semelhança na resistência à oxidação é principalmente notável no 1º mês de ensaios, pois os declives (velocidade de crescimento) são quase idênticos. O mesmo não foi observado para os vinhos de 2018, que de acordo com os resultados da parte I, são vinhos com um conteúdo polifenólico superior. Surge uma conclusão adicional que, caso o conteúdo polifenólico nos vinhos “Nature” e “Clássico” seja baixo, o comportamento cromático ao longo do tempo não parece divergir significativamente tal como observado para os vinhos de 2019, demonstrando uma resistência à degradação cromática semelhante.

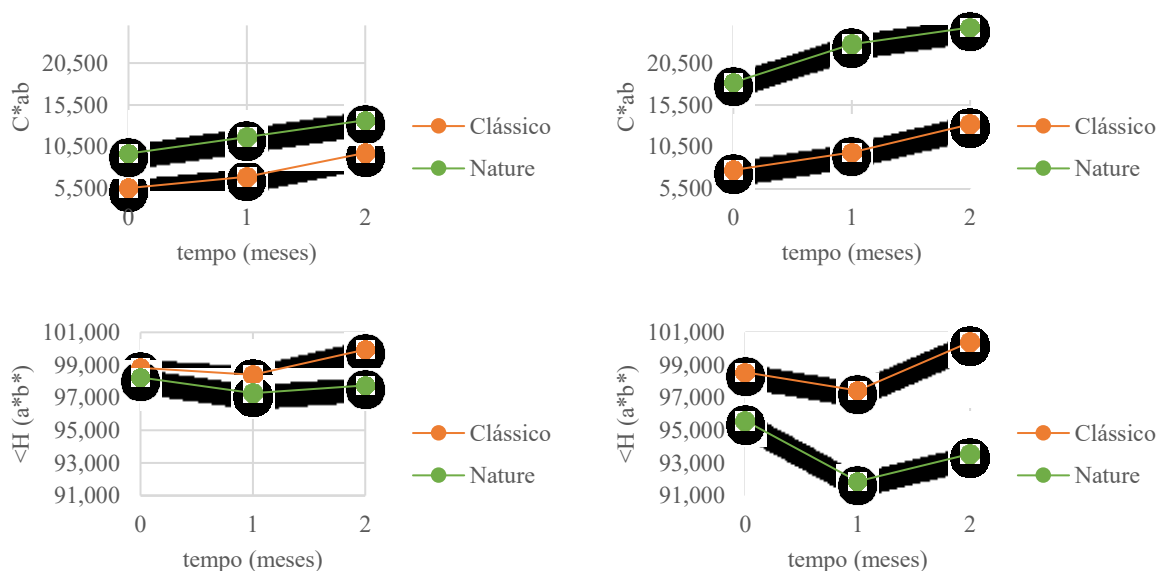


Figura 26-Resultados de CIELab ( $C^*ab$  e  $\langle H(A^*B^*) \rangle$ ), ao longo do envelhecimento forçado, dos os vinhos de “Soalheiro Alvarinho”(laranja) e “Soalheiro Nature”(verde). No gráfico do lado esquerdo estão os resultados do ano de 2019 e na direita de 2018.

### 2.1.4.3. Determinação da intensidade e da tonalidade de cor

De modo a caracterizar exhaustivamente a cor dos vinhos foi ainda determinada a intensidade e a tonalidade através de dados obtidos espectrofotometricamente. Os resultados (Figura 27) da intensidade para os vinhos tanto do ano de 2019 como 2018 seguem o mesmo padrão de crescimento que os resultados de intensidade obtido a partir dos dados de CIELab, descritos anteriormente. Também aqui não foi possível averiguar se existem diferenças estatísticas entre os uma vez que as amostras não cumpriram com a homogeneidade de variâncias (teste de Levene com  $p < 0,05$ ) e portanto seria necessário realizar mais replicados de modo a ultrapassar esta problemática (Apêndice parte II, Seção 2.2.3.3) e obter dados adequados para a realização da análise estatística.

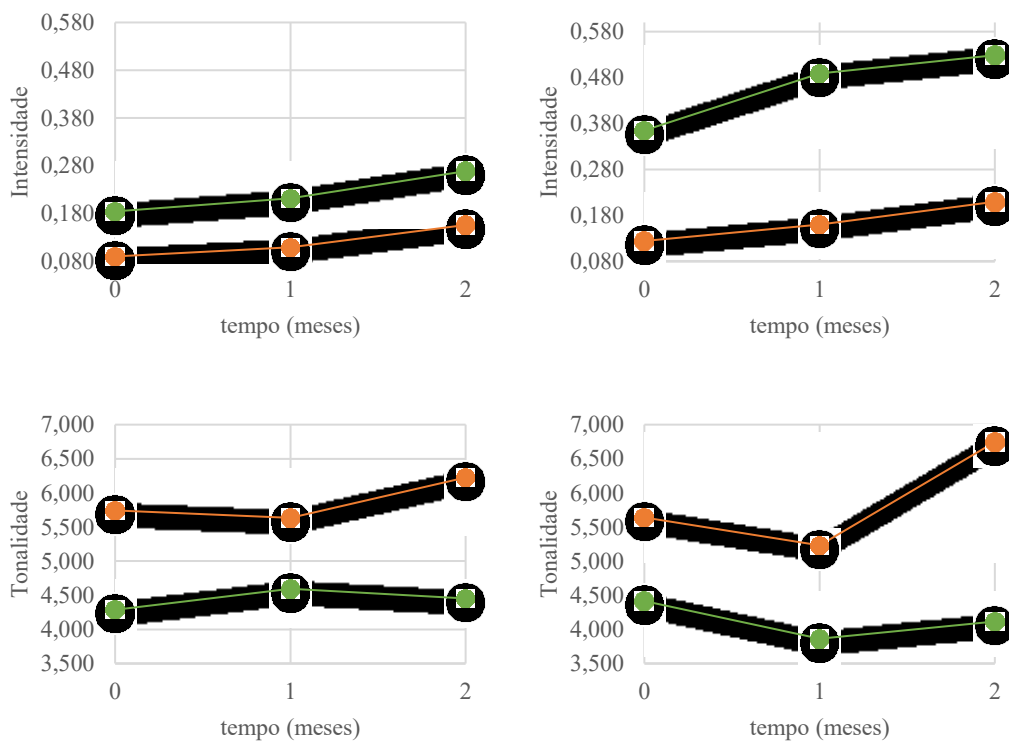


Figura 27-Resultados da intensidade e tonalidade de cor calculados espectrofotometricamente , ao longo do envelhecimento forçado, dos os vinhos de “Soalheiro Alvarinho”(laranja) e “Soalheiro Nature”(verde).

## 2.2. Análise Sensorial

Nesta seção do trabalho o objetivo fulcral foi tentar perceber a evolução aromática dos vinhos ao longo do seu envelhecimento e comparar os diferentes tipos (Clássico e Nature). Por este motivo foram realizados testes de envelhecimento forçado para mimetizar de uma forma expedita o envelhecimento que ocorre dentro da garrafa ao longo do tempo e tentar perceber quais as alterações aromáticas que ocorrem. Ao longo destes ensaios de envelhecimento forçado foram retiradas garrafas da estufa de cada tipo de vinho para se realizar um teste descritivo todos os meses. Esta análise sensorial foi realizada do mesmo modo que o descrito na parte I.

Os resultados da evolução aromática dos vinhos de 2019 encontram-se abaixo resumida (**Figura 28 e 29**). Analisando os resultados do vinho “Soalheiro Alvarinho” de 2019 verifica-se uma diminuição da intensidade da fruta fresca apenas no último mês de ensaios, aparecendo também um novo descriptor, “frutos secos” de intensidade de 1. Uma vez que estes resultados mimetizam o que ocorreria nesta garrafa à medida que esta envelhecia naturalmente, o facto de a “frescura” diminuir é expetável de ocorrer uma vez que se encontra reportado que o declínio dos ésteres de acetato contribuem para a perda do aroma “fresco” e “frutado” dos vinhos à medida que estes envelhecem na garrafa (9). Em estudos anteriores, onde vinhos brancos foram sujeitos a elevadas temperaturas (50 °C) durante 28 dias na presença de ar (71), foi realizada uma análise à composição dos vinhos durante esse tempo e observou-se, tanto para o hexanoato de etilo como o acetato de fenetilo, uma diminuição com o tempo.

O descriptor “floral fresco” desaparece do perfil aromático após dois meses de ensaio. O facto do descriptor “floral fresco” não ser detetado no último mês, mas o descriptor “vegetal fresco” sim pode-se dever à resistência dos compostos químicos que conferem os aromas. O aroma “vegetal” é conferido pelas metoxipirazinas onde se encontra reportado que as suas concentrações não diferiram quando expostos a vários agentes de envelhecimento tal como a exposição a luz e variações de temperatura (79). Já o aroma “floral” é principalmente da responsabilidade de monoterpenos, nomeadamente o geraniol, linalol, nerol e  $\alpha$ -terpineol (80). Os terpenos, por sua vez, já são sensíveis a condições acídicas, tempo de armazenamento e temperatura (73). De facto, no estudo anteriormente mencionado onde vinhos brancos foram sujeitos a elevadas temperaturas durante 28 dias (71) observou-se uma diminuição do composto linalol logo após 3 dias de ensaios, não sendo detetado após 14 dias.

O descriptor de “oxidação” apenas apareceu após dois meses de ensaio e foi descrito como imperceptível (intensidade 1).

O vinho “Soalheiro Nature” do mesmo ano preservou os descritores “fruta fresca”, “vegetal fresco” e “lático” ao longo de todo o tempo experimental, obtendo-se valores superiores de “vegetal fresco” e “lático” no último mês de ensaios. O descritor “frutos secos” apenas foi detetado no último mês de ensaios com uma intensidade de 1. O descritor “oxidação na boca” apenas foi detetado na última análise, mas foi descrito como imperceptível.

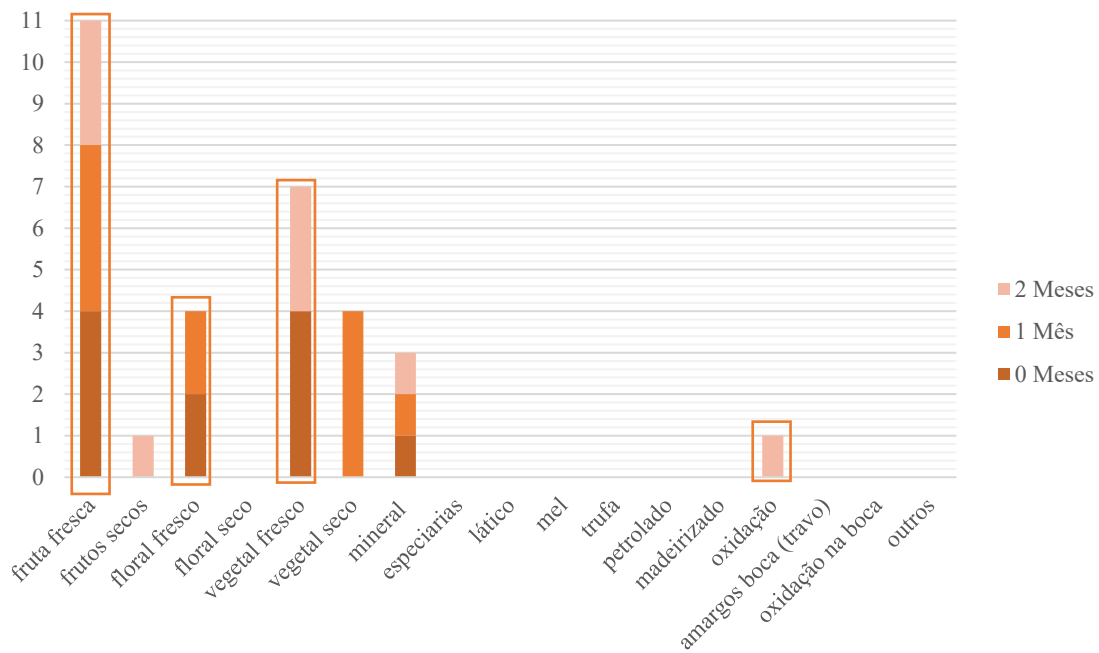


Figura 28-Resultados da Análise descritiva realizada para o vinho de 2019 “Soalheiro Alvarinho”, sujeito a ensaios de envelhecimento forçado.

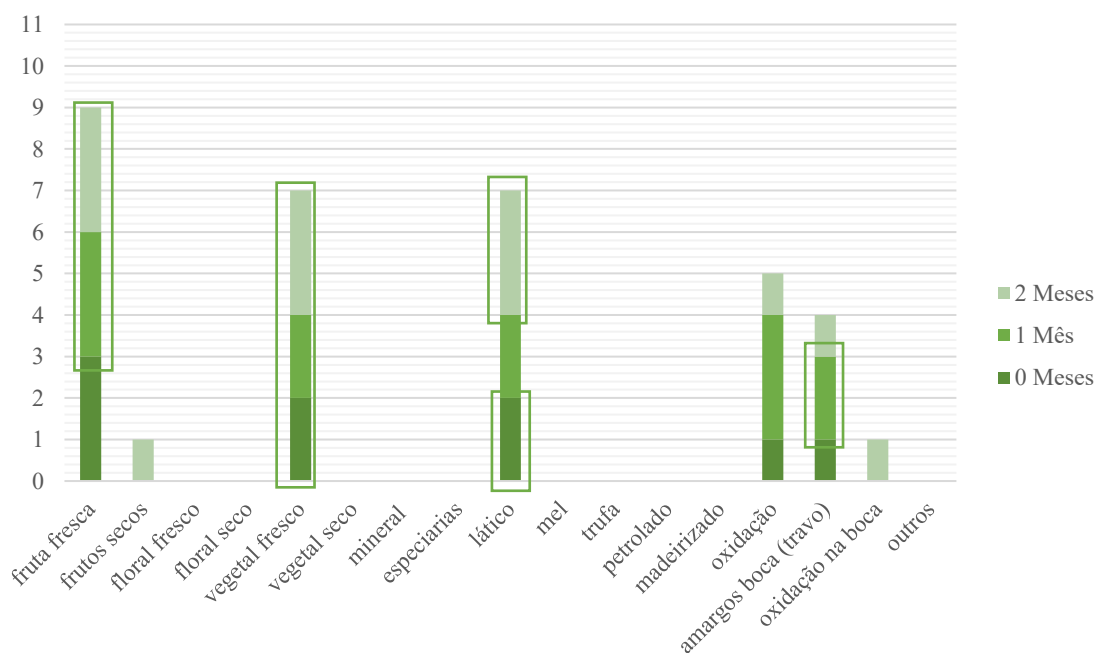


Figura 29-Resultados da Análise descritiva realizada para o vinho de 2019 “Soalheiro Nature”, sujeito a ensaios de envelhecimento forçado.

Relativamente ao vinho “Soalheiro Alvarinho” 2018 (**Figuras 30 e 31**), os descritores “fruta fresca” e “vegetal fresco” foram detetados em todos os momentos de análise, havendo uma diminuição de intensidade no último mês para os descritores “fruta fresca” e “vegetal fresco”. Detetou-se também no último mês um aroma a “frutos secos” mais intenso do que aquele detetado no mesmo período para o vinho de 2019. “Floral fresco” foi detetado apenas no primeiro mês de ensaios diminuindo significativamente após um mês de ensaio.

O perfil aromático deste vinho no último mês exibiu um acréscimo de descritores, associados à degradação aromática, algo que no vinho de 2019 não se detetou, no entanto estes descritores foram considerados de imperceptíveis. Aliás, o descritor “oxidação” no vinho de 2019 apenas foi detetado após dois meses de experiências enquanto no vinho de 2018 este descritor já era detetado logo no ponto inicial da experiência. Isto poderá indicar que o vinho de 2018 não tem uma resistência tão elevada à oxidação como o vinho de 2019.

O perfil aromático do vinho “Soalheiro Nature” de 2018 destaca-se dos restantes vinhos testados, pois inicialmente este é caracterizado por descritores associados à oxidação como por exemplo “mel”, “oxidação” e “amargos na boca”, permitindo tirar ilação que é um vinho aromaticamente menos apelativo do que por exemplo o vinho “Soalheiro Nature” de 2019. No final dos ensaios outros descritores como “petrolado” e “madeirizado” foram detetados. A existência do descritor “madeirizado” no perfil aromático de vinhos que não receberam nenhum

contacto com madeira pode ser justificado pela contribuição de compostos como o furfural e outros aldeídos furánicos que tendem a ser formados durante a oxidação de vinhos. Um aumento significativo deste composto foi visualizado num estudo aonde vinhos brancos foram sujeitos também a ensaios de envelhecimento forçado (71).

Seria interessante no futuro realizar uma análise aos componentes aromáticos para tentar justificar e perceber a evolução que sofrem e que justifiquem estes aromas observados nos vinhos.

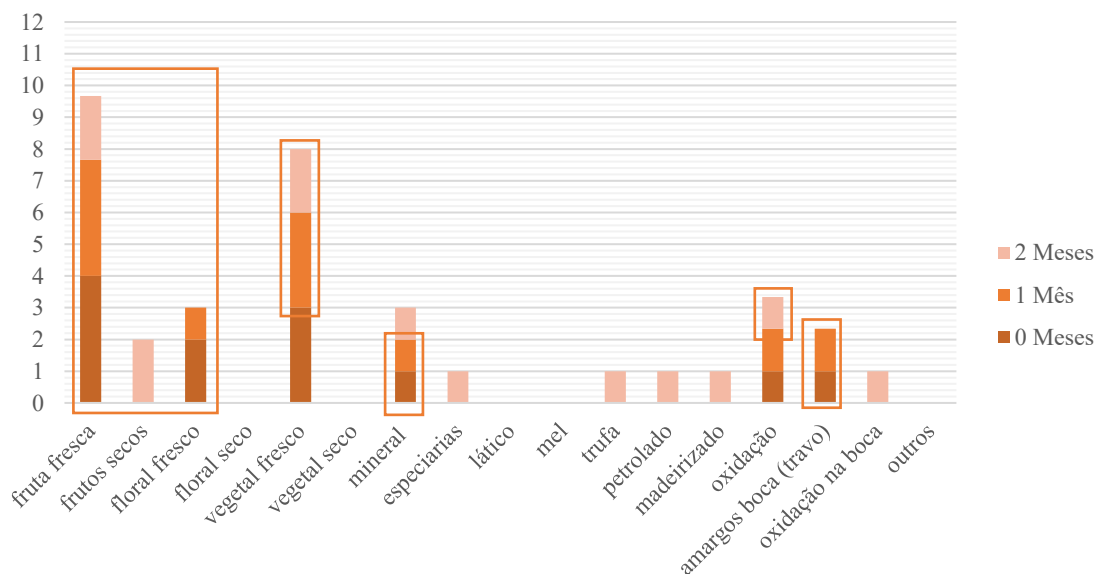


Figura 30-Resultados da Análise descritiva realizada para o vinho de 2018 “Soalheiro Alvarinho”, sujeito a ensaios de envelhecimento forçado.

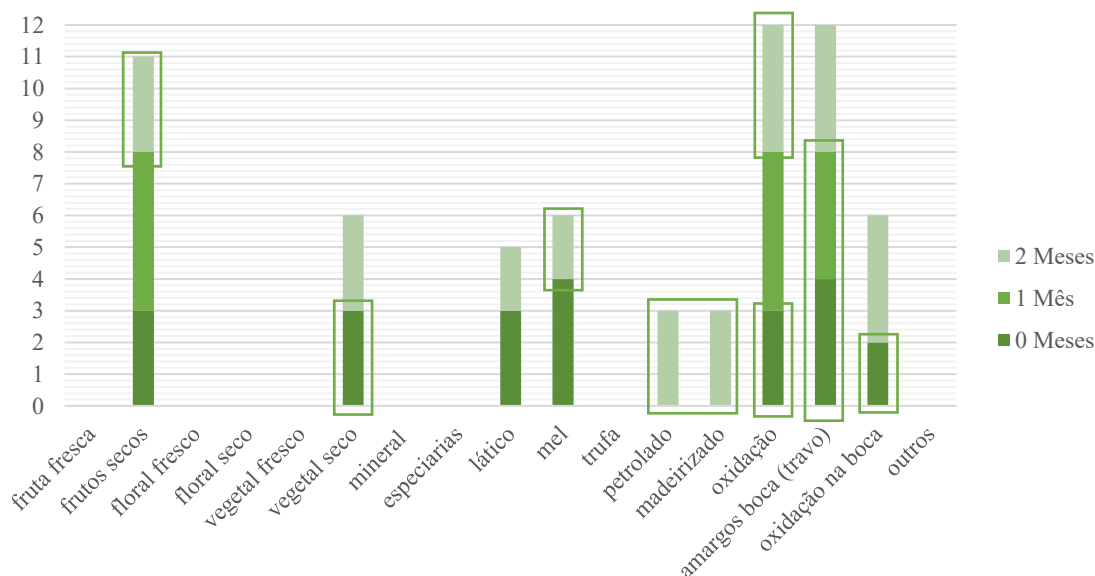


Figura 31-Resultados da Análise descritiva realizada para o vinho de 2018 “Soalheiro Nature”, sujeito a ensaios de envelhecimento forçado.

Comparando ambos os vinhos “Clássico” e “Nature” é observável um perfil aromático diferente para ambos os tipos, caracterizando-se o perfil aromático dos vinhos “Nature” por uma maior variedade de descritores associados à oxidação no final dos ensaios. No entanto o descritor “oxidação” não é detetado pelo segundo panelista externo à empresa, nos vinhos de 2019, refletindo-se também na possibilidade do consumidor não conseguir detetar a ligeira oxidação dos vinhos. O mesmo não poderá ser dito para o vinho Nature de 2018 cujos descritores associados à oxidação são percecionados pelo segundo panelista. O facto de aromaticamente os vinhos Clássico e Nature de 2019 não diferirem grandemente e não serem fortemente descritos por descritores associados à oxidação mas os vinhos de 2018 sim, tendo conteúdos superiores de polifenóis aos vinhos de 2019, poderá indicar que caso o IPT seja baixo em ambos os tipos de vinhos, o comportamento aromático não parece divergir significativamente, demonstrando uma resistência à degradação aromática semelhante.

Note-se que no vinho “Soalheiro Nature” do ano de 2018, para além da predominância de descritores associados à oxidação, também se deteta uma caracterização aromática bastante divergente do vinho “Soalheiro Alvarinho”, pois ao invés de serem caracterizados por descritores como “fruta fresca” e “vegetal fresco” são caracterizados por “frutos secos” e “vegetal seco”, o que não se verifica para os vinhos Nature de 2019. Esta observação demonstra um melhoramento da produção dos vinhos “Soalheiro Nature” no ano de 2019 pois apresentam-se em termos aromáticos mais semelhantes aos vinhos Clássico do que no ano de 2018.

# Conclusões Gerais

Este trabalho teve como principal força motriz caracterizar a evolução oxidativa de vinhos de vinificação normal (com adição de SO<sub>2</sub>) e natural (sem a adição de SO<sub>2</sub>). Para cumprir com este objetivo global, o trabalho foi dividido em duas partes. A parte I cujo objetivo foi a realização de uma análise vertical de modo a caracterizar a evolução natural em adega de um vinho de vinificação normal (Soalheiro Alvarinho) e outro de vinificação natural (Soalheiro Nature) em termos colorimétricos e aromáticos. A parte II teve como principal objetivo prever a evolução oxidativa de dois vinhos (Soalheiro Alvarinho e Nature) ao longo do tempo e comparar a longevidade e resistência entre ambos. Para isso os vinhos foram sujeitos a um envelhecimento forçado através de um período de incubação de dois meses a 50 °C. Após o tratamento e análise dos resultados foi possível tirar-se ilações quanto aos objetivos traçados.

Relativamente à parte I, em termos colorimétricos concluiu-se que globalmente os vinhos “Soalheiro Nature” possuíam valores de IPT e DO<sub>420nm</sub> superiores aos vinhos “Soalheiro Alvarinho” e apresentaram uma maior capacidade de preservação das coordenadas cromáticas (L\*, a\* e b\*). Conclui-se também que poderá existir uma correlação entre o IPT e o grau de acastanhamento dos vinhos, uma vez que os vinhos que possuíam um conteúdo de polifenóis total mais elevado foram aqueles que apresentaram um grau de acastanhamento superior (DO<sub>420nm</sub>). Isto foi verificado tanto nos vinhos “Soalheiro Alvarinho” como nos “Soalheiro Nature”.

Em termos aromáticos, verificou-se que para os vinhos “Soalheiro Alvarinho” os descritores associados à oxidação apenas foram percecionados nos vinhos de 2013 e mais velhos, enquanto que os vinhos “Soalheiro Nature” apresentaram descritores de oxidação já nos anos de 2018 e 2017.

Relativamente à parte II do trabalho foi possível concluir que os vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” do ano de colheita de 2019, possuem uma semelhante resistência à degradação cromática, pois apresentam uma velocidade de acastanhamento quase idêntica, principalmente no 1º mês de ensaios. O mesmo não se verificou para os vinhos de 2018, que eram caracterizados por possuírem um conteúdo polifenólico superior. Em relação à longevidade, não se pode concluir que esta seja parecida em ambos os tipos de vinhos pois o grau de acastanhamento atingido no final dos ensaios foi sempre inferior nos vinhos Clássico independentemente do ano de colheita.

Em relação à degradação aromática foi possível concluir que, caso os vinhos possuam um IPT baixo, a resistência à degradação aromática parece ser semelhante do ponto de vista do consumidor, como verificado para os vinhos de 2019. Contrariamente, os vinhos de 2018, que apresentavam conteúdos de polifenóis mais elevados, divergiram fortemente no seu perfil aromático, sendo descritos por descritores associados à oxidação.

Conclui-se então que, vinhos com e sem a adição de sulfitos, com conteúdos de polifenóis baixos, apresentam uma resistência à degradação cromática e aromática semelhante, a longo prazo.

Destaca-se a importância de garantir a produção de vinhos com baixo conteúdo polifenólico de modo a obter comportamentos semelhantes dos vinhos “Clássico” e “Nature” uma vez que nos vinhos de 2018, que comparativamente com 2019, possuíam IPT mais elevados, o comportamento em termos, tanto cromático como aromático, divergiram muito. Observou-se ainda uma evolução bastante favorável da composição do vinho “Nature” 2019, uma vez que cromaticamente apresentou maior resistência à oxidação do que o de 2018 e aromaticamente mais parecido com o vinho “Clássico” do mesmo ano.

Concluiu-se também que os testes de envelhecimento forçado poderão simular, em termos colorimétricos, o envelhecimento de um vinho ao fim de quatro anos na adega. Isto porque tanto para os vinhos de 2019 “Soalheiro Alvarinho” como “Soalheiro Nature”, que possuíam um IPT semelhante aos vinhos correspondentes de 2016, tinham após dois meses de envelhecimento forçado o mesmo grau de acastanhamento ( $DO_{420nm}$ ) que um vinho que foi envelhecido naturalmente na adega durante quatro anos (vinho de 2016).

# Trabalho Futuro

Num futuro próximo, seria de extrema importância tentar correlacionar quais os polifenóis responsáveis pelo maior acastanhamento dos vinhos, pois tal não conseguiu ser justificado pelo conteúdo de hidroxicinamatos e por isso uma caracterização polifenólica seria indispensável de se realizar. Seria igualmente importante realizar uma caracterização da composição aromática dos vinhos “Soalheiro Alvarinho” e “Soalheiro Nature” para justificar as mudanças e aparecimento dos diferentes descritores ao longo do tempo.

Adicionalmente, considerando que o IPT se encontra correlacionado com o grau de acastanhamento (parte I), controlando o IPT para valores semelhantes, tanto nos vinhos Clássico como no Nature, e considerando que os dois tipos de vinhos possuem uma velocidade de acastanhamento parecido, no futuro seria interessante perceber se seria possível ambos os tipos de vinhos atingirem-se valores de  $DO_{420nm}$  semelhantes e conseqüentemente uma longevidade semelhante.

Seria importante futuramente realizarem-se mais testes de modo a averiguar a veracidade de que os testes de envelhecimento forçado poderão mimetizar o envelhecimento forçado após quatro anos e verificar se é compatível para outros parâmetros. Tendo isto em consideração, também seria importante, através da realização de mais testes de envelhecimento forçado, fornecer um modelo matemático que permita fazer a previsão do estado dos vinhos no final de quatro anos.

# Apêndices

## 1. Parte I (Análise Vertical)

### 1.1 Análise Sumária

Tabela 8-Resultados da Análise Sumária realizada aos os vinhos “Soalheiro Alvarinho”.

		Análise Físico-Química														
		Título alcoométrico volumico adquirido (% vol.)	Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	Extrato seco total (g/dm <sup>3</sup> )	Extrato não redutor (g/dm <sup>3</sup> )	Açúcares totais (g/dm <sup>3</sup> )	Acidez total (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez volátil (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez fixa (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	pH	SO <sub>2</sub> Livre (mg/dm <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> Total (mg/dm <sup>3</sup> )	Título alcoométrico volumico total (%vol.)	Ácido L-málico (g/dm <sup>3</sup> )	Ácido tartárico (g/dm <sup>3</sup> )	Prova de estabilidade (alteração oxidásica)
Clássico	2019	12,3	0,9909	23,1±0,1	18,8±0,1	4,3	6,4	0,31±0,01	6,0	3,25±	16±5	89±2	12,6	3,5±0,1	1,5	Negativa
	2018	12,7	0,9914	25,3	19,9	5,4	7,4±0,1	0,47±0,01	6,8±0,1	3,12±	15±2	92±7	13,0	3,6±0,1	2,0	Negativa
	2017	12,4±0,2	0,9913±0,0004	24,2±0,5	19,0±0,1	5,2±0,5	6,9±0,1	0,39±0,03	6,4±0,1	3,15±	21±2	89±5	12,7±0,2	3,5±,	1,9±0,1	Negativa
	2016	12,8	0,9905	23,3±0,1	18,8±0,1	4,5±0,1	5,8	0,38±0,01	5,3	3,31±	27±8	98±4	13,1	2,5±0,1	1,8	Negativa
	2015	13,0	0,9906±0,0004	24,1±0,7	19,6±0,1	4,5±0,6	6,3±0,1	0,38±0,01	5,8±0,1	3,30±	29±7	120±4	13,2	3,2±0,2	1,9	Negativa

2014	12,9	0,9901	22,4	19,0±0,1	3,4±0,1	6,7±0,1	0,33±0,01	6,3±0,1	3,09±	38±5	107±3	13,1±	2,6±0,2	2,3	Negativa
2013	12,2	0,9890	17,6±0,1	16,1±0,1	1,5	5,5	0,59±0,01	4,8	3,43±	12±1	23±10	12,3	0,6±0,1	2,2	Negativa
2012	12,60	0,9892±0,0001	19,4±0,3	17,9±0,3	1,5	6,0	0,53±0,01	5,3±0,1	3,49±	13±3	24±16	12,7	0,9±0,1	2,3	Negativa
2011	12,5	0,9898±0,0002	20,5±0,7	19,0±0,7	1,5	6,5	0,64±0,07	5,7±0,1	3,49±	9	27±12	12,6	1,1±0,1	2,6	Negativa
2010	11,4	0,9902	18,5±0,2	17,0±0,2	1,5	4,4±0,1	0,46±0,01	3,8±0,1	3,56±	22±8	40±5	11,5	0,3	2,0	Negativa

## 1.2 Análise Estatística

### 1.2.1. Quantificação do conteúdo total polifenólico

“Soalheiro Alvarinho”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,997	9	20	,473

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18,436	9	2,048	1,981	,097
Within Groups	20,679	20	1,034		
Total	39,115	29			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	-1,076667	,830241	,943	-4,01664	1,86331
		2017	-,840000	,830241	,988	-3,77997	2,09997
		2016	,293333	,830241	1,000	-2,64664	3,23331
		2015	-1,956667	,830241	,398	-4,89664	,98331
	2019	2014	-1,540000	,830241	,696	-4,47997	1,39997
		2013	-,506667	,830241	1,000	-3,44664	2,43331
		2012	-1,216667	,830241	,890	-4,15664	1,72331
		2011	-2,146667	,830241	,285	-5,08664	,79331
		2010	-1,835000	,830241	,481	-4,77497	1,10497
		2019	1,076667	,830241	,943	-1,86331	4,01664
		2017	,236667	,830241	1,000	-2,70331	3,17664
		2016	1,370000	,830241	,809	-1,56997	4,30997
		2015	-,880000	,830241	,984	-3,81997	2,05997
	2018	2014	-,463333	,830241	1,000	-3,40331	2,47664
		2013	,570000	,830241	,999	-2,36997	3,50997
		2012	-,140000	,830241	1,000	-3,07997	2,79997
		2011	-1,070000	,830241	,945	-4,00997	1,86997
		2010	-,758333	,830241	,994	-3,69831	2,18164
		2019	,840000	,830241	,988	-2,09997	3,77997
		2018	-,236667	,830241	1,000	-3,17664	2,70331
		2016	1,133333	,830241	,924	-1,80664	4,07331
		2015	-1,116667	,830241	,930	-4,05664	1,82331
	2017	2014	-,700000	,830241	,997	-3,63997	2,23997
		2013	,333333	,830241	1,000	-2,60664	3,27331
		2012	-,376667	,830241	1,000	-3,31664	2,56331
		2011	-1,306667	,830241	,845	-4,24664	1,63331
		2010	-,995000	,830241	,964	-3,93497	1,94497
		2019	-,293333	,830241	1,000	-3,23331	2,64664
		2018	-1,370000	,830241	,809	-4,30997	1,56997
	2016	2017	-1,133333	,830241	,924	-4,07331	1,80664
	2015	-2,250000	,830241	,234	-5,18997	,68997	
	2014	-1,833333	,830241	,482	-4,77331	1,10664	
	2013	-,800000	,830241	,991	-3,73997	2,13997	

	2012	-1,510000	,830241	,717	-4,44997	1,42997
	2011	-2,440000	,830241	,158	-5,37997	,49997
	2010	-2,128333	,830241	,295	-5,06831	,81164
	2019	1,956667	,830241	,398	-,98331	4,89664
	2018	,880000	,830241	,984	-2,05997	3,81997
	2017	1,116667	,830241	,930	-1,82331	4,05664
	2016	2,250000	,830241	,234	-,68997	5,18997
2015	2014	,416667	,830241	1,000	-2,52331	3,35664
	2013	1,450000	,830241	,758	-1,48997	4,38997
	2012	,740000	,830241	,995	-2,19997	3,67997
	2011	-,190000	,830241	1,000	-3,12997	2,74997
	2010	,121667	,830241	1,000	-2,81831	3,06164
	2019	1,540000	,830241	,696	-1,39997	4,47997
	2018	,463333	,830241	1,000	-2,47664	3,40331
	2017	,700000	,830241	,997	-2,23997	3,63997
	2016	1,833333	,830241	,482	-1,10664	4,77331
2014	2015	-,416667	,830241	1,000	-3,35664	2,52331
	2013	1,033333	,830241	,955	-1,90664	3,97331
	2012	,323333	,830241	1,000	-2,61664	3,26331
	2011	-,606667	,830241	,999	-3,54664	2,33331
	2010	-,295000	,830241	1,000	-3,23497	2,64497
	2019	,506667	,830241	1,000	-2,43331	3,44664
	2018	-,570000	,830241	,999	-3,50997	2,36997
	2017	-,333333	,830241	1,000	-3,27331	2,60664
	2016	,800000	,830241	,991	-2,13997	3,73997
2013	2015	-1,450000	,830241	,758	-4,38997	1,48997
	2014	-1,033333	,830241	,955	-3,97331	1,90664
	2012	-,710000	,830241	,996	-3,64997	2,22997
	2011	-1,640000	,830241	,624	-4,57997	1,29997
	2010	-1,328333	,830241	,833	-4,26831	1,61164
	2019	1,216667	,830241	,890	-1,72331	4,15664
	2018	,140000	,830241	1,000	-2,79997	3,07997
	2017	,376667	,830241	1,000	-2,56331	3,31664
2012	2016	1,510000	,830241	,717	-1,42997	4,44997
	2015	-,740000	,830241	,995	-3,67997	2,19997
	2014	-,323333	,830241	1,000	-3,26331	2,61664
	2013	,710000	,830241	,996	-2,22997	3,64997
	2011	-,930000	,830241	,976	-3,86997	2,00997

	2010	-,618333	,830241	,999	-3,55831	2,32164
	2019	2,146667	,830241	,285	-,79331	5,08664
	2018	1,070000	,830241	,945	-1,86997	4,00997
	2017	1,306667	,830241	,845	-1,63331	4,24664
	2016	2,440000	,830241	,158	-,49997	5,37997
2011	2015	,190000	,830241	1,000	-2,74997	3,12997
	2014	,606667	,830241	,999	-2,33331	3,54664
	2013	1,640000	,830241	,624	-1,29997	4,57997
	2012	,930000	,830241	,976	-2,00997	3,86997
	2010	,311667	,830241	1,000	-2,62831	3,25164
	2019	1,835000	,830241	,481	-1,10497	4,77497
	2018	,758333	,830241	,994	-2,18164	3,69831
	2017	,995000	,830241	,964	-1,94497	3,93497
	2016	2,128333	,830241	,295	-,81164	5,06831
2010	2015	-,121667	,830241	1,000	-3,06164	2,81831
	2014	,295000	,830241	1,000	-2,64497	3,23497
	2013	1,328333	,830241	,833	-1,61164	4,26831
	2012	,618333	,830241	,999	-2,32164	3,55831
	2011	-,311667	,830241	1,000	-3,25164	2,62831

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,533	3	8	,130

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27,399	3	9,133	9,268	,006
Within Groups	7,883	8	,985		
Total	35,282	11			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	-3,028333*	,810525	,024	-5,62392	-,43275
	2019	2017	-3,261667*	,810525	,016	-5,85725	-,66608
		2016	-,266667	,810525	,987	-2,86225	2,32892
		2019	3,028333*	,810525	,024	,43275	5,62392
	2018	2017	-,233333	,810525	,991	-2,82892	2,36225
		2016	2,761667*	,810525	,038	,16608	5,35725
		2019	3,261667*	,810525	,016	,66608	5,85725
	2017	2018	,233333	,810525	,991	-2,36225	2,82892
		2016	2,995000*	,810525	,025	,39942	5,59058
		2019	,266667	,810525	,987	-2,32892	2,86225
	2016	2018	-2,761667*	,810525	,038	-5,35725	-,16608
		2017	-2,995000*	,810525	,025	-5,59058	-,39942

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 1.2.2. Hidroxicinamatos

“Soalheiro Alvarinho”

### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,205	9	20	,068

### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15,276	9	1,697	1,432	,240
Within Groups	23,699	20	1,185		
Total	38,974	29			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano		Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
--	---------	---------	--	------------	------	-------------------------

		Mean Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	2018	,926667	,888792	,985	-2,22064	4,07397	
	2017	-,890000	,888792	,989	-4,03731	2,25731	
	2016	-1,086667	,888792	,960	-4,23397	2,06064	
	2015	-,963333	,888792	,981	-4,11064	2,18397	
	2019	2014	,740000	,888792	,997	-2,40731	3,88731
	2013	,463333	,888792	1,000	-2,68397	3,61064	
	2012	-,673333	,888792	,999	-3,82064	2,47397	
	2011	-,670000	,888792	,999	-3,81731	2,47731	
	2010	-,690000	,888792	,998	-3,83731	2,45731	
	2019	-,926667	,888792	,985	-4,07397	2,22064	
	2017	-1,816667	,888792	,581	-4,96397	1,33064	
	2016	-2,013333	,888792	,449	-5,16064	1,13397	
	2015	-1,890000	,888792	,531	-5,03731	1,25731	
	2018	2014	-,186667	,888792	1,000	-3,33397	2,96064
	2013	-,463333	,888792	1,000	-3,61064	2,68397	
	2012	-1,600000	,888792	,728	-4,74731	1,54731	
	2011	-1,596667	,888792	,730	-4,74397	1,55064	
	2010	-1,616667	,888792	,717	-4,76397	1,53064	
	2019	,890000	,888792	,989	-2,25731	4,03731	
	2018	1,816667	,888792	,581	-1,33064	4,96397	
	2016	-,196667	,888792	1,000	-3,34397	2,95064	
	2015	-,073333	,888792	1,000	-3,22064	3,07397	
	2017	2014	1,630000	,888792	,708	-1,51731	4,77731
	2013	1,353333	,888792	,868	-1,79397	4,50064	
	2012	,216667	,888792	1,000	-2,93064	3,36397	
	2011	,220000	,888792	1,000	-2,92731	3,36731	
	2010	,200000	,888792	1,000	-2,94731	3,34731	
	2019	1,086667	,888792	,960	-2,06064	4,23397	
	2018	2,013333	,888792	,449	-1,13397	5,16064	
	2017	,196667	,888792	1,000	-2,95064	3,34397	
	2015	,123333	,888792	1,000	-3,02397	3,27064	
	2016	2014	1,826667	,888792	,575	-1,32064	4,97397
2013	1,550000	,888792	,760	-1,59731	4,69731		
2012	,413333	,888792	1,000	-2,73397	3,56064		
2011	,416667	,888792	1,000	-2,73064	3,56397		
2010	,396667	,888792	1,000	-2,75064	3,54397		
2015	2019	,963333	,888792	,981	-2,18397	4,11064	

		2018	1,890000	,888792	,531	-1,25731	5,03731
		2017	,073333	,888792	1,000	-3,07397	3,22064
		2016	-,123333	,888792	1,000	-3,27064	3,02397
		2014	1,703333	,888792	,659	-1,44397	4,85064
		2013	1,426667	,888792	,831	-1,72064	4,57397
		2012	,290000	,888792	1,000	-2,85731	3,43731
		2011	,293333	,888792	1,000	-2,85397	3,44064
		2010	,273333	,888792	1,000	-2,87397	3,42064
		2019	-,740000	,888792	,997	-3,88731	2,40731
		2018	,186667	,888792	1,000	-2,96064	3,33397
		2017	-1,630000	,888792	,708	-4,77731	1,51731
		2016	-1,826667	,888792	,575	-4,97397	1,32064
	2014	2015	-1,703333	,888792	,659	-4,85064	1,44397
		2013	-,276667	,888792	1,000	-3,42397	2,87064
		2012	-1,413333	,888792	,838	-4,56064	1,73397
		2011	-1,410000	,888792	,840	-4,55731	1,73731
		2010	-1,430000	,888792	,829	-4,57731	1,71731
		2019	-,463333	,888792	1,000	-3,61064	2,68397
		2018	,463333	,888792	1,000	-2,68397	3,61064
		2017	-1,353333	,888792	,868	-4,50064	1,79397
		2016	-1,550000	,888792	,760	-4,69731	1,59731
	2013	2015	-1,426667	,888792	,831	-4,57397	1,72064
		2014	,276667	,888792	1,000	-2,87064	3,42397
		2012	-1,136667	,888792	,947	-4,28397	2,01064
		2011	-1,133333	,888792	,948	-4,28064	2,01397
		2010	-1,153333	,888792	,943	-4,30064	1,99397
		2019	,673333	,888792	,999	-2,47397	3,82064
		2018	1,600000	,888792	,728	-1,54731	4,74731
		2017	-,216667	,888792	1,000	-3,36397	2,93064
		2016	-,413333	,888792	1,000	-3,56064	2,73397
	2012	2015	-,290000	,888792	1,000	-3,43731	2,85731
		2014	1,413333	,888792	,838	-1,73397	4,56064
		2013	1,136667	,888792	,947	-2,01064	4,28397
		2011	,003333	,888792	1,000	-3,14397	3,15064
		2010	-,016667	,888792	1,000	-3,16397	3,13064
		2019	,670000	,888792	,999	-2,47731	3,81731
	2011	2018	1,596667	,888792	,730	-1,55064	4,74397
		2017	-,220000	,888792	1,000	-3,36731	2,92731

	2016	-,416667	,888792	1,000	-3,56397	2,73064
	2015	-,293333	,888792	1,000	-3,44064	2,85397
	2014	1,410000	,888792	,840	-1,73731	4,55731
	2013	1,133333	,888792	,948	-2,01397	4,28064
	2012	-,003333	,888792	1,000	-3,15064	3,14397
	2010	-,020000	,888792	1,000	-3,16731	3,12731
	2019	,690000	,888792	,998	-2,45731	3,83731
	2018	1,616667	,888792	,717	-1,53064	4,76397
	2017	-,200000	,888792	1,000	-3,34731	2,94731
	2016	-,396667	,888792	1,000	-3,54397	2,75064
2010	2015	-,273333	,888792	1,000	-3,42064	2,87397
	2014	1,430000	,888792	,829	-1,71731	4,57731
	2013	1,153333	,888792	,943	-1,99397	4,30064
	2012	,016667	,888792	1,000	-3,13064	3,16397
	2011	,020000	,888792	1,000	-3,12731	3,16731

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,043	3	8	,051

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,315	3	2,105	1,873	,213
Within Groups	8,992	8	1,124		
Total	15,306	11			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	2019	2018	-,916667	,865621	,722	-3,68869	1,85536
		2017	-1,796667	,865621	,239	-4,56869	,97536

	2016	-1,713333	,865621	,271	-4,48536	1,05869
	2019	,916667	,865621	,722	-1,85536	3,68869
2018	2017	-,880000	,865621	,745	-3,65202	1,89202
	2016	-,796667	,865621	,795	-3,56869	1,97536
	2019	1,796667	,865621	,239	-,97536	4,56869
2017	2018	,880000	,865621	,745	-1,89202	3,65202
	2016	,083333	,865621	1,000	-2,68869	2,85536
	2019	1,713333	,865621	,271	-1,05869	4,48536
2016	2018	,796667	,865621	,795	-1,97536	3,56869
	2017	-,083333	,865621	1,000	-2,85536	2,68869

### 1.2.3. Caracterização cromática

#### 1.2.3.1 Determinação da densidade ótica a 420 nm

“Soalheiro Alvarinho”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,326	9	20	,003

#### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	59,981	9	7,898	,000
Brown-Forsythe	37,681	9	5,446	,000

a. Asymptotically F distributed.

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	-,029333*	,003496	,016	-,04989	-,00878

	2017	-,039000*	,003727	,006	-,05996	-,01804
	2016	-,048000*	,003091	,007	-,07060	-,02540
	2015	-,113333*	,012499	,047	-,22330	-,00336
	2014	-,143000*	,011757	,024	-,24498	-,04102
	2013	-,100333*	,007341	,010	-,15405	-,04661
	2012	-,183333	,032694	,143	-,50095	,13428
	2011	-,241333*	,011411	,007	-,33958	-,14309
	2010	-,223667*	,019351	,033	-,40563	-,04170
	2019	,029333*	,003496	,016	,00878	,04989
	2017	-,009667	,003145	,288	-,02735	,00802
	2016	-,018667*	,002357	,025	-,03353	-,00380
	2015	-,084000	,012338	,093	-,19862	,03062
2018	2014	-,113667*	,011585	,044	-,22043	-,00690
	2013	-,071000*	,007063	,032	-,12940	-,01260
	2012	-,154000	,032633	,196	-,47383	,16583
	2011	-,212000*	,011235	,011	-,31509	-,10891
	2010	-,194333*	,019247	,046	-,37978	-,00888
	2019	,039000*	,003727	,006	,01804	,05996
	2018	,009667	,003145	,288	-,00802	,02735
	2016	-,009000	,002687	,279	-,02726	,00926
	2015	-,074333	,012405	,116	-,18692	,03825
2017	2014	-,104000	,011657	,051	-,20865	,00065
	2013	-,061333*	,007180	,041	-,11746	-,00520
	2012	-,144333	,032658	,219	-,46323	,17457
	2011	-,202333*	,011309	,011	-,30328	-,10139
	2010	-,184667*	,019290	,050	-,36863	-,00070
	2019	,048000*	,003091	,007	,02540	,07060
	2018	,018667*	,002357	,025	,00380	,03353
	2017	,009000	,002687	,279	-,00926	,02726
	2015	-,065333	,012229	,155	-,18356	,05290
2016	2014	-,095000	,011470	,067	-,20555	,01555
	2013	-,052333	,006872	,074	-,11567	,01100
	2012	-,135333	,032592	,245	-,45666	,18600
	2011	-,193333*	,011116	,015	-,30029	-,08638
	2010	-,175667	,019178	,057	-,36359	,01226
	2019	,113333*	,012499	,047	,00336	,22330
2015	2018	,084000	,012338	,093	-,03062	,19862
	2017	,074333	,012405	,116	-,03825	,18692

	2016	,065333	,012229	,155	-,05290	,18356
	2014	-,029667	,016680	,731	-,12219	,06286
	2013	,013000	,013924	,980	-,07728	,10328
	2012	-,070000	,034769	,649	-,33678	,19678
	2011	-,128000*	,016438	,015	-,21945	-,03655
	2010	-,110333	,022681	,098	-,24933	,02867
	2019	,143000*	,011757	,024	,04102	,24498
	2018	,113667*	,011585	,044	,00690	,22043
	2017	,104000	,011657	,051	-,00065	,20865
	2016	,095000	,011470	,067	-,01555	,20555
2014	2015	,029667	,016680	,731	-,06286	,12219
	2013	,042667	,013262	,286	-,04096	,12629
	2012	-,040333	,034509	,932	-,31149	,23083
	2011	-,098333*	,015882	,034	-,18627	-,01039
	2010	-,080667	,022281	,219	-,22088	,05955
	2019	,100333*	,007341	,010	,04661	,15405
	2018	,071000*	,007063	,032	,01260	,12940
	2017	,061333*	,007180	,041	,00520	,11746
	2016	,052333	,006872	,074	-,01100	,11567
2013	2015	-,013000	,013924	,980	-,10328	,07728
	2014	-,042667	,013262	,286	-,12629	,04096
	2012	-,083000	,033265	,511	-,38238	,21638
	2011	-,141000*	,012957	,009	-,22163	-,06037
	2010	-,123333	,020301	,090	-,28232	,03565
	2019	,183333	,032694	,143	-,13428	,50095
	2018	,154000	,032633	,196	-,16583	,47383
	2017	,144333	,032658	,219	-,17457	,46323
	2016	,135333	,032592	,245	-,18600	,45666
2012	2015	,070000	,034769	,649	-,19678	,33678
	2014	,040333	,034509	,932	-,23083	,31149
	2013	,083000	,033265	,511	-,21638	,38238
	2011	-,058000	,034393	,768	-,33126	,21526
	2010	-,040333	,037777	,961	-,27948	,19881
	2019	,241333*	,011411	,007	,14309	,33958
	2018	,212000*	,011235	,011	,10891	,31509
2011	2017	,202333*	,011309	,011	,10139	,30328
	2016	,193333*	,011116	,015	,08638	,30029
	2015	,128000*	,016438	,015	,03655	,21945

	2014	,098333*	,015882	,034	,01039	,18627
	2013	,141000*	,012957	,009	,06037	,22163
	2012	,058000	,034393	,768	-,21526	,33126
	2010	,017667	,022101	,992	-,12330	,15864
	2019	,223667*	,019351	,033	,04170	,40563
	2018	,194333*	,019247	,046	,00888	,37978
	2017	,184667*	,019290	,050	,00070	,36863
	2016	,175667	,019178	,057	-,01226	,36359
2010	2015	,110333	,022681	,098	-,02867	,24933
	2014	,080667	,022281	,219	-,05955	,22088
	2013	,123333	,020301	,090	-,03565	,28232
	2012	,040333	,037777	,961	-,19881	,27948
	2011	-,017667	,022101	,992	-,15864	,12330

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,494	3	8	,070

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,038	3	,013	154,553	,000
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,039	11			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	2019	2018	-,141000*	,007379	,000	-,16463	-,11737
		2017	-,127667*	,007379	,000	-,15130	-,10404

	2016		-,063667*	,007379	,000	-,08730	-,04004
	2019		,141000*	,007379	,000	,11737	,16463
2018	2017		,013333	,007379	,337	-,01030	,03696
	2016		,077333*	,007379	,000	,05370	,10096
	2019		,127667*	,007379	,000	,10404	,15130
2017	2018		-,013333	,007379	,337	-,03696	,01030
	2016		,064000*	,007379	,000	,04037	,08763
	2019		,063667*	,007379	,000	,04004	,08730
2016	2018		-,077333*	,007379	,000	-,10096	-,05370
	2017		-,064000*	,007379	,000	-,08763	-,04037

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 1.2.3.2 Análise Espectral

- L\*

“Soalheiro Alvarinho”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,673	9	20	,002

#### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	12,353	9	7,861	,001
Brown-Forsythe	9,254	9	5,442	,009

a. Asymptotically F distributed.

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	,300000	,214683	,866	-1,53135	2,13135
		2017	,430000	,213125	,653	-1,44055	2,30055
		2016	,570000	,209497	,461	-1,40749	2,54749

		2015	1,386667	,418715	,272	-1,29856	4,07189
		2014	1,626667	,313829	,064	-,12586	3,37920
		2013	1,063333	,251087	,136	-,43474	2,56141
		2012	2,270000	,876787	,483	-5,37904	9,91904
		2011	3,223333*	,351347	,011	1,17522	5,27145
		2010	2,683333	,511023	,108	-,97309	6,33976
		2019	-,300000	,214683	,866	-2,13135	1,53135
		2017	,130000	,074087	,741	-,28343	,54343
		2016	,270000	,062893	,154	-,14504	,68504
		2015	1,086667	,367952	,409	-2,36496	4,53829
	2018	2014	1,326667	,241983	,132	-,79950	3,45283
		2013	,763333	,152023	,129	-,38177	1,90844
		2012	1,970000	,853711	,571	-6,38987	10,32987
		2011	2,923333*	,288983	,040	,29671	5,54996
		2010	2,383333	,470331	,169	-2,11889	6,88555
		2019	-,430000	,213125	,653	-2,30055	1,44055
		2018	-,130000	,074087	,741	-,54343	,28343
		2016	,140000	,057349	,483	-,21904	,49904
		2015	,956667	,367045	,488	-2,52470	4,43804
	2017	2014	1,196667	,240601	,164	-,96741	3,36074
		2013	,633333	,149815	,197	-,54780	1,81447
		2012	1,840000	,853320	,615	-6,53414	10,21414
		2011	2,793333*	,287827	,045	,13185	5,45482
		2010	2,253333	,469622	,188	-2,27338	6,78005
		2019	-,570000	,209497	,461	-2,54749	1,40749
		2018	-,270000	,062893	,154	-,68504	,14504
		2017	-,140000	,057349	,483	-,49904	,21904
		2015	,816667	,364951	,590	-2,73713	4,37046
	2016	2014	1,056667	,237393	,212	-1,20704	3,32038
		2013	,493333	,144607	,321	-,80640	1,79307
		2012	1,700000	,852421	,666	-6,70730	10,10730
		2011	2,653333	,285151	,054	-,09614	5,40280
		2010	2,113333	,467986	,212	-2,47171	6,69837
		2019	-1,386667	,418715	,272	-4,07189	1,29856
		2018	-1,086667	,367952	,409	-4,53829	2,36496
	2015	2017	-,956667	,367045	,488	-4,43804	2,52470
		2016	-,816667	,364951	,590	-4,37046	2,73713
		2014	,240000	,433346	,999	-2,39683	2,87683

	2013	-,323333	,390313	,988	-3,27176	2,62510
	2012	,883333	,926313	,975	-5,85532	7,62199
	2011	1,836667	,461242	,151	-,80311	4,47644
	2010	1,296667	,591983	,562	-2,09235	4,68568
	2019	-1,626667	,313829	,064	-3,37920	,12586
	2018	-1,326667	,241983	,132	-3,45283	,79950
	2017	-1,196667	,240601	,164	-3,36074	,96741
	2016	-1,056667	,237393	,212	-3,32038	1,20704
2014	2015	-,240000	,433346	,999	-2,87683	2,39683
	2013	-,563333	,274793	,624	-2,28663	1,15996
	2012	,643333	,883868	,994	-6,83189	8,11856
	2011	1,596667	,368661	,115	-,48274	3,67608
	2010	1,056667	,523078	,640	-2,48370	4,59703
	2019	-1,063333	,251087	,136	-2,56141	,43474
	2018	-,763333	,152023	,129	-1,90844	,38177
	2017	-,633333	,149815	,197	-1,81447	,54780
	2016	-,493333	,144607	,321	-1,79307	,80640
2013	2015	,323333	,390313	,988	-2,62510	3,27176
	2014	,563333	,274793	,624	-1,15996	2,28663
	2012	1,206667	,863584	,864	-6,81901	9,23235
	2011	2,160000*	,316965	,050	,00474	4,31526
	2010	1,620000	,488023	,321	-2,40133	5,64133
	2019	-2,270000	,876787	,483	-9,91904	5,37904
	2018	-1,970000	,853711	,571	-10,32987	6,38987
	2017	-1,840000	,853320	,615	-10,21414	6,53414
	2016	-1,700000	,852421	,666	-10,10730	6,70730
2012	2015	-,883333	,926313	,975	-7,62199	5,85532
	2014	-,643333	,883868	,994	-8,11856	6,83189
	2013	-1,206667	,863584	,864	-9,23235	6,81901
	2011	,953333	,897874	,955	-6,22673	8,13340
	2010	,413333	,971534	1,000	-5,92433	6,75100
	2019	-3,223333*	,351347	,011	-5,27145	-1,17522
	2018	-2,923333*	,288983	,040	-5,54996	-,29671
	2017	-2,793333*	,287827	,045	-5,45482	-,13185
2011	2016	-2,653333	,285151	,054	-5,40280	,09614
	2015	-1,836667	,461242	,151	-4,47644	,80311
	2014	-1,596667	,368661	,115	-3,67608	,48274
	2013	-2,160000*	,316965	,050	-4,31526	-,00474

	2012	-,953333	,897874	,955	-8,13340	6,22673
	2010	-,540000	,546413	,974	-3,95181	2,87181
	2019	-2,683333	,511023	,108	-6,33976	,97309
	2018	-2,383333	,470331	,169	-6,88555	2,11889
	2017	-2,253333	,469622	,188	-6,78005	2,27338
	2016	-2,113333	,467986	,212	-6,69837	2,47171
2010	2015	-1,296667	,591983	,562	-4,68568	2,09235
	2014	-1,056667	,523078	,640	-4,59703	2,48370
	2013	-1,620000	,488023	,321	-5,64133	2,40133
	2012	-,413333	,971534	1,000	-6,75100	5,92433
	2011	,540000	,546413	,974	-2,87181	3,95181

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,669	3	8	,063

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,427	3	2,142	9,433	,005
Within Groups	1,817	8	,227		
Total	8,244	11			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	2,06667*	,389109	,003	,82060	3,31273
	2019	2017	,956667	,389109	,142	-,28940	2,20273
		2016	,946667	,389109	,148	-,29940	2,19273
	2018	2019	-2,06667*	,389109	,003	-3,31273	-,82060
		2017	-1,110000	,389109	,082	-2,35606	,13606

	2016	-1,120000	,389109	,079	-2,36606	,12606
	2019	-,956667	,389109	,142	-2,20273	,28940
2017	2018	1,110000	,389109	,082	-,13606	2,35606
	2016	-,010000	,389109	1,000	-1,25606	1,23606
	2019	-,946667	,389109	,148	-2,19273	,29940
2016	2018	1,120000	,389109	,079	-,12606	2,36606
	2017	,010000	,389109	1,000	-1,23606	1,25606

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- a\*

### “Soalheiro Alvarinho”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,705	9	20	,007

#### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	10064,189	9	8,046	,000
Brown-Forsythe	34051,998	9	5,764	,000

a. Asymptotically F distributed.

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	,293333	,076739	,212	-,23217	,81884
		2017	,286667	,082731	,232	-,21157	,78491
		2016	,340000	,079303	,148	-,16842	,84842
		2015	,903333	,177357	,120	-,39391	2,20058
		2014	1,303333*	,123648	,008	,56094	2,04572
		2013	,990000*	,078881	,007	,47942	1,50058
		2012	1,360000	,396765	,323	-2,30034	5,02034
		2011	1,200000*	,165999	,047	,02581	2,37419

		2010	-98,356667*	,263544	,000	-100,59783	-96,11551
		2019	-,293333	,076739	,212	-,81884	,23217
		2017	-,006667	,056960	1,000	-,33774	,32440
		2016	,046667	,051854	,986	-,24391	,33724
		2015	,610000	,166900	,287	-,89302	2,11302
	2018	2014	1,010000*	,108115	,035	,14240	1,87760
		2013	,696667*	,051208	,002	,41068	,98265
		2012	1,066667	,392202	,464	-2,74486	4,87819
		2011	,906667	,154776	,118	-,46719	2,28052
		2010	-98,650000*	,256623	,000	-101,08694	-96,21306
		2019	-,286667	,082731	,232	-,78491	,21157
		2018	,006667	,056960	1,000	-,32440	,33774
		2016	,053333	,060369	,988	-,28517	,39183
		2015	,616667	,169738	,278	-,81346	2,04680
	2017	2014	1,016667*	,112448	,027	,21381	1,81952
		2013	,703333*	,059815	,004	,36661	1,04005
		2012	1,073333	,393418	,461	-2,69566	4,84233
		2011	,913333	,157833	,108	-,38674	2,21341
		2010	-98,643333*	,258478	,000	-101,02105	-96,26562
		2019	-,340000	,079303	,148	-,84842	,16842
		2018	-,046667	,051854	,986	-,33724	,24391
		2017	-,053333	,060369	,988	-,39183	,28517
		2015	,563333	,168094	,326	-,90709	2,03375
	2016	2014	,963333*	,109949	,035	,12739	1,79927
		2013	,650000*	,054975	,003	,34568	,95432
		2012	1,020000	,392711	,493	-2,77350	4,81350
		2011	,860000	,156063	,127	-,48052	2,20052
		2010	-98,696667*	,257402	,000	-101,10809	-96,28524
		2019	-,903333	,177357	,120	-2,20058	,39391
		2018	-,610000	,166900	,287	-2,11302	,89302
		2017	-,616667	,169738	,278	-2,04680	,81346
		2016	-,563333	,168094	,326	-2,03375	,90709
	2015	2014	,400000	,193017	,614	-,78854	1,58854
		2013	,086667	,167895	,999	-1,38897	1,56230
		2012	,456667	,423543	,954	-2,65099	3,56433
		2011	,296667	,222536	,901	-,93918	1,53251
		2010	-99,260000*	,302361	,000	-101,10544	-97,41456
	2014	2019	-1,303333*	,123648	,008	-2,04572	-,56094

	2018	-1,010000*	,108115	,035	-1,87760	-,14240
	2017	-1,016667*	,112448	,027	-1,81952	-,21381
	2016	-,963333*	,109949	,035	-1,79927	-,12739
	2015	-,400000	,193017	,614	-1,58854	,78854
	2013	-,313333	,109646	,400	-1,15404	,52737
	2012	,056667	,404008	1,000	-3,40512	3,51845
	2011	-,103333	,182635	,999	-1,19449	,98782
	2010	-99,660000*	,274327	,000	-101,70224	-97,61776
	2019	-,990000*	,078881	,007	-1,50058	-,47942
	2018	-,696667*	,051208	,002	-,98265	-,41068
	2017	-,703333*	,059815	,004	-1,04005	-,36661
	2016	-,650000*	,054975	,003	-,95432	-,34568
2013	2015	-,086667	,167895	,999	-1,56230	1,38897
	2014	,313333	,109646	,400	-,52737	1,15404
	2012	,370000	,392626	,971	-3,42648	4,16648
	2011	,210000	,155849	,881	-1,13581	1,55581
	2010	-99,346667*	,257272	,000	-101,76227	-96,93106
	2019	-1,360000	,396765	,323	-5,02034	2,30034
	2018	-1,066667	,392202	,464	-4,87819	2,74486
	2017	-1,073333	,393418	,461	-4,84233	2,69566
	2016	-1,020000	,392711	,493	-4,81350	2,77350
2012	2015	-,456667	,423543	,954	-3,56433	2,65099
	2014	-,056667	,404008	1,000	-3,51845	3,40512
	2013	-,370000	,392626	,971	-4,16648	3,42648
	2011	-,160000	,418914	1,000	-3,33273	3,01273
	2010	-99,716667*	,466250	,000	-102,54781	-96,88553
	2019	-1,200000*	,165999	,047	-2,37419	-,02581
	2018	-,906667	,154776	,118	-2,28052	,46719
	2017	-,913333	,157833	,108	-2,21341	,38674
	2016	-,860000	,156063	,127	-2,20052	,48052
2011	2015	-,296667	,222536	,901	-1,53251	,93918
	2014	,103333	,182635	,999	-,98782	1,19449
	2013	-,210000	,155849	,881	-1,55581	1,13581
	2012	,160000	,418914	1,000	-3,01273	3,33273
	2010	-99,556667*	,295842	,000	-101,42137	-97,69196
	2019	98,356667*	,263544	,000	96,11551	100,59783
2010	2018	98,650000*	,256623	,000	96,21306	101,08694
	2017	98,643333*	,258478	,000	96,26562	101,02105

2016	98,696667*	,257402	,000	96,28524	101,10809
2015	99,260000*	,302361	,000	97,41456	101,10544
2014	99,660000*	,274327	,000	97,61776	101,70224
2013	99,346667*	,257272	,000	96,93106	101,76227
2012	99,716667*	,466250	,000	96,88553	102,54781
2011	99,556667*	,295842	,000	97,69196	101,42137

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,357	3	8	,323

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,410	3	,137	7,030	,012
Within Groups	,156	8	,019		
Total	,566	11			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	2019	2018	,380000*	,113896	,041	,01527	,74473
		2017	,500000*	,113896	,010	,13527	,86473
		2016	,320000	,113896	,087	-,04473	,68473
	2018	2019	-,380000*	,113896	,041	-,74473	-,01527
		2017	,120000	,113896	,725	-,24473	,48473
		2016	-,060000	,113896	,950	-,42473	,30473
	2017	2019	-,500000*	,113896	,010	-,86473	-,13527
		2018	-,120000	,113896	,725	-,48473	,24473
		2016	-,180000	,113896	,440	-,54473	,18473

	2019	-,320000	,113896	,087	-,68473	,04473
2016	2018	,060000	,113896	,950	-,30473	,42473
	2017	,180000	,113896	,440	-,18473	,54473

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- b\*

### “Soalheiro Alvarinho”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,025	9	20	,005

#### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	158,326	9	7,897	,000
Brown-Forsythe	42,683	9	5,865	,000

a. Asymptotically F distributed.

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	-2,140000*	,109341	,001	-2,77817	-1,50183
		2017	-2,763333*	,231036	,022	-4,69151	-,83515
		2016	-3,316667*	,082798	,000	-3,78633	-2,84700
		2015	-7,900000*	,715045	,039	-14,83814	-,96186
		2014	-10,210000*	,822773	,031	-18,23081	-2,18919
	2018	2013	-6,776667*	,504865	,025	-11,58331	-1,97002
		2012	-12,286667	1,985335	,121	-31,87504	7,30171
		2011	-16,270000*	,727660	,009	-23,33517	-9,20483
		2010	-14,643333*	1,195845	,032	-26,39039	-2,89627
		2019	2,140000*	,109341	,001	1,50183	2,77817
	2018	2017	-,623333	,238840	,458	-2,41093	1,16426

		2016	-1,176667*	,102578	,008	-1,82534	-,52799
		2015	-5,760000	,717604	,070	-12,60930	1,08930
		2014	-8,070000*	,824998	,048	-16,01213	-,12787
		2013	-4,636667	,508484	,051	-9,32690	,05357
		2012	-10,146667	1,986258	,171	-29,70082	9,40749
		2011	-14,130000*	,730175	,012	-21,10764	-7,15236
		2010	-12,503333*	1,197377	,044	-24,19456	-,81210
		2019	2,763333*	,231036	,022	,83515	4,69151
		2018	,623333	,238840	,458	-1,16426	2,41093
		2016	-,553333	,227913	,527	-2,55744	1,45078
		2015	-5,136667	,745907	,073	-11,23096	,95762
	2017	2014	-7,446667*	,849732	,047	-14,67453	-,21880
		2013	-4,013333*	,547702	,047	-7,93573	-,09094
		2012	-9,523333	1,996658	,189	-28,70580	9,65913
		2011	-13,506667*	,758009	,008	-19,73358	-7,27975
		2010	-11,880000*	1,214551	,044	-23,00439	-,75561
		2019	3,316667*	,082798	,000	2,84700	3,78633
		2018	1,176667*	,102578	,008	,52799	1,82534
		2017	,553333	,227913	,527	-1,45078	2,55744
		2015	-4,583333	,714042	,112	-11,55742	2,39075
	2016	2014	-6,893333	,821902	,068	-14,94572	1,15905
		2013	-3,460000	,503444	,097	-8,31540	1,39540
		2012	-8,970000	1,984974	,213	-28,57182	10,63182
		2011	-12,953333*	,726674	,015	-20,05388	-5,85279
		2010	-11,326667	1,195245	,054	-23,09582	,44249
		2019	7,900000*	,715045	,039	,96186	14,83814
		2018	5,760000	,717604	,070	-1,08930	12,60930
		2017	5,136667	,745907	,073	-,95762	11,23096
		2016	4,583333	,714042	,112	-2,39075	11,55742
	2015	2014	-2,310000	1,086258	,585	-8,38868	3,76868
		2013	1,123333	,870568	,911	-4,01684	6,26350
		2012	-4,386667	2,108211	,626	-20,80700	12,03366
		2011	-8,370000*	1,016115	,012	-13,99422	-2,74578
		2010	-6,743333	1,390340	,104	-15,49026	2,00360
		2019	10,210000*	,822773	,031	2,18919	18,23081
	2014	2018	8,070000*	,824998	,048	,12787	16,01213
		2017	7,446667*	,849732	,047	,21880	14,67453
		2016	6,893333	,821902	,068	-1,15905	14,94572

		2015	2,310000	1,086258	,585	-3,76868	8,38868
		2013	3,433333	,961018	,223	-2,55408	9,42074
		2012	-2,076667	2,147143	,973	-17,90746	13,75412
		2011	-6,060000	1,094603	,051	-12,16961	,04961
		2010	-4,433333	1,448693	,305	-13,05677	4,19010
		2019	6,776667*	,504865	,025	1,97002	11,58331
		2018	4,636667	,508484	,051	-,05357	9,32690
		2017	4,013333*	,547702	,047	,09094	7,93573
		2016	3,460000	,503444	,097	-1,39540	8,31540
2013		2015	-1,123333	,870568	,911	-6,26350	4,01684
		2014	-3,433333	,961018	,223	-9,42074	2,55408
		2012	-5,510000	2,046498	,456	-23,21794	12,19794
		2011	-9,493333*	,880959	,007	-14,72667	-4,25999
		2010	-7,866667	1,294853	,079	-17,35732	1,62399
		2019	12,286667	1,985335	,121	-7,30171	31,87504
		2018	10,146667	1,986258	,171	-9,40749	29,70082
		2017	9,523333	1,996658	,189	-9,65913	28,70580
		2016	8,970000	1,984974	,213	-10,63182	28,57182
2012		2015	4,386667	2,108211	,626	-12,03366	20,80700
		2014	2,076667	2,147143	,973	-13,75412	17,90746
		2013	5,510000	2,046498	,456	-12,19794	23,21794
		2011	-3,983333	2,112524	,695	-20,33097	12,36431
		2010	-2,356667	2,315882	,969	-16,87143	12,15810
		2019	16,270000*	,727660	,009	9,20483	23,33517
		2018	14,130000*	,730175	,012	7,15236	21,10764
		2017	13,506667*	,758009	,008	7,27975	19,73358
		2016	12,953333*	,726674	,015	5,85279	20,05388
2011		2015	8,370000*	1,016115	,012	2,74578	13,99422
		2014	6,060000	1,094603	,051	-,04961	12,16961
		2013	9,493333*	,880959	,007	4,25999	14,72667
		2012	3,983333	2,112524	,695	-12,36431	20,33097
		2010	1,626667	1,396870	,941	-7,09690	10,35023
		2019	14,643333*	1,195845	,032	2,89627	26,39039
		2018	12,503333*	1,197377	,044	,81210	24,19456
		2017	11,880000*	1,214551	,044	,75561	23,00439
2010		2016	11,326667	1,195245	,054	-,44249	23,09582
		2015	6,743333	1,390340	,104	-2,00360	15,49026
		2014	4,433333	1,448693	,305	-4,19010	13,05677

2013	7,866667	1,294853	,079	-1,62399	17,35732
2012	2,356667	2,315882	,969	-12,15810	16,87143
2011	-1,626667	1,396870	,941	-10,35023	7,09690

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### “Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,738	3	8	,014

#### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1515,278	3	3,830	,000
Brown-Forsythe	392,420	3	3,414	,000

a. Asymptotically F distributed.

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Games-Howell		2018	-8,510000*	,113822	,000	-9,07704	-7,94296	
		2019	-9,016667*	,371603	,004	-11,49417	-6,53917	
		2016	-3,940000*	,193362	,003	-5,11169	-2,76831	
		2019	8,510000*	,113822	,000	7,94296	9,07704	
		2018	2017	-,506667	,382390	,622	-2,79061	1,77727
			2016	4,570000*	,213359	,001	3,56435	5,57565
			2019	9,016667*	,371603	,004	6,53917	11,49417
		2017	2018	,506667	,382390	,622	-1,77727	2,79061
			2016	5,076667*	,413105	,004	3,06763	7,08570
			2019	3,940000*	,193362	,003	2,76831	5,11169
		2016	2018	-4,570000*	,213359	,001	-5,57565	-3,56435
			2017	-5,076667*	,413105	,004	-7,08570	-3,06763

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- C\*ab

“Soalheiro Alvarinho”

**Test of Homogeneity of Variances**

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,015	9	20	,005

**Robust Tests of Equality of Means**

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	165,318	9	7,915	,000
Brown-Forsythe	45,577	9	5,887	,000

a. Asymptotically F distributed.

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell		2018	-2,163333 <sup>*</sup>	,103709	,001	-2,76548	-1,56118
		2017	-2,776667 <sup>*</sup>	,235466	,024	-4,77731	-,77602
		2016	-3,333333 <sup>*</sup>	,082597	,000	-3,79399	-2,87268
		2015	-7,953333 <sup>*</sup>	,689823	,036	-14,64826	-1,25840
	2019	2014	-10,293333 <sup>*</sup>	,796213	,029	-18,05725	-2,52942
		2013	-6,846667 <sup>*</sup>	,500711	,024	-11,62543	-2,06791
		2012	-12,376667	1,927238	,113	-31,39298	6,63964
		2011	-16,303333 <sup>*</sup>	,710180	,009	-23,20317	-9,40349
	2018	2010	-14,723333 <sup>*</sup>	1,161962	,030	-26,13960	-3,30707
		2019	2,163333 <sup>*</sup>	,103709	,001	1,56118	2,76548
		2017	-,613333	,242028	,483	-2,48348	1,25681
		2016	-1,170000 <sup>*</sup>	,099778	,006	-1,77323	-,56677
	2015	-5,790000	,692090	,065	-12,40603	,82603	
	2014	-8,130000 <sup>*</sup>	,798178	,045	-15,82427	-,43573	

		2013	-4,683333*	,503830	,050	-9,36044	-,00622
		2012	-10,213333	1,928050	,161	-29,19950	8,77283
		2011	-14,140000*	,712383	,011	-20,96288	-7,31712
		2010	-12,560000*	1,163309	,041	-23,92710	-1,19290
		2019	2,776667*	,235466	,024	,77602	4,77731
		2018	,613333	,242028	,483	-1,25681	2,48348
		2016	-,556667	,233762	,540	-2,59961	1,48628
		2015	-5,176667	,723656	,065	-10,97632	,62299
	2017	2014	-7,516667*	,825698	,042	-14,43404	-,59930
		2013	-4,070000*	,546382	,044	-7,93029	-,20971
		2012	-9,600000	1,939605	,177	-28,17490	8,97490
		2011	-13,526667*	,743087	,007	-19,53971	-7,51363
		2010	-11,946667*	1,182361	,040	-22,69151	-1,20182
		2019	3,333333*	,082597	,000	2,87268	3,79399
		2018	1,170000*	,099778	,006	,56677	1,77323
		2017	,556667	,233762	,540	-1,48628	2,59961
		2015	-4,620000	,689243	,103	-11,33566	2,09566
	2016	2014	-6,960000	,795711	,062	-14,74208	,82208
		2013	-3,513333	,499911	,092	-8,31949	1,29282
		2012	-9,043333	1,927030	,199	-28,06737	9,98070
		2011	-12,970000*	,709616	,014	-19,89003	-6,04997
		2010	-11,390000	1,161618	,050	-22,81895	,03895
		2019	7,953333*	,689823	,036	1,25840	14,64826
		2018	5,790000	,692090	,065	-,82603	12,40603
		2017	5,176667	,723656	,065	-,62299	10,97632
		2016	4,620000	,689243	,103	-2,09566	11,33566
	2015	2014	-2,340000	1,049852	,545	-8,21782	3,53782
		2013	1,106667	,847906	,907	-3,85337	6,06671
		2012	-4,423333	2,045111	,598	-20,38796	11,54129
		2011	-8,350000*	,986199	,011	-13,81033	-2,88967
		2010	-6,770000	1,348477	,095	-15,27918	1,73918
		2019	10,293333*	,796213	,029	2,52942	18,05725
		2018	8,130000*	,798178	,045	,43573	15,82427
		2017	7,516667*	,825698	,042	,59930	14,43404
	2014	2016	6,960000	,795711	,062	-,82208	14,74208
		2015	2,340000	1,049852	,545	-3,53782	8,21782
		2013	3,446667	,936507	,206	-2,32875	9,22208
		2012	-2,083333	2,083405	,968	-17,46352	13,29685

	2011	-6,010000*	1,063339	,048	-11,93838	-,08162
	2010	-4,430000	1,405877	,286	-12,81066	3,95066
	2019	6,846667*	,500711	,024	2,06791	11,62543
	2018	4,683333*	,503830	,050	,00622	9,36044
	2017	4,070000*	,546382	,044	,20971	7,93029
	2016	3,513333	,499911	,092	-1,29282	8,31949
2013	2015	-1,106667	,847906	,907	-6,06671	3,85337
	2014	-3,446667	,936507	,206	-9,22208	2,32875
	2012	-5,530000	1,989305	,435	-22,65340	11,59340
	2011	-9,456667*	,864549	,006	-14,56334	-4,34999
	2010	-7,876667	1,262238	,073	-17,04778	1,29445
	2019	12,376667	1,927238	,113	-6,63964	31,39298
	2018	10,213333	1,928050	,161	-8,77283	29,19950
	2017	9,600000	1,939605	,177	-8,97490	28,17490
	2016	9,043333	1,927030	,199	-9,98070	28,06737
2012	2015	4,423333	2,045111	,598	-11,54129	20,38796
	2014	2,083333	2,083405	,968	-13,29685	17,46352
	2013	5,530000	1,989305	,435	-11,59340	22,65340
	2011	-3,926667	2,052067	,685	-19,77399	11,92065
	2010	-2,346667	2,248728	,965	-16,43477	11,74143
	2019	16,303333*	,710180	,009	9,40349	23,20317
	2018	14,140000*	,712383	,011	7,31712	20,96288
	2017	13,526667*	,743087	,007	7,51363	19,53971
	2016	12,970000*	,709616	,014	6,04997	19,89003
2011	2015	8,350000*	,986199	,011	2,88967	13,81033
	2014	6,010000*	1,063339	,048	,08162	11,93838
	2013	9,456667*	,864549	,006	4,34999	14,56334
	2012	3,926667	2,052067	,685	-11,92065	19,77399
	2010	1,580000	1,359003	,942	-6,89120	10,05120
	2019	14,723333*	1,161962	,030	3,30707	26,13960
	2018	12,560000*	1,163309	,041	1,19290	23,92710
	2017	11,946667*	1,182361	,040	1,20182	22,69151
	2016	11,390000	1,161618	,050	-,03895	22,81895
2010	2015	6,770000	1,348477	,095	-1,73918	15,27918
	2014	4,430000	1,405877	,286	-3,95066	12,81066
	2013	7,876667	1,262238	,073	-1,29445	17,04778
	2012	2,346667	2,248728	,965	-11,74143	16,43477
	2011	-1,580000	1,359003	,942	-10,05120	6,89120

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

“Soalheiro Nature”

**Test of Homogeneity of Variances**

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,620	3	8	,015

**Robust Tests of Equality of Means**

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1548,606	3	3,904	,000
Brown-Forsythe	417,530	3	3,329	,000

a. Asymptotically F distributed.

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell		2018	-8,496667*	,112349	,000	-9,03490	-7,95844
	2019	2017	-9,013333*	,363838	,003	-11,42209	-6,60457
		2016	-3,950000*	,180616	,002	-5,00518	-2,89482
		2019	8,496667*	,112349	,000	7,95844	9,03490
	2018	2017	-,516667	,373512	,598	-2,75306	1,71973
		2016	4,546667*	,199388	,000	3,62374	5,46960
		2019	9,013333*	,363838	,003	6,60457	11,42209
	2017	2018	,516667	,373512	,598	-1,71973	2,75306
		2016	5,063333*	,399388	,004	3,07683	7,04984
		2019	3,950000*	,180616	,002	2,89482	5,00518
	2016	2018	-4,546667*	,199388	,000	-5,46960	-3,62374
		2017	-5,063333*	,399388	,004	-7,04984	-3,07683

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- $<H(a*b^*)$

“Soalheiro Alvarinho”

### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,907	9	20	,022

### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1,994	9	8,013	,172
Brown-Forsythe	1,256	9	6,774	,393

a. Asymptotically F distributed.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	,290000	,810877	1,000	-5,79764	6,37764
		2017	,956667	,779266	,915	-5,73533	7,64866
		2016	1,123333	,790808	,859	-5,31078	7,55745
		2015	1,246667	1,275208	,977	-6,18041	8,67375
	2018	2014	,923333	1,099050	,991	-5,17059	7,01726
		2013	,260000	,838047	1,000	-5,51196	6,03196
		2012	1,306667	2,117276	,998	-14,81607	17,42940
		2011	3,400000	,949397	,202	-2,06162	8,86162
	2017	2010	2,100000	1,284817	,790	-5,41014	9,61014
		2019	-,290000	,810877	1,000	-6,37764	5,79764
		2017	,666667	,356962	,695	-1,49087	2,82420
		2016	,833333	,381503	,564	-1,33692	3,00358
		2018	,956667	1,070664	,980	-7,98135	9,89468
		2014	,633333	,853275	,994	-5,91941	7,18608
2016	2013	-,030000	,471687	1,000	-2,70082	2,64082	
	2012	1,016667	2,000755	,999	-17,77467	19,80801	

	2011	3,110000	,649247	,120	-1,23709	7,45709
	2010	1,810000	1,082092	,772	-7,25276	10,87276
	2019	-,956667	,779266	,915	-7,64866	5,73533
	2018	-,666667	,356962	,695	-2,82420	1,49087
	2016	,166667	,308671	1,000	-1,57680	1,91013
	2015	,290000	1,046927	1,000	-9,26053	9,84053
2017	2014	-,033333	,823293	1,000	-7,20116	7,13449
	2013	-,696667	,414997	,771	-3,42799	2,03465
	2012	,350000	1,988154	1,000	-18,86655	19,56655
	2011	2,443333	,609307	,221	-2,39167	7,27834
	2010	1,143333	1,058610	,948	-8,53027	10,81694
	2019	-1,123333	,790808	,859	-7,55745	5,31078
	2018	-,833333	,381503	,564	-3,00358	1,33692
	2017	-,166667	,308671	1,000	-1,91013	1,57680
	2015	,123333	1,055546	1,000	-9,18410	9,43077
2016	2014	-,200000	,834226	1,000	-7,10975	6,70975
	2013	-,863333	,436285	,650	-3,51202	1,78535
	2012	,183333	1,992706	1,000	-18,87560	19,24226
	2011	2,276667	,624001	,250	-2,32651	6,87984
	2010	,976667	1,067135	,977	-8,45499	10,40832
	2019	-1,246667	1,275208	,977	-8,67375	6,18041
	2018	-,956667	1,070664	,980	-9,89468	7,98135
	2017	-,290000	1,046927	1,000	-9,84053	9,26053
	2016	-,123333	1,055546	1,000	-9,43077	9,18410
2015	2014	-,323333	1,302579	1,000	-7,78373	7,13706
	2013	-,986667	1,091385	,980	-9,51650	7,54317
	2012	,060000	2,229721	1,000	-14,83112	14,95112
	2011	2,153333	1,179049	,713	-5,46179	9,76846
	2010	,853333	1,462722	,999	-7,24205	8,94872
	2019	-,923333	1,099050	,991	-7,01726	5,17059
	2018	-,633333	,853275	,994	-7,18608	5,91941
	2017	,033333	,823293	1,000	-7,13449	7,20116
	2016	,200000	,834226	1,000	-6,70975	7,10975
2014	2015	,323333	1,302579	1,000	-7,13706	7,78373
	2013	-,663333	,879135	,994	-6,87494	5,54827
	2012	,383333	2,133872	1,000	-15,49516	16,26183
	2011	2,476667	,985856	,450	-3,29498	8,24832
	2010	1,176667	1,311987	,986	-6,36073	8,71406

	2019	-,260000	,838047	1,000	-6,03196	5,51196
	2018	,030000	,471687	1,000	-2,64082	2,70082
	2017	,696667	,414997	,771	-2,03465	3,42799
	2016	,863333	,436285	,650	-1,78535	3,51202
2013	2015	,986667	1,091385	,980	-7,54317	9,51650
	2014	,663333	,879135	,994	-5,54827	6,87494
	2012	1,046667	2,011920	,999	-17,39571	19,48905
	2011	3,140000	,682878	,115	-1,05029	7,33029
	2010	1,840000	1,102598	,774	-6,81310	10,49310
	2019	-1,306667	2,117276	,998	-17,42940	14,81607
	2018	-1,016667	2,000755	,999	-19,80801	17,77467
	2017	-,350000	1,988154	1,000	-19,56655	18,86655
	2016	-,183333	1,992706	1,000	-19,24226	18,87560
2012	2015	-,060000	2,229721	1,000	-14,95112	14,83112
	2014	-,383333	2,133872	1,000	-16,26183	15,49516
	2013	-1,046667	2,011920	,999	-19,48905	17,39571
	2011	2,093333	2,060790	,962	-15,08198	19,26864
	2010	,793333	2,235231	1,000	-14,05888	15,64555
	2019	-3,400000	,949397	,202	-8,86162	2,06162
	2018	-3,110000	,649247	,120	-7,45709	1,23709
	2017	-2,443333	,609307	,221	-7,27834	2,39167
	2016	-2,276667	,624001	,250	-6,87984	2,32651
2011	2015	-2,153333	1,179049	,713	-9,76846	5,46179
	2014	-2,476667	,985856	,450	-8,24832	3,29498
	2013	-3,140000	,682878	,115	-7,33029	1,05029
	2012	-2,093333	2,060790	,962	-19,26864	15,08198
	2010	-1,300000	1,189435	,955	-9,02080	6,42080
	2019	-2,100000	1,284817	,790	-9,61014	5,41014
	2018	-1,810000	1,082092	,772	-10,87276	7,25276
	2017	-1,143333	1,058610	,948	-10,81694	8,53027
	2016	-,976667	1,067135	,977	-10,40832	8,45499
2010	2015	-,853333	1,462722	,999	-8,94872	7,24205
	2014	-1,176667	1,311987	,986	-8,71406	6,36073
	2013	-1,840000	1,102598	,774	-10,49310	6,81310
	2012	-,793333	2,235231	1,000	-15,64555	14,05888
	2011	1,300000	1,189435	,955	-6,42080	9,02080

“Soalheiro Nature”

**Test of Homogeneity of Variances**

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,960	3	8	,199

**ANOVA**

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13,969	3	4,656	11,391	,003
Within Groups	3,270	8	,409		
Total	17,239	11			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	2,656667*	,522037	,004	,98492	4,32841
	2019	2017	2,416667*	,522037	,007	,74492	4,08841
		2016	1,020000	,522037	,280	-,65174	2,69174
		2019	-2,656667*	,522037	,004	-4,32841	-,98492
	2018	2017	-,240000	,522037	,966	-1,91174	1,43174
		2016	-1,636667	,522037	,055	-3,30841	,03508
		2019	-2,416667*	,522037	,007	-4,08841	-,74492
	2017	2018	,240000	,522037	,966	-1,43174	1,91174
		2016	-1,396667	,522037	,105	-3,06841	,27508
		2019	-1,020000	,522037	,280	-2,69174	,65174
	2016	2018	1,636667	,522037	,055	-,03508	3,30841
		2017	1,396667	,522037	,105	-,27508	3,06841

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**1.2.3.3 Determinação da intensidade e tonalidade de cor**

- Intensidade de cor

“Soalheiro Alvarinho”

**Test of Homogeneity of Variances**

VAR00002

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,409	9	20	,003

**Robust Tests of Equality of Means**

VAR00002

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	34,272	9	7,927	,000
Brown-Forsythe	24,744	9	5,369	,001

a. Asymptotically F distributed.

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: VAR00002

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	-,03433	,00861	,211	-,0988	,0302
		2017	-,04633	,00851	,113	-,1123	,0197
		2016	-,05800	,00827	,077	-,1290	,0130
		2015	-,13800	,02155	,073	-,2990	,0230
		2014	-,17067*	,01791	,020	-,2924	-,0489
		2013	-,11933*	,01209	,007	-,1868	-,0519
		2012	-,22433	,05065	,211	-,6971	,2485
		2011	-,30067*	,01819	,004	-,4254	-,1760
		2010	-,27267*	,02952	,041	-,5211	-,0242
	2018	2019	,03433	,00861	,211	-,0302	,0988
		2017	-,01200	,00431	,357	-,0359	,0119
		2016	-,02367*	,00380	,046	-,0467	-,0006
		2015	-,10367	,02026	,162	-,2929	,0856
		2014	-,13633	,01634	,059	-,2845	,0118
		2013	-,08500*	,00960	,038	-,1604	-,0096
		2012	-,19000	,05012	,284	-,6810	,3010
		2011	-,26633*	,01664	,015	-,4177	-,1150
		2010	-,23833	,02859	,066	-,5130	,0364
2017	2019	,04633	,00851	,113	-,0197	,1123	
	2018	,01200	,00431	,357	-,0119	,0359	
	2016	-,01167	,00357	,260	-,0326	,0093	

		2015	-,09167	,02022	,204	-,2822	,0989
		2014	-,12433	,01629	,073	-,2740	,0253
		2013	-,07300	,00952	,057	-,1500	,0040
		2012	-,17800	,05010	,315	-,6696	,3136
		2011	-,25433*	,01659	,017	-,4072	-,1015
		2010	-,22633	,02856	,074	-,5020	,0494
		2019	,05800	,00827	,077	-,0130	,1290
		2018	,02367*	,00380	,046	,0006	,0467
		2017	,01167	,00357	,260	-,0093	,0326
		2015	-,08000	,02012	,260	-,2740	,1140
	2016	2014	-,11267	,01616	,092	-,2664	,0411
		2013	-,06133	,00930	,092	-,1434	,0208
		2012	-,16633	,05006	,350	-,6595	,3268
		2011	-,24267*	,01647	,021	-,3995	-,0858
		2010	-,21467	,02849	,083	-,4929	,0636
		2019	,13800	,02155	,073	-,0230	,2990
		2018	,10367	,02026	,162	-,0856	,2929
		2017	,09167	,02022	,204	-,0989	,2822
		2016	,08000	,02012	,260	-,1140	,2740
	2015	2014	-,03267	,02563	,917	-,1784	,1131
		2013	,01867	,02196	,987	-,1372	,1745
		2012	-,08633	,05387	,798	-,4888	,3162
		2011	-,16267*	,02583	,035	-,3089	-,0165
		2010	-,13467	,03475	,170	-,3398	,0704
		2019	,17067*	,01791	,020	,0489	,2924
		2018	,13633	,01634	,059	-,0118	,2845
		2017	,12433	,01629	,073	-,0253	,2740
		2016	,11267	,01616	,092	-,0411	,2664
	2014	2015	,03267	,02563	,917	-,1131	,1784
		2013	,05133	,01841	,386	-,0671	,1698
		2012	-,05367	,05252	,962	-,4790	,3717
		2011	-,13000*	,02288	,046	-,2567	-,0033
		2010	-,10200	,03262	,309	-,3122	,1082
		2019	,11933*	,01209	,007	,0519	,1868
		2018	,08500*	,00960	,038	,0096	,1604
	2013	2017	,07300	,00952	,057	-,0040	,1500
		2016	,06133	,00930	,092	-,0208	,1434
		2015	-,01867	,02196	,987	-,1745	,1372

	2014	-,05133	,01841	,386	-,1698	,0671
	2012	-,10500	,05083	,640	-,5722	,3622
	2011	-,18133*	,01868	,015	-,3025	-,0601
	2010	-,15333	,02983	,136	-,3952	,0886
	2019	,22433	,05065	,211	-,2485	,6971
	2018	,19000	,05012	,284	-,3010	,6810
	2017	,17800	,05010	,315	-,3136	,6696
	2016	,16633	,05006	,350	-,3268	,6595
2012	2015	,08633	,05387	,798	-,3162	,4888
	2014	,05367	,05252	,962	-,3717	,4790
	2013	,10500	,05083	,640	-,3622	,5722
	2011	-,07633	,05262	,850	-,4998	,3471
	2010	-,04833	,05753	,989	-,4178	,3212
	2019	,30067*	,01819	,004	,1760	,4254
	2018	,26633*	,01664	,015	,1150	,4177
	2017	,25433*	,01659	,017	,1015	,4072
	2016	,24267*	,01647	,021	,0858	,3995
2011	2015	,16267*	,02583	,035	,0165	,3089
	2014	,13000*	,02288	,046	,0033	,2567
	2013	,18133*	,01868	,015	,0601	,3025
	2012	,07633	,05262	,850	-,3471	,4998
	2010	,02800	,03278	,988	-,1815	,2375
	2019	,27267*	,02952	,041	,0242	,5211
	2018	,23833	,02859	,066	-,0364	,5130
	2017	,22633	,02856	,074	-,0494	,5020
	2016	,21467	,02849	,083	-,0636	,4929
2010	2015	,13467	,03475	,170	-,0704	,3398
	2014	,10200	,03262	,309	-,1082	,3122
	2013	,15333	,02983	,136	-,0886	,3952
	2012	,04833	,05753	,989	-,3212	,4178
	2011	-,02800	,03278	,988	-,2375	,1815

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

“Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
------------------	-----	-----	------

3,334	3	8	,077
-------	---	---	------

### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,056	3	,019	50,379	,000
Within Groups	,003	8	,000		
Total	,059	11			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	-,180667*	,015668	,000	-,23084	-,13049
	2019	2017	-,142000*	,015668	,000	-,19218	-,09182
		2016	-,083000*	,015668	,003	-,13318	-,03282
		2019	,180667*	,015668	,000	,13049	,23084
	2018	2017	,038667	,015668	,141	-,01151	,08884
		2016	,097667*	,015668	,001	,04749	,14784
		2019	,142000*	,015668	,000	,09182	,19218
	2017	2018	-,038667	,015668	,141	-,08884	,01151
		2016	,059000*	,015668	,023	,00882	,10918
		2019	,083000*	,015668	,003	,03282	,13318
	2016	2018	-,097667*	,015668	,001	-,14784	-,04749
		2017	-,059000*	,015668	,023	-,10918	-,00882

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- Tonalidade de cor

“Soalheiro Alvarinho”

### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,911	9	20	,022

### Robust Tests of Equality of Means

Valor

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1,435	9	7,966	,311
Brown-Forsythe	,379	9	7,159	,912

a. Asymptotically F distributed.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	2019	2018	,104667	,729722	1,000	-6,88458	7,09391
		2017	,238667	,730172	1,000	-6,73522	7,21255
		2016	,425333	,727336	,998	-6,64738	7,49804
		2015	,203333	,876229	1,000	-5,03258	5,43925
		2014	-,050000	,776958	1,000	-5,93480	5,83480
		2013	-,117000	,756734	1,000	-6,36828	6,13428
		2012	-,162000	1,140827	1,000	-6,60949	6,28549
		2011	,711000	,744267	,971	-5,83845	7,26045
		2010	,166000	,817408	1,000	-5,28420	5,61620
		2019	-,104667	,729722	1,000	-7,09391	6,88458
	2018	2017	,134000	,123332	,962	-,54925	,81725
		2016	,320667	,105250	,304	-,29516	,93649
		2015	,098667	,499837	1,000	-4,52300	4,72034
		2014	-,154667	,292786	,999	-2,56360	2,25427
		2013	-,221667	,233893	,975	-1,98392	1,54059
		2012	-,266667	,885181	1,000	-8,83188	8,29855
		2011	,606333	,189719	,306	-,67878	1,89145
		2010	,061333	,387577	1,000	-3,37405	3,49672
		2019	-,238667	,730172	1,000	-7,21255	6,73522
		2018	-,134000	,123332	,962	-,81725	,54925
2017	2016	,186667	,108328	,754	-,45644	,82978	
	2015	-,035333	,500494	1,000	-4,63684	4,56618	
	2014	-,288667	,293907	,969	-2,67450	2,09717	
	2013	-,355667	,235294	,831	-2,09803	1,38670	
	2012	-,400667	,885552	1,000	-8,95284	8,15150	
		2011	,472333	,191443	,483	-,79989	1,74456

		2010	-,072667	,388424	1,000	-3,48534	3,34001
		2019	-,425333	,727336	,998	-7,49804	6,64738
		2018	-,320667	,105250	,304	-,93649	,29516
		2017	-,186667	,108328	,754	-,82978	,45644
		2015	-,222000	,496348	1,000	-4,95664	4,51264
	2016	2014	-,475333	,286789	,778	-3,02954	2,07887
		2013	-,542333	,226341	,532	-2,44439	1,35972
		2012	-,587333	,883216	,996	-9,22283	8,04817
		2011	,285667	,180325	,804	-1,11184	1,68318
		2010	-,259333	,383066	,995	-3,82706	3,30839
		2019	-,203333	,876229	1,000	-5,43925	5,03258
		2018	-,098667	,499837	1,000	-4,72034	4,52300
		2017	,035333	,500494	1,000	-4,56618	4,63684
		2016	,222000	,496348	1,000	-4,51264	4,95664
	2015	2014	-,253333	,566575	1,000	-3,89081	3,38414
		2013	-,320333	,538507	,999	-4,18029	3,53962
		2012	-,365333	1,009371	1,000	-6,89419	6,16352
		2011	,507667	,520842	,970	-3,61051	4,62584
		2010	-,037333	,620886	1,000	-3,60553	3,53086
		2019	,050000	,776958	1,000	-5,83480	5,93480
		2018	,154667	,292786	,999	-2,25427	2,56360
		2017	,288667	,293907	,969	-2,09717	2,67450
		2016	,475333	,286789	,778	-2,07887	3,02954
	2014	2015	,253333	,566575	1,000	-3,38414	3,89081
		2013	-,067000	,354791	1,000	-2,09898	1,96498
		2012	-,112000	,924509	1,000	-7,61783	7,39383
		2011	,761000	,327358	,522	-1,28612	2,80812
		2010	,216000	,470517	1,000	-2,51587	2,94787
		2019	,117000	,756734	1,000	-6,13428	6,36828
		2018	,221667	,233893	,975	-1,54059	1,98392
		2017	,355667	,235294	,831	-1,38670	2,09803
		2016	,542333	,226341	,532	-1,35972	2,44439
	2013	2015	,320333	,538507	,999	-3,53962	4,18029
		2014	,067000	,354791	1,000	-1,96498	2,09898
		2012	-,045000	,907578	1,000	-7,93565	7,84565
		2011	,828000	,275945	,309	-,75212	2,40812
		2010	,283000	,436312	,998	-2,50274	3,06874
	2012	2019	,162000	1,140827	1,000	-6,28549	6,60949

	2018	,266667	,885181	1,000	-8,29855	8,83188
	2017	,400667	,885552	1,000	-8,15150	8,95284
	2016	,587333	,883216	,996	-8,04817	9,22283
	2015	,365333	1,009371	1,000	-6,16352	6,89419
	2014	,112000	,924509	1,000	-7,39383	7,61783
	2013	,045000	,907578	1,000	-7,84565	7,93565
	2011	,873000	,897210	,968	-7,30316	9,04916
	2010	,328000	,958753	1,000	-6,63211	7,28811
	2019	-,711000	,744267	,971	-7,26045	5,83845
	2018	-,606333	,189719	,306	-1,89145	,67878
	2017	-,472333	,191443	,483	-1,74456	,79989
	2016	-,285667	,180325	,804	-1,68318	1,11184
2011	2015	-,507667	,520842	,970	-4,62584	3,61051
	2014	-,761000	,327358	,522	-2,80812	1,28612
	2013	-,828000	,275945	,309	-2,40812	,75212
	2012	-,873000	,897210	,968	-9,04916	7,30316
	2010	-,545000	,414313	,896	-3,49762	2,40762
	2019	-,166000	,817408	1,000	-5,61620	5,28420
	2018	-,061333	,387577	1,000	-3,49672	3,37405
	2017	,072667	,388424	1,000	-3,34001	3,48534
	2016	,259333	,383066	,995	-3,30839	3,82706
2010	2015	,037333	,620886	1,000	-3,53086	3,60553
	2014	-,216000	,470517	1,000	-2,94787	2,51587
	2013	-,283000	,436312	,998	-3,06874	2,50274
	2012	-,328000	,958753	1,000	-7,28811	6,63211
	2011	,545000	,414313	,896	-2,40762	3,49762

“Soalheiro Nature”

#### Test of Homogeneity of Variances

Valor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,838	3	8	,057

#### ANOVA

Valor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,960	3	,653	3,685	,062
Within Groups	1,419	8	,177		
Total	3,379	11			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Valor

	(I) Ano	(J) Ano	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD		2018	-,128667	,343862	,981	-1,22984	,97250
	2019	2017	-1,029667	,343862	,067	-2,13084	,07150
		2016	-,207333	,343862	,928	-1,30850	,89384
		2019	,128667	,343862	,981	-,97250	1,22984
	2018	2017	-,901000	,343862	,114	-2,00217	,20017
		2016	-,078667	,343862	,995	-1,17984	1,02250
		2019	1,029667	,343862	,067	-,07150	2,13084
	2017	2018	,901000	,343862	,114	-,20017	2,00217
		2016	,822333	,343862	,156	-,27884	1,92350
		2019	,207333	,343862	,928	-,89384	1,30850
	2016	2018	,078667	,343862	,995	-1,02250	1,17984
		2017	-,822333	,343862	,156	-1,92350	,27884

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 1.3 Análise Sensorial

Fruta fresca	Frutos secos	Floral fresco	Floral seco	Vegetal fresco	Vegetal seco	Mineral	Especiarias	Lático	Mel	Trufa	Petrolado	Madeirizado	Oxidação	Amargos na boca	Oxidação na boca	Outros	Imperceptível	Pouco perceptível	perceptível	evidente	Muito evidente
Ficha de prova																	1	2	3	4	5
																	1	2	3	4	5
																	1	2	3	4	5
																	1	2	3	4	5

## 2. Parte II (Envelhecimento Forçado)

### 2.1. Análise Sumária

Tabela 9-Resultados da Análise Sumária dos vinhos de 2019 (Clássico) sujeitos a ensaios de envelhecimento forçado.

		Análise Físico-Química														
		Título alcoométrico volumétrico	Massa volúmica (g/cm <sup>3</sup> )	Extrato seco total (g/dm <sup>3</sup> )	Extrato não redutor (g/dm <sup>3</sup> )	Açúcares totais (g/dm <sup>3</sup> )	Acidez total (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez volátil (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez fixa (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	pH	S02 Livre (mg/dm <sup>3</sup> )	S02 Total (mg/dm <sup>3</sup> )	Título alcoométrico volumétrico total	Ácido L-málico (g/dm <sup>3</sup> )	Ácido tartárico (g/dm <sup>3</sup> )	Prova de estabilidade (alteração oxidástica)
1ª Medição	2019 Clássico	12,3	0,9909	23,1±0,1	18,8±0,1	4,3±	6,4	0,31±0,01	6,0	3,25±0,01	16±5	89±2	12,6	3,5±0,1	1,5	Negativa
2ª Medição		12,9	0,9901	22,4	18,7	3,7	6,7±	0,35±0,01	6,2	3,15	36±1	106±1	13,1	2,6±0,1	2,2	Negativa
3ª Medição		12,9	0,9899	22,3±0,1	19,2±0,1	3,0	6,5±	0,28±0,01	6,2±0,1	3,07	29±5	94±5	13,1	2,7	2,2	Negativa

Tabela 10-Resultados da Análise Sumária dos vinhos de 2018 (Clássico) sujeitos a ensaios de envelhecimento forçado.

		Análise Físico-Química														
		Titulo alcoométrico volumico	Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	Extrato seco total (g/dm <sup>3</sup> )	Extrato não redutor (g/dm <sup>3</sup> )	Açúcares totais (g/dm <sup>3</sup> )	Acidez total (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez volátil (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	Acidez fixa (g ácido tartárico/dm <sup>3</sup> )	pH	S02 Livre (mg/dm <sup>3</sup> )	SO2 Total (mg/dm <sup>3</sup> )	Titulo alcoométrico volumico total	Ácido L-málico (g/dm <sup>3</sup> )	Ácido tartárico (g/dm <sup>3</sup> )	Prova de estabilidade (alteração oxidásica)
1ª Medição	2018 Clássico	12,7	0,9914	25,3	19,9	5,4	7,4	0,47±0,01	6,8±0,1	3,12	15±	92±7	13,0	3,6±0,1	2,0	Negativa
2ª Medição		12,9±0,1	0,9906±0,0001	23,8±0,1	19,3	4,5±0,1	6,3	0,43±0,01	5,8	3,35±0,01	30±	108±9	13,2±0,1	3,0	1,8	Negativa
3ª Medição		13,0	0,9903	23,5	19,8±0,1	3,8	6,2±0,1	0,36±0,01	5,7	3,28	26±	99±10	13,2	3,2±0,1	1,9	Negativa

## 2.2. Análise Estatística

### 2.2.1. Quantificação do conteúdo total polifenólico

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	,505	3	8	,689
Segunda_med	15,858	3	8	,001
terceira_med	1,684	3	8	,247

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

#### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	967,604	1	967,604	821,105	,000
Ano	1,095	1	1,095	,929	,363

Tipo	22,661	1	22,661	19,230	,002
Ano * Tipo	4,328	1	4,328	3,673	,092
Error	9,427	8	1,178		

## 2.2.2. Hidroxicinamatos

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	1,238	3	8	,358
Segunda_med	2,433	3	8	,140
terceira_med	1,632	3	8	,258

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	1305,859	1	1305,859	1764,939	,000
Ano	1,832	1	1,832	2,475	,154
Tipo	29,376	1	29,376	39,704	,000
Ano * Tipo	1,323	1	1,323	1,787	,218
Error	5,919	8	,740		

## 2.2.3. Caracterização cromática

### 2.2.3.1 Densidade ótica a 420 nm

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	3,512	3	8	,069
Segunda_med	1,225	3	8	,362

terceira_med	5,357	3	8	,026
--------------	-------	---	---	------

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	6,521	1	6,521	7586,086	,000
Ano	,150	1	,150	174,977	,000
Tipo	,246	1	,246	285,908	,000
Ano * Tipo	,039	1	,039	45,757	,000
Error	,007	8	,001		

### 2.2.3.1 Análise Espectral

- L\*

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	2,867	3	8	,104
Segunda_med	1,511	3	8	,284
terceira_med	7,985	3	8	,009

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tipo + Ano + Tipo \* Ano

Within Subjects Design: Medição

### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	3487,552	1	3487,552	2637589,019	,000
Tipo	,223	1	,223	168,608	,000
Ano	,113	1	,113	85,297	,000
Tipo * Ano	,052	1	,052	39,603	,000

Error	,011	8	,001	
-------	------	---	------	--

- a\*

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	2,049	3	8	,186
Segunda_med	9,166	3	8	,006
terceira_med	5,758	3	8	,021

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

**Tests of Between-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	57,760	1	57,760	428,072	,000
Ano	,380	1	,380	2,818	,132
Tipo	,001	1	,001	,005	,944
Ano * Tipo	1,188	1	1,188	8,805	,018
Error	1,079	8	,135		

- b\*

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	,950	3	8	,461
Segunda_med	1,365	3	8	,321
terceira_med	5,242	3	8	,027

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

**Tests of Between-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	444,275	1	444,275	9811,656	,000
Ano	7,905	1	7,905	174,569	,000
Tipo	11,466	1	11,466	253,225	,000
Ano * Tipo	1,555	1	1,555	34,351	,000
Error	,362	8	,045		

- C\*ab

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	,500	3	8	,693
Segunda_med	1,280	3	8	,345
terceira_med	5,093	3	8	,029

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

#### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	447,612	1	447,612	10316,642	,000
Ano	7,806	1	7,806	179,903	,000
Tipo	11,351	1	11,351	261,627	,000
Ano * Tipo	1,526	1	1,526	35,182	,000
Error	,347	8	,043		

- <H(\*a\*b)

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	6,054	3	8	,019
Segunda_med	11,418	3	8	,003
terceira_med	9,238	3	8	,006

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	3486,115	1	3486,115	533282,969	,000
Ano	,212	1	,212	32,416	,000
Tipo	,242	1	,242	37,029	,000
Ano * Tipo	,080	1	,080	12,194	,008
Error	,052	8	,007		

### 2.2.3.2 Determinação da intensidade e da tonalidade de cor

- Intensidade de cor

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	10,768	3	8	,004
Segunda_med	3,516	3	8	,069
terceira_med	4,261	3	8	,045

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

### Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	184,322	1	184,322	6410,152	,000
Ano	3,113	1	3,113	108,254	,000
Tipo	7,834	1	7,834	272,447	,000
Ano * Tipo	,104	1	,104	3,613	,094

Error	,230	8	,029
-------	------	---	------

- Tonalidade de cor

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
primeira_med	9,447	3	8	,005
Segunda_med	5,449	3	8	,025
terceira_med	9,242	3	8	,006

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ano + Tipo + Ano \* Tipo

Within Subjects Design: Medição

**Tests of Between-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	7,434	1	7,434	8807,533	,000
Ano	,003	1	,003	3,963	,082
Tipo	,039	1	,039	46,214	,000
Ano * Tipo	,000	1	,000	,451	,521
Error	,007	8	,001		

# Bibliografia

1. Ugliano M. Oxygen contribution to wine aroma evolution during bottle aging. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2013;61(26):6125-36.
2. Singleton VL, Kramlinga TE. Browning of White Wines and an Accelerated Test for Browning Capacity. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1976;27(4):157-60.
3. Nikolantonaki M, Coelho C, Noret L, Zerbib M, Vileno B, Champion D, et al. Measurement of white wines resistance against oxidation by Electron Paramagnetic Resonance spectroscopy. *Food Chem*. 2019;270:156-61.
4. Ferreira V, Escudero A, Fernández P, Cacho JF. Changes in the profile of volatile compounds in wines stored under oxygen and their relationship with the browning process. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 1997;205(5):392-6.
5. Waterhouse AL, Laurie VF. Oxidation of Wine Phenolics: A Critical Evaluation and Hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006;57(3):306-13.
6. Skouroumounis G, Kwiatkowski M, Francis I, Oakey H, Capone D, Duncan B, et al. The impact of closure type and storage conditions on the composition, colour and flavour properties of a Riesling and a wooded Chardonnay wine during five years' storage. *Australian Journal of Grape and Wine Research - AUST J GRAPE WINE RES*. 2005;11:369-77.
7. Ferreira AC, de Pinho PG, Rodrigues P, Hogg T. Kinetics of oxidative degradation of white wines and how they are affected by selected technological parameters. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002;50(21):5919-24.
8. Oliveira C, Ferreira A, Guedes de Pinho P, Hogg T. Development of a Potentiometric Method To Measure the Resistance to Oxidation of White Wines and the Antioxidant Power of Their Constituents. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002;50:2121-4.
9. Coetzee C, du Toit W. Sauvignon Blanc Wine: Contribution of Ageing and Oxygen on Aromatic and Non-aromatic Compounds and Sensory Composition : A Review. *South African Journal for Enology and Viticulture*. 2015;36:347-65.
10. Rodrigues A, Ferreira A, Guedes de Pinho P, Bento F, Geraldo D. Resistance to Oxidation of White Wines Assessed by Voltammetric Means. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;55:10557-62.
11. Singleton VL. Oxygen with Phenols and Related Reactions in Musts, Wines, and Model Systems: Observations and Practical Implications. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1987;38(1):69-77.
12. Es-Safi NE, Le Guerneve C, Cheynier V, Moutounet M. New phenolic compounds formed by evolution of (+)-catechin and glyoxylic acid in hydroalcoholic solution and their implication in color changes of grape-derived foods. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2000;48(9):4233-40.
13. Es-Safi N-E, Cheynier V, Moutounet M. Effect of copper on oxidation of (+)-catechin in a model solution system. *International Journal of Food Science & Technology*. 2003;38(2):153-63.
14. Spagna G, Barbagallo RN, Pifferi PG. Fining treatments of white wines by means of polymeric adjuvants for their stabilization against browning. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2000;48(10):4619-27.
15. Rankine BC. Making good wine : a manual of winemaking practice for Australia and New Zealand / Bryce Rankine ; with an introduction by Maynard A. Amerine. South Melbourne: Sun Books; 1989.
16. Sapers GM. Browning of Foods: Control by Sulfites, Antioxidants, and Other Means. *Food Technol*. 1993, Oct;75-84.
17. Li H, Guo A, Wang H. Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*. 2008;108(1):1-13.

18. Betés-Saura C, Andrés-Lacueva C, Lamuela-Raventós RM. Phenolics in White Free Run Juices and Wines from Penedès by High-Performance Liquid Chromatography: Changes during Vinification. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1996;44(10):3040-6.
19. Singleton VL, Salgues M, Zaya J, Trousdale E. Caftaric acid disappearance and conversion to products of enzymic oxidation in grape must and wine. *American journal of enology and viticulture*. 1985;36(1):50-6.
20. Cilliers JJJ, Singleton VL. Caffeic acid autoxidation and the effects of thiols. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1990;38(9):1789-96.
21. Cheynier VF, Trousdale EK, Singleton VL, Salgues MJ, Wylde R. Characterization of 2-S-glutathionyl caftaric acid and its hydrolysis in relation to grape wines. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1986;34(2):217-21.
22. SALGUES M, CHEYNIER V, GUNATA Z, WYLDE R. Oxidation of Grape Juice 2-S-Glutathionyl Caffeoyl Tartaric Acid by Botrytis cinerea Laccase and Characterization of a New Substance: 2,5-di-S-Glutathionyl Caffeoyl Tartaric Acid. *Journal of food science*. 1986;51(5):1191-4.
23. Vaimakis V, Roussis IG. Must oxygenation together with glutathione addition in the oxidation of white wine. *Food Chemistry*. 1996;57(3):419-22.
24. Labrousche F, Clark AC, Prenzler PD, Scollary GR. Isomeric influence on the oxidative coloration of phenolic compounds in a model white wine: comparison of (+)-catechin and (-)-epicatechin. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005;53(26):9993-8.
25. Kilmartin PA, Zou H, Waterhouse AL. A cyclic voltammetry method suitable for characterizing antioxidant properties of wine and wine phenolics. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2001;49(4):1957-65.
26. Danilewicz JC, Seccombe JT, Whelan J. Mechanism of Interaction of Polyphenols, Oxygen, and Sulfur Dioxide in Model Wine and Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2008;59(2):128-36.
27. Danilewicz J. Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate reduction products in wine: Central role of iron and copper. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2003;54:73-85.
28. Zhai H, Du, J., Guan, X., Qiao, X., & Pan, Z. . Cultivating and processing technologies for wine grapes. China Agricultural Press. 2001.
29. Fulcrand H, Dueñas M, Salas E, Cheynier V. Phenolic Reactions during Winemaking and Aging. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006;57(3):289-97.
30. Lopez-Toledano A. Interaction of yeasts with the products resulting from the condensation reaction between (+)-catechin and acetaldehyde. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004;v. 52(no. 8):pp. 2376-81-004 v.52 no.8.
31. Fulcrand H, Cheynier V, Oszmianski J, Moutounet M. An oxidized tartaric acid residue as a new bridge potentially competing with acetaldehyde in flavan-3-OL condensation. *Phytochemistry*. 1997;46(2):223-7.
32. Es-Safi NE, Cheynier V, Moutounet M. Study of the reactions between (+)-catechin and furfural derivatives in the presence or absence of anthocyanins and their implication in food color change. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2000;48(12):5946-54.
33. SKOUROUMOUNIS GK, KWIATKOWSKI MJ, FRANCIS IL, OAKEY H, CAPONE DL, PENG Z, et al. The influence of ascorbic acid on the composition, colour and flavour properties of a Riesling and a wooded Chardonnay wine during five years' storage. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005;11(3):355-68.
34. GODDEN P, FRANCIS L, FIELD J, GISHEN M, COULTER A, VALENTE P, et al. Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and sensory properties of a Semillon wine 1. Performance up to 20 months post-bottling. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 7. 2001(2).
35. Arrhenius SP, McCloskey LP, Sylvan M. Chemical Markers for Aroma of Vitis vinifera Var. Chardonnay Regional Wines. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1996;44(4):1085-90.

36. Escudero A, Cacho J, Ferreira V. Isolation and identification of odorants generated in wine during its oxidation: a gas chromatography–olfactometric study. *European Food Research and Technology*. 2000;211(2):105-10.
37. Ferreira V, Ortín N, Escudero A, López R, Cacho J. Chemical Characterization of the Aroma of Grenache Rosé Wines: Aroma Extract Dilution Analysis, Quantitative Determination, and Sensory Reconstitution Studies. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002;50(14):4048-54.
38. Oliveira C, Ferreira A, Freitas V, Silva A. Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International*. 2011;44:1115-26.
39. Tsao R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*. 2010;2(12):1231-46.
40. Macheix JJ, Sapis JC, Fleuriet A. Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines. *Critical reviews in food science and nutrition*. 1991;30(4):441-86.
41. Meral R. Antioxidant effects of wine polyphenols. *Trakia J Sc*. 2007;6.
42. Seabrook A. White wine phenolics: What compounds are there and which ones cause problems? *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*. Jan(No. 660):53-4.
43. Elias RJ, Waterhouse AL. Controlling the Fenton Reaction in Wine. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2010;58(3):1699-707.
44. Danilewicz JC. Interaction of sulfur dioxide, polyphenols, and oxygen in a wine-model system: central role of iron and copper. *American journal of enology and viticulture*. 2007;v. 58(no. 1):pp. 53-60-2007 v.58 no.1.
45. Santos MC, Nunes C, Saraiva JA, Coimbra MA. Chemical and physical methodologies for the replacement/reduction of sulfur dioxide use during winemaking: review of their potentialities and limitations. *European Food Research and Technology*. 2012;234(1):1-12.
46. PENG Z, DUNCAN B, POCOCK KF, SEFTON MA. The effect of ascorbic acid on oxidative browning of white wines and model wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1998;4(3):127-35.
47. Bradshaw MP, Prenzler PD, Scollary GR. Ascorbic acid-induced browning of (+)-catechin in a model wine system. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2001;49(2):934-9.
48. Bradshaw M, Scollary G, Prenzler P. Examination of the sulfur dioxide–ascorbic acid antioxidant system in a model white wine matrix. *Journal of The Science of Food and Agriculture - J SCI FOOD AGR*. 2004;84:318-24.
49. Marks AC, Morris JR. Ascorbic Acid Effects on the Post-Disgorgement Oxidative Stability of Sparkling Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1993;44(2):227-31.
50. Bradshaw MP, Prenzler P, Scollary GR. Square-Wave Voltammetric Determination of Hydrogen Peroxide Generated from the Oxidation of Ascorbic Acid in a Model Wine Base. *Electroanalysis*. 2002;14:546-50.
51. Noctor G, Foyer CH. ASCORBATE AND GLUTATHIONE: Keeping Active Oxygen Under Control. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*. 1998;49:249-79.
52. Kritzinger E, Bauer F, du Toit W. Role of Glutathione in Winemaking: A Review. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2012;61.
53. Papadopoulou D, Roussis IG. Inhibition of the decrease of volatile esters and terpenes during storage of a white wine and a model wine medium by glutathione and N-acetylcysteine. *International Journal of Food Science & Technology*. 2008;43(6):1053-7.
54. Ugliano M, Kwiatkowski M, Vidal S, Capone D, Siebert T, Dieval JB, et al. Evolution of 3-mercaptohexanol, hydrogen sulfide, and methyl mercaptan during bottle storage of Sauvignon blanc wines. Effect of glutathione, copper, oxygen exposure, and closure-derived oxygen. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2011;59(6):2564-72.
55. Dubourdieu DL-C, V. The role of glutathione on the aromatic evolution of dry white wine. *Internet Technical Journal*. 2004.
56. Comissão De Viticultura Da Região Dos Vinhos Verdes <https://www.vinhoverde.pt/2020> [
57. vinho Idved. Caderno de Especificações. In: vinho Idved, editor. <https://www.ivv.gov.pt/1900>.
58. Monção & Melgaço- Saiba tudo sobre a origem do Alvarinho. In: CVRVV, editor.

59. Van Leeuwen C, Seguin G. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*. 2006;17(1):1-10.
60. Jorge E. Da casta ao terroir: Posicionamento estratégico do vinho Alvarinho produzido na Sub-região de Monção e Melgaço para o mercado dos grandes vinhos brancos mundiais: INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRADOR DO PORTO 2016.
61. Quinta de Soalheiro <https://www.soalheiro.com/pt/home> [
62. Vinhos <https://www.soalheiro.com/pt/vinhos> [
63. Jacobson JL. Introduction to wine laboratory practices and procedures. *Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures*. 2006:1-375.
64. Singleton VL, Ough CS, Amerine MA. Chemical and Sensory Effects of Heating Wines under different Gases. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1964;15(3):134-45.
65. Instituto da vinha e do vinho [Available from: <https://www.ivv.gov.pt/np4/89/>.
66. Somers T, Pocock KF. Phenolic assessment of white musts: Varietal differences in free-run juices and pressings. *Vitis: Journal of Grapevine Research*. 2015;30:189-201.
67. Somers TC, Ziemelis G. Spectral evaluation of total phenolic components in *Vitis vinifera*: Grapes and wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1985;36(12):1275-84.
68. Fernandez-Zurbano P, Ferreira V, Pena C, Escudero A, Serrano F, Cacho J. Prediction of Oxidative Browning in White Wines as a Function of Their Chemical Composition. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1995;43(11):2813-7.
69. Antoce AO, Badea GA, Cojocarua GA. Effects of Glutathione and Ascorbic Acid Addition on the CIELab Chromatic Characteristics of Muscat Ottonel Wines. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016;10:206-14.
70. COMUNICAÇÕES ORIUNDAS DAS INSTITUIÇÕES, ÓRGÃOS E ORGANISMOS DA UNIÃO EUROPEIA, artigo 120.o-G (19.2.2010).
71. Simpson RF. Aroma and compositional changes in wine with oxidation, storage and ageing. *Vitis: Journal of Grapevine Research*. 2016;17:274-.
72. Rapp A, Mandery H. Wine aroma. *Experientia*. 2005;42:873-84.
73. Papadopoulou D, Roussis I. Inhibition of the decline of linalool and alpha-terpineol in muscat wines by glutathione and n-acetyl-cysteine. *Italian Journal of Food Science*. 2001;13:413-9.
74. Recamales Á, Sayago A, González-Miret ML, Hernanz D. The effect of storage conditions on the phenolic composition and colour of white wine. *Food Research International*. 2006;39:220-9.
75. Rossi JA, Singleton VL. Contributions of Grape Phenols to Oxygen Absorption and Browning of Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1966;17(4):231-9.
76. Kallithraka S, Salacha MI, Tzourou I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Food Chemistry*. 2009;113(2):500-5.
77. Ong BY, Nagel CW. High-pressure liquid chromatographic analysis of hydroxycinnamic acid—tartaric acid esters and their glucose esters in *vitis vinifera*. *Journal of Chromatography A*. 1978;157:345-55.
78. Somers TC, Vérette E, Pocock KF. Hydroxycinnamate esters of *Vitis vinifera*: Changes during white vinification, and effects of exogenous enzymic hydrolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1987;40(1):67-78.
79. Blake A, Kotseridis Y, Brindle ID, Inglis D, Pickering GJ. Effect of light and temperature on 3-alkyl-2-methoxypyrazine concentration and other impact odourants of Riesling and Cabernet Franc wine during bottle ageing. *Food Chemistry*. 2010;119(3):935-44.
80. Marais J. Terpenes in the Aroma of Grapes and Wines: A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2017;4:49-58.