



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

EFEITO DO TERROIR NO PERFIL DO VINHO DA CASTA ALVARINHO

por

Francisca Salazar Abreu

Abril, 2020



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

EFEITO DO TERROIR NO PERFIL DO VINHO DA CASTA ALVARINHO

Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia e Inovação

por

Francisca Salazar Abreu

Local: Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo
(ESA – IPVC)

Orientadora: Ana Sofia Rodrigues (Instituto Politécnico de Viana – IPVC)

Coorientador: António Castro Ribeiro (Instituto Politécnico de Bragança – IBP)

Abril, 2020

Tese de Mestrado desenvolvida no âmbito do projeto

Terr@alva—Definition and influence of the terroir in the quality of the wine Alvarinho

(POCI-01-0145-FEDER-024328)

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

RESUMO

A casta Alvarinho é conhecida como sendo a casta nobre da Região dos Vinhos Verdes e devido à sua elevada qualidade a casta tem sido levada para outros pontos da Região, do país e mesmo para o estrangeiro.

No entanto, é inegável a ligação histórica desta casta à sub-região de Monção e Melgaço (SRMM) reconhecida através da DOC “Vinho Verde Alvarinho” (Portaria n.º 668/2010), daí a importância de aumentar a investigação integrada do seu potencial vitivinícola. A promoção dos vinhos exige uma análise e definição de Terroir da SRMM na relação com a tipicidade dos vinhos Alvarinho e o alargamento da produção a outras regiões exige o aumento do conhecimento do comportamento desta casta e dos vinhos produzidos.

Neste trabalho, que decorreu na campanha vitícola de 2018, foram monitorizadas parcelas de várias sub-regiões dos Região dos Vinhos Verdes (Basto, Cávado, Lima, Monção e Melgaço), do Alentejo, Dão e Trás-os-Montes. As mesmas foram caracterizadas ao nível dos dados meteorológicos (temperatura e precipitação) ao longo da maturação, complementado com um estudo dos índices bioclimáticos, análise dos solos, microbioma (bactérias e fungos) presentes nas uvas e nos solos, análise de mostos e dos vinhos resultantes dessas parcelas. Os vinhos foram vinificados por protocolo único para avaliação comparativa do efeito do terroir, sem interferência da vinificação, na sua composição química, incluindo na concentração de compostos fenólicos e voláteis e ainda pela avaliação dos perfis sensoriais obtidos em prova cega por um painel de enólogos.

Os resultados mostram que a parcela P9 (Chaves) deu origem a um vinho da casta Alvarinho com uma tipicidade mais próxima aos obtidos em Monção e Melgaço e, pelo contrário, os vinhos que mais se afastaram do perfil dos de Monção e Melgaço foram os vinhos de Mondim de Basto e Vidigueira.

Palavras-chave: *Solos, Clima, Microbioma, Compostos Fenólicos, Compostos Voláteis, Perfil Sensorial*

ABSTRACT

Alvarinho vine is known as being the noble variety of the Vinho Verde Region and due to its high quality this variety has been taken to other parts of the region, the country and even abroad. Yet, the historical connection between this grape variety and the sub-region of “Monção e Melgaço” is undeniable, recognized through the DOC “Vinho Verde Alvarinho” (Portaria nº668/2010), hence the importance of increasing the integrated research of its viticulture potential. Wine promotion demands an analysis and SRMM Terroir definition in relation of the Alvarinho Wine characteristics and the extension of the study to other regions requires an increase of knowledge of that variety viticulture production.

In this work, patches of the Vinho Verde (Basto, Cávado, Lima, Monção and Melgaço) Alentejo, Dão and Trás-os-Montes regions were analysed. They were characterized in terms of meteorological data (temperature and rainfall) throughout maturation, bioclimatic indexes study with data from several years, soils analysis, bacteria and fungi present in both grapes and soils, musts and wines analysis. Each of the terroirs wines under study, were vinified in the same way in order to be able to evaluate their chemical composition by the concentration of phenolic and chemical compounds and also the assessment in a blind tasting, by a panel of winemakers, of the sensory profiles.

The results showed that the P9 patch (Chaves) gave rise to a wine of the Alvarinho variety with similar characteristics to a “Monção e Melgaço”. On the other hand, the Mondim de Basto and Vidigueira wines, are the ones that deviate the most from the varietal profile.

Key Words: *Soils, Climate, Microbiome, Phenolic Compounds, Volatile Compounds, Sensory Profile*

ÍNDICE

RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
Capítulo 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento geral e objetivos	1
1.2. A casta Alvarinho	2
1.3. Caracterização química da casta	4
1.4. A importância do <i>Terroir</i>	6
1.4.1. O clima e os índices bioclimáticos	7
1.4.2. O solo	11
1.4.3. Topografia	12
1.4.4. Microbioma	13
1.4.5. Características dos <i>Terroirs</i> das regiões vinícolas	17
Capítulo 2. MATERIAIS E MÉTODOS	20
2.1. Caracterização das parcelas e vinhas	20
2.2. Delineamento do plano de amostragem	20
2.2.1. Dados meteorológicos e índices bioclimáticos	20
2.2.2. Análise de solos	25
2.2.3. Análise do Microbioma das uvas e do solo	27
2.2.4. Análise de mostos	28
2.3. Análise de vinhos	29
2.3.1. Análise Química	29
2.3.2. Análise Sensorial	31
2.4. Tratamento estatístico dos resultados	32
Capítulo 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.1. Dados Meteorológicos e índices bioclimáticos	33
3.2. Análise de solos	40
3.3. Microbioma das uvas e do solo	43
3.4. Análise de Mostos	55
3.5. Perfil dos Vinhos	58
3.5.1. Análise Quantitativa	58
3.5.2. Análise Sensorial	69
Capítulo 4. CONCLUSÕES GERAIS	75
APÊNDICES E ANEXOS	79
BIBLIOGRAFIA	86

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Diferenças de perfis químicos de mostos/vinhos Alvarinho em diferentes locais de produção.	5
Tabela 2 Associação de cada uma das parcelas a uma estação meteorológica do IPMA.	21
Tabela 3 Interpretação dos resultados do IH.	21
Tabela 4 Interpretação dos resultados do IF por classes.	22
Tabela 5 Interpretação dos resultados do Ite e caracterização por zonas.	23
Tabela 6 Interpretação dos resultados do K e caracterização do regime hidrico.	24
Tabela 7 Valores de Temperatura (média, máxima e mínima) e Precipitação de cada quinzena nos últimos três meses de maturação antes da vindima.	33
Tabela 8 Principais índices bioclimáticos* de cada uma das parcelas em estudo.	36
Tabela 9 Resultados do estudo SPSS relativo aos índices bioclimáticos.	39
Tabela 10 Resultados da análise físico-química dos solos das parcelas*.	40
Tabela 11 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativos a diferenças nos parâmetros da análise dos solos com comparação entre grupos de regiões.	41
Tabela 12 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativos à análise das bactérias e fungos nas uvas e nos solos.	52
Tabela 13 Resultados da análise dos mostos das parcelas em estudo.	55
Tabela 14 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativo aos compostos fenólicos.	62
Tabela 15 Resultado estatístico ⁽¹⁾ relativo aos compostos voláteis.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Número de OTU's de bactérias e fungos presentes nas uvas de cada uma das parcelas em estudo.</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 2 Número de OTU's de bactérias e fungos presentes no solo de cada uma das parcelas em estudo.</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 3. Dendrograma de bactérias nas uvas de cada parcela em estudo.</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 4. Dendrograma de fungos nas uvas de cada parcela em estudo.....</i>	<i>46</i>
<i>Gráfico 5. Dendrograma de bactérias no solo de cada parcela em estudo.....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico 6. Dendrograma de fungos no solo de cada parcela em estudo.....</i>	<i>48</i>
<i>Gráfico 7. Diagramas de Venn das bactérias e fungos nas uvas e nos solos de MM, RVV e as restantes.</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 8. Concentração de compostos fenólicos nos vinhos.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 9. Concentração de compostos voláteis nos vinhos.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 10. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos de todas as parcelas em estudo.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 11. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos das parcelas da sub-região de Monção e Melgaço.</i>	<i>70</i>
<i>Gráfico 12. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos de cada uma das Regiões Vitivinícolas em estudo.</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico 13. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos de cada uma das sub-regiões em estudo.....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico 14. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos da sub-região de Monção e Melgaço e das outras sub-regiões da região dos Vinhos Verdes.....</i>	<i>73</i>

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento geral e objetivos

A presente dissertação decorreu no âmbito do projeto TERR@ALVA: definição e influência do *Terroir* na qualidade do vinho Alvarinho (POCI-01-0145-FEDER-024328) com coordenação da ESA-IPVC. Este projeto tem por propósito: (i) Conceber e aplicar ferramentas para a caracterização e zonagem do território vitivinícola (Terroir); (ii) Analisar o efeito do Terroir na tipicidade do vinho ao caracterizar os vinhos produzidos a partir da casta Alvarinho na sub-região de Monção e Melgaço (SRMM) e comparar com vinhos da mesma casta produzidos noutras sub-regiões da Região dos Vinhos Verdes (Basto, Cávado e Lima) e em outras regiões nacionais (Alentejo, Dão e Trás-os-Montes).

A ligação histórica, com referências ancestrais, desta casta à SRMM é reconhecida através da DOC “Vinho Verde Alvarinho” (Portaria n.º 668/2010). As atuais informações sobre o clima, topografia e uso do solo permitem destacar a sub-região SRMM como uma zona de produção de excelentes vinhos Alvarinho e indicam a importância de aumentar a investigação integrada do seu potencial vitivinícola. Esta necessidade de conhecimento é premente pelo alargamento da produção da casta a outras sub-regiões da Região dos Vinhos Verdes (RVV) (Portaria n.º 152/2015) A adaptação a esta realidade e a promoção dos vinhos exige uma análise e definição de Terroir da SRMM na relação com a tipicidade dos vinhos Alvarinho. O alargamento do estudo a outras regiões exige o aumento do conhecimento crítico para viabilizar os novos projetos e os fortes investimentos recentes na produção vitivinícola desta casta.

O projeto TERR@ALVA inclui a colaboração de instituições académicas, sector associativo e empresas além das atividades transversais de coordenação, gestão e disseminação do projeto nas seguintes atividades: (1) As condições e a zonagem das condições naturais à escala regional (Setembro 2017 – Setembro 2018); (2) zonagem da cartografia de aptidão à escala local (Janeiro 2018 – Setembro 2018); (3.1) Caracterização química e sensorial dos vinhos Alvarinhos (Agosto 2018 – Março 2019) e (3.2) Determinação da flora microbiana do mosto (Agosto 2018 – Novembro 2018). As atividades e objetivos centram-se na SRMM e no espaço transfronteiriço seguindo-se para outras parcelas de produção em outras regiões vitivinícolas com o objetivo de proceder a análises comparativas e análises de tipicidade dos vinhos Alvarinho.

As atividades previstas para o projeto visam contribuir para o desenvolvimento de métodos e instrumentos de definição de Terroir vitivinícolas (OIV/VITI 333/2010 e OIV-VITI 423-2012) e estabelecer bases de inovação em ferramentas de deteção da origem e garantia da autenticidade de produtos endógenos. Os resultados visam um maior conhecimento local e do

sector, maior capacitação dos agentes nos processos produtivos e promoção dos produtos contribuindo para sustentabilidade dos territórios e projetos vitivinícolas.

A dissertação de mestrado apenas incide sob o ponto 3.1. do projeto mencionado, ou seja, na caracterização química e sensorial dos vinhos Alvarinho, podendo ser considerada um complemento da generalidade do projeto. Esta tem por objetivo contribuir para a avaliação do perfil de vinhos da casta Alvarinho e verificar o efeito do local de produção nesse mesmo perfil. Assim, será efetuada uma caracterização química e sensorial dos vinhos e a sua inter-relação com condições de produção (incluindo solo e condições meteorológicas). São analisados vinhos produzidos em parcelas de várias regiões vitivinícolas: Região dos Vinhos Verdes (Basto, Lima, Cávado, Monção e Melgaço), Alentejo, Dão e Trás-os-Montes.

1.2. A casta Alvarinho

Segundo alguns historiadores a casta Alvarinho foi trazida para a Península Ibérica pelos monges da Ordem de *Cluny* durante o século XII. Chegou-se a pensar inclusive, mas desde cedo se abandonou essa ideia, que a casta se tratava de um clone da casta *Riesling* trazida da região da Alsácia Francesa. Um dos motivos que levou a descartar esta ideia prende-se com o facto de os registos conhecidos apenas datarem o *Riesling* do século XV e o Alvarinho em Portugal já aparecer referenciado no século XII (Robinson *et al*, 2013). O reconhecimento da existência da casta Alvarinho em Portugal tem uma origem histórica que se perde no tempo, apesar de não estar claramente estudada se é originária da Galiza ou do Norte de Portugal na região que compreende atualmente os concelhos de Monção e de Melgaço, mostrando esta casta uma grande diversidade morfológica, que geralmente indica que a variedade é bastante antiga (Robinson *et al*, 2013). No entanto, independentemente desta indefinição, é incontestável a relação ancestral entre a casta Alvarinho e a SRMM (Galhano, 1986), porque não só historicamente a casta aparece associada ao território que atualmente agrega os concelhos de Monção e Melgaço como também as diferenças do vinho produzido neste *Terroir*, comparativamente aos de outras sub-regiões dos Vinhos Verdes, foram desde cedo reconhecidas. Como refere Marques (2011), o vinho produzido nesta área geográfica é diferente, do ponto de vista das suas características alcoólicas e gustativas dos vinhos produzidos, por exemplo, nas sub-regiões de Basto e do Ave.

A casta Alvarinho é conhecida como sendo a casta nobre da Região dos Vinhos Verdes e devido à sua elevada qualidade a casta tem sido levada para outros pontos da Região, para além da SRMM, e para outras Regiões do país e mesmo para o estrangeiro. Os vinhos desta casta são dos que tem valores de mercado dos mais elevados a nível nacional. É também a 5.^a casta branca

mais utilizada no nosso país, ocupando uma área de 2224,21 hectares, o que representa 1% da área total de vinha plantada em Portugal (CVRVV, s/d.). Como mencionado anteriormente, apesar desta se encontrar espalhada por várias localizações geográficas do país, mais de 50% da área plantada encontra-se na SRMM (1444 hectares) e a restante área está distribuída pela Região dos Vinhos Verdes e por outras regiões como por exemplo a do Dão e da Península de Setúbal. A recomendação de uma casta para uma região demarcada é feita em função das qualidades e adaptação que estas adquirem em determinada região.

O Alvarinho é uma casta com um rendimento de produção baixo, na ordem dos 65 hectolitros por hectare e um custo de cultivo elevado influenciado em parte pelas características do terreno. Quanto à legislação, o rendimento em mosto que resulta da separação dos bagaços destinado à produção dos vinhos com direito à utilização na rotulagem da casta Alvarinho é de 65L por 100 kg de uvas, 10 litros menos que para as restantes uvas (Ministério da Agricultura e do Mar, 2015). A casta Alvarinho adapta-se bem ao porta-enxerto 196-17Cl; porta-enxertos como o SO4 ou R99 poderão usar-se em conformidade com o terreno (respetivamente mais fresco e mais seco). É uma casta sensível ao míldio e ao oídio, muito sensível à acariose e propensa à ESCA (Jorge, 2016).

Da extensa descrição ampelográfica da planta evidenciam-se três inflorescências por lançamento, com cachos muito pequenos, por vezes alados e medianamente compactos. Os bagos têm um tamanho médio, não uniforme, com cor verde amarelada e, quando demasiado expostos ao Sol, começam a apresentar um tom rosado, uma polpa mole e succulenta. A casta exige terrenos secos para potenciar a qualidade do vinho a que dá origem.

Os mostos são muito ricos em açúcares e originam vinhos leves, com aroma acentuado e com o teor alcoólico entre 11,5 – 12,5%, particularmente elevado comparativamente com os vinhos característicos da Região dos Vinhos Verdes, sendo que por este motivo existe uma regulamentação específica para os mesmos (Oliveira, 2000).

Para a produção do vinho verde Alvarinho, os mostos devem possuir um título alcoométrico natural mínimo de 10% vol.. Os vinhos com DO Alvarinho devem possuir um título alcoométrico volúmico total igual ou superior a 11,5 %. Aos vinhos da casta Alvarinho e outros com designativos de qualidade ou sub-região produtora é permitido um título alcoométrico volúmico total igual ou inferior a 14 %, devendo no primeiro caso, ser sempre igual ou superior a 11,5 % (Decreto-Lei n.º93/2006 de 25 de Maio). A acidez fixa, expressa em g/L de ácido tartárico, deve ser igual ou superior a 4,5 g/L para o vinho Alvarinho no caso de menção da sub-região produtora (Garrido, 1984).

1.3. Caracterização química da casta

O aroma faz parte da personalidade do vinho e ajuda a defini-lo enológica e qualitativamente. A produção de aroma é influenciada por fatores ambientais (solo, clima), tipo de casta, maturação, condições de fermentação, fatores biológicos (leveduras e bactérias) e pelo processo de produção e envelhecimento. Os compostos odoríferos desempenham um papel fundamental na caracterização do perfil aromático, que é específico de cada vinho. Uma vez que, na maioria dos vinhos, o aroma típico é constituído por vários componentes com uma proporção específica entre si, a compreensão destes componentes pode contribuir para o controlo de qualidade e pode ter um impacto para a viticultura e para o processo tecnológico do vinho (Bonino *et al.*, 2002). Os vinhos Alvarinho são normalmente reconhecidos pela sua cor intensa, palha, com reflexos citrinos, aroma distinto, delicado e complexo, que vai desde notas de marmelo, pêssigo, banana, limão, maracujá e a litchia (carácter frutado), a flor de laranjeira e violeta (carácter floral), a avelã e noz (carácter amendoado) e a mel (carácter caramelizado). Estes caracteres aromáticos presentes nos vinhos variam de região para região e, inclusive, dentro da própria região, porque como mencionado anteriormente as substâncias odoríferas presentes nos vinhos dependem dos compostos que os mesmos apresentam (Pereira, 2010). Na **Tabela 1** são apresentados os resultados do estudo realizado por Oliveira (2000), Falqué *et al* (2008) e Vilanova *et al* (2016). O primeiro debruçou o seu estudo na determinação do perfil aromático de mostos e vinhos da casta Alvarinho em duas sub-regiões distintas da Região dos Vinhos Verdes (Monção e Lima) para a vindima de 1998. Falqué e os seus colaboradores realizaram um estudo sobre a composição de compostos voláteis de vinhos monovarietais produzidos com uvas *Albariño* de três zonas diferentes da região de Rias Baixas (Galiza) em quatro anos consecutivos (1993-1995). As condições edafoclimáticas das três zonas foram referidas como diferentes, esperando-se que a composição dos vinhos fosse diferente. Neste estudo, os autores referiram não terem sido observadas diferenças significativas entre vinhos da mesma zona e entre anos de vindima diferentes. Contudo, o estudo evidenciou diferenças entre os vinhos de diferentes zonas o que demonstrou e evidenciou o *Terroir* (Falqué *et al.*, 2008). Já o trabalho realizado por Vilanova (2016) tinha por objetivo perceber a composição volátil de vinhos produzidos no Noroeste da Península Ibérica (Galiza e Douro) a partir das castas Alvarinho, Loureiro, Caiño Blanco e Godello separadamente e misturadas., no entanto o seu estudo permite utilizar os dados de forma a completar a tabela e ter-se uma maior perceção das diferenças dos perfis dos mostos/vinhos da casta Alvarinho em diferentes zonas.

Tabela 1 Diferenças de perfis químicos de mostos/vinhos Alvarinho em diferentes locais de produção.

COMPOSTOS	OLIVEIRA (2000)			FALQUÉ ET AL. (2008)			VILANOVA ET AL. (2016)	
	Alvarinho (AV), EVAG, Paçô - Arcos de Valdevez	Alvarinho Monção (SS), Serrade, Mazedo	Alvarinho Monção (CR), Lagoa, Mazedo	Albariño (R), O Rosal, Rias Baixas	Albariño (C), Condado do Tea, Rias Baixas	Albariño (S), Vale do Salnés, Rias Baixas	Alvarinho - Galiza	Alvarinho - Douro
<i>(Mosto-M/Vinho-V)</i>	Ano vindima - 1998			Ano vindima-1995			Ano vindima - 2015	
Acidez Total (Ácido Tartárico) (Mg/L) (M/V)	10,3/11,1	6,7/7,6	6,0/6,9	ND	ND	ND	ND/7,05	ND/8,5
M-Teor em Açúcares (g/L)	ND/206,8	ND/223,6	ND/229,5	ND	ND	ND		
V-Título Alcoométrico (%)	ND/12,6	ND/12,6	ND/13,9	ND	ND	ND	ND/13,82	ND/11,7
V-Açúcares Redutores (g/L)	ND/1,5	ND/3,4	ND/2,9	ND	ND	ND		
V- Acidez Fixa (Ácido Tartárico) (mg/L)	ND/11,1	ND/7,6	ND/6,9	ND	ND	ND		ND/8,13
Compostos C6 Totais (µg/L) (M/V)	479,6/958,6	439,2/858,2	401,7/795,0	ND	ND	ND	ND/586,85	
Álcoois, Total (mg/L) (M/V)	94,0/102,388	49,8/89,181	34,5/86,366	ND/298	ND/242,84	ND/277,97	ND/38,55	
Ésteres Etilícos de Ácidos Gordos Totais (mg/L) (M/V)	vest./1,2264	0,1/1,7055	vest./2,0641	ND/14,298	ND/12,144	ND/33,076	ND/13,133	
Álcoois Monoterpénicos Totais (µg/L) (M/V)	7,9/92,9	9,2/217,5	6,4/141,2	ND/198	ND/231	ND/150		
Óxidos e Dióis Monoterpénicos Totais (µg/L) (M/V)	20,0/122,7	19,3/302,4	18,4/292,4	ND	ND	ND		
Norisoprenóides em C13 Totais (µg/L) (M/V)	0,6/15,6	0,0/22,2	0,2/19,2	ND	ND	ND	ND/65,65	
Fenóis Voláteis Totais (µg/L) (M/V)	5,5/98,6	3,6/121,42	3,3/144,0	ND/952	ND/1611	ND/158	ND/129,03	ND/1,48

1.4. A importância do *Terroir*

Os produtores de vinho utilizam o termo "*Terroir*", que deriva do francês *terre* (significa terra) para se referirem às características específicas de um lugar que confere qualidades únicas às uvas produzidas e aos vinhos resultantes, tornando-os reconhecidos e inimitáveis.

Estas designações permitem identificar a origem geográfica das uvas utilizadas na produção dos vinhos pois referem-se diretamente à topografia, orografia, geologia, pedologia, drenagem, clima e microclima, condução da vinha, castas, porta-enxertos, latitude, altitude, solo, entre outras características (Cross *et al.*, 2011). Assim, o *Terroir* é tudo isto mas a uma escala parcelar com uma dimensão limitada e bem definida. Para Afonso (2009), um *Terroir* é a comunhão de duas realidades: o melhor da Natureza e o melhor do Homem, em busca da expressão perfeita do progresso num copo de vinho.

Recentemente, após longos anos de debate, a *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (Resolução OIV/Viti 333/2010) definiu oficialmente o "*Terroir*" vitivinícola como sendo: "conceito que se refere a uma área na qual o conhecimento coletivo das interações entre o ambiente físico e biológico identificável e as práticas vitivinícolas desenvolvidas, proporcionaram características distintivas aos produtos originários desta área".

Neste quadro, o conceito de *Terroir* é evolutivo, multidimensional e complexo (Vaudour *et al.*, 2014) e inclui as componentes associadas: (i) ao meio natural e biofísico (clima, topografia, geologia, vegetação e solo); (ii) aos recursos e o material vegetal (porta-enxertos/castas) na sua relação com as práticas culturais (iii) ao património e recursos culturais implícita a aspetos sociais, organizacionais, económicos e políticos.

A complexidade inerente ao conceito e às metodologias de definição de *Terroir* encontram uma relação e importância associada às ciências do solo, gestão e economia vitícola. As diversas metodologias de definição e cartografia exploram métodos que permitam a classificação de unidades ou zonas homogéneas.

A identificação e caracterização da unidade *Terroir* são os principais objetivos dos estudos de zonagem vitícola de forma a permitir delimitar as zonas que são suscetíveis de produzir uvas ou vinhos de composição semelhante, com características diferenciadoras, e também apoiar a tomada de decisão ao nível operacional nas várias fases de produção. Em abordagens tradicionais, a zonagem tem sido realizada através da avaliação do impacto de parâmetros únicos do *Terroir* na qualidade da uva: clima, solo, topografia, microbioma, casta e porta-enxerto (Nuñez *et al.*, 2011). Estes parâmetros não só influenciam os fatores de produção como também afetam as características finais do vinho.

1.4.1. O clima e os índices bioclimáticos

As regiões produtoras de vinho mais importantes do Mundo encontram-se, maioritariamente, nas latitudes médias. No Hemisfério Norte, essas regiões correspondem, em termos gerais, às regiões de latitude entre 30°N e 50°N.

A vinha é uma planta que possui grande adaptação a condições climáticas extremamente alteradas no entanto, os fatores ambientais como o clima e o solo intervêm de uma forma evidente na qualidade das uvas e, conseqüentemente, na qualidade do vinho. Assim, o clima de uma região vitícola determina o vinho produzido mas, ano a ano, a instabilidade do mesmo pode ter um impacto mais imediato. Num ano mais quente tende a produção de vinhos com teores de açúcares mais elevados e menor acidez e taninos, enquanto num ano mais frio tende a produção de um vinho mais ácido (Schultz *et al.* 2010).

Quando as variedades de uma dada região estão perfeitamente adaptadas às condições edafoclimáticas da mesma é possível, na grande maioria dos anos, obterem-se condições de maturação perfeitas e conseguir regularmente uma produção de qualidade (Clímaco *et al.*, 2012).

Segundo Huglin e Schneider (1998) para a obtenção de vinhos tintos com uma cor ótima as condições climáticas frescas ou muito quentes são adversas, por outro lado, o potencial aromático de variedades brancas só se exprime totalmente em climas temperados frescos, onde a maturação é lenta e prolongada.

Para a caracterização e delimitação das regiões vitícolas utilizam-se métodos bioclimáticos, pedológicos, bio-ecológicos e agro-meteorológicos. Os elementos climáticos obtidos podem ser utilizados para estudo do macroclima, do mesoclima e do microclima. O macroclima ou clima regional descreve o clima médio padrão de uma dada região a partir de dados meteorológicos obtidos em várias estações meteorológicas. O mesoclima ou clima local corresponde a uma situação particular do macroclima e é obtido por uma estação meteorológica. O microclima ou clima da planta descreve o clima medido ao nível da cultura através de aparelhos colocados sobre a planta (Tarara *et al.*, 2012).

Os principais elementos climáticos utilizados são a temperatura, a exposição solar, a precipitação e o vento. A temperatura e exposição solar intervêm na fotossíntese, influenciando todas as reações metabólicas. A precipitação afeta a duração do ciclo de crescimento e as condições fitossanitárias. O vento pode ter uma ação mecânica sobre a vegetação, mas também influenciar as condições da planta.

Para que a fenologia da vinha inicie a temperatura média deve ser superior a 10°C, sendo o dia 1 de Abril utilizado como ponto de referência. O ciclo vegetativo da videira tem diferentes fases

de desenvolvimento acionadas por temperaturas do ar adequadas, precipitação e exposições solares, o que lhes confere uma cronologia típica que pode servir como padrão para a aferição da qualidade das uvas.

Ainda assim, o tempo entre as fases fenológicas varia com a casta, com o clima e com a localização da vinha e este sincronismo está diretamente relacionado com o rendimento e a qualidade das uvas e dos vinhos. Quanto mais cedo uma fase é alcançada num certo ano, melhor será a qualidade e maior será o rendimento nesse mesmo ano (Fraga *et al.*, 2014).

A quantidade de precipitação no local da vinha é um importante fator para que haja uma melhor adaptação da videira ao local e uma maior qualidade das uvas. É vital para a saúde e sucesso de uma videira que os solos não fiquem encharcados, o que não só promove a podridão da raiz, como também diferenças fisiológicas no desenvolvimento das uvas. A distribuição temporal da quantidade de precipitação é crucial pois, a precipitação que ocorre imediatamente antes da colheita pode afetar o teor de açúcar, o que resultaria na produção de menos de álcool durante a fermentação (Kubach, 2012).

Existe uma teoria perpetuada entre os viticultores que defende que o excesso de precipitação, particularmente em Setembro e Outubro, é prejudicial porque o *stress* hídrico nessa fase é essencial para aumentar a qualidade das uvas. Segundo Kubach (2012), as videiras que sofrem algum déficit de água, durante o período de maturação (do pintor em diante), produzem menos e menores uvas, mas originam vinhos com maior composição fenólica e de melhor qualidade. No entanto, o excesso de *stress* hídrico é prejudicial para o desenvolvimento do fruto, sendo por isso necessário monitorizar a irrigação (Kubach, 2012).

Em suma, o clima é um sistema complexo que necessita da integração de todos os fatores porque todos eles têm influência nas fases do ciclo biológico da videira, o que determina a distribuição geográfica da cultura. Para definir o clima específico de uma vinha utilizam-se estações meteorológicas que, normalmente, são muito distantes do local específico não permitindo destacar as variações microclimáticas. Diante desse problema da rede convencional de estações meteorológicas é necessário proceder à introdução de dispositivos adequados para medições em escalas mais reduzidas, de forma a identificar e compreender a forte variabilidade espacial dos fatores climáticos (Reis, 2002).

Dentro dos vários fatores climáticos, a temperatura tem um papel central influenciando o ciclo vegetativo e reprodutivo, como mencionado anteriormente. Desta forma, vários investigadores propuseram diversos índices bioclimáticos baseados na mesma. Para além da temperatura, a disponibilidade hídrica tem também um importante papel, sobretudo em regiões quentes e secas como é o caso das regiões de clima Mediterrânico (Quénol *et al.*, 2004).

Os índices bioclimáticos (IB) são usados sobretudo como ferramentas de zonagem vitícola, com o objetivo de classificar e comparar a aptidão das regiões para a produção de uvas, de identificar e caracterizar novas áreas de plantação e de determinar as melhores castas a plantar em cada uma das regiões. Mais recentemente, os IB são usados para estimar o potencial de maturação, no entanto, na maioria dos casos, os modelos obtidos apenas explicam uma baixa proporção da variabilidade da composição da uva no momento da vindima.

A principal razão que justifica a fraca correspondência dos IB com a composição das uvas é o facto de os índices apenas considerarem como parâmetro climático a temperatura e o período global do abrolhamento à vindima, não fornecendo qualquer indicação sobre cada uma das fases intermédias do ciclo biológico, como por exemplo, o período de maturação das uvas (Egipto *et al.*, 2013).

O sistema de Classificação Climática Multicritério (CCM) Geovíticola, proposto por Tonietto e Carbonneau (2000) é referenciado como sendo o melhor sistema para caracterizar o clima de uma dada região. Este simplificou e modificou as equações para calcular os índices que já eram conhecidos na área da viticultura, aperfeiçoando-as para que se pudessem realizar melhores zonagens das zonas produtoras de vinhos. Os índices climáticos utilizados pelo sistema são o índice de seca, o índice Heliotérmico e o índice de Frio noturno. Estes são importantes para a caracterização das potencialidades climáticas de uma região e são fortemente ligados ao potencial qualitativo e às características da uva e dos produtos vinícolas. Para uma melhor zonagem da região, utilizam-se, além destes, outros índices bioclimáticos, sendo os principais descritos em seguida (Agrocontrol, s/data; Seoane, 2006; Pérez-Gregório *et al.* 2012; Castro, 2013)

➤ Índice de seca (IS)

O índice de seca faz um balanço da quantidade de água disponível para a videira, durante as fases de crescimento e maturação da planta, ou seja de Abril a Setembro, para o hemisfério Norte. Este permite detetar a ocorrência de períodos de seca classificando-os em termos de intensidade.

➤ Índice Heliotérmico de Huglin (IH)

Este índice é utilizado na viticultura para determinar a adequação de uma zona para o cultivo da videira, pois indica a capacidade de maturação da região (produção de açúcares) pois, além de incorporar a temperatura média e a duração do dia tem em conta a temperatura máxima diária de forma a maximizar as potencialidades de fotossíntese do local. É considerado o período entre 1 de Abril e 30 de Setembro.

➤ Índice de Frio noturno (IF)

O frio noturno corresponde à média das temperaturas mínimas registadas no mês da colheita estando relacionado com a qualidade de maturação (aromas, coloração) da região, pois a ocorrência de noites amenas no final do processo de maturação da videira, em pleno Verão, proporciona mais cor e riqueza de aromas ao vinho. É definido como a média das temperaturas mínimas em Setembro e a sua introdução melhorou a avaliação do potencial qualitativo das regiões vitícolas.

➤ Índice de Winkler e Amerine (Ite)

Este índice é extremamente simples e tem apenas em conta a soma das temperaturas médias diárias superiores a 10°C (temperatura considerada como zero vegetativo para a vinha) no período entre 1 de Abril e 31 de Outubro. Este permite estabelecer cinco zonas consoante as amplitudes obtidas com o seu cálculo.

➤ Índice Heliotérmico de Branas (Ih)

Este considera as temperaturas médias diárias superiores a 10°C e a soma do comprimento do dia, durante o período de 1 de Abril a 31 de Outubro. Tem a vantagem de ter em conta a luminosidade diária que compensa parcialmente, nas latitudes elevadas, o maior ângulo de incidência dos raios solares.

➤ Índice Hidrotérmico de Selianinov (K)

O índice hidrotérmico tem por objetivo definir grandes zonas vitícolas em função das disponibilidades hídricas naturais, sendo usado para determinar a duração e intensidade do período de seca. Este é calculado a partir da razão entre a precipitação mensal e as temperaturas ativas durante o período de 1 de Março a 30 de Novembro.

➤ Índice Hidrotérmico de Branas, Bernon e Levadoux (P)

Este índice permite estudar a influência da temperatura e da precipitação no rendimento das uvas e na qualidade do vinho por nos dar a conhecer a possibilidade de ataques de míldio. É obtido pelo produto dos valores da precipitação mensal com a temperatura média mensal no período compreendido entre 1 de Abril a 31 de Agosto.

➤ Índice de Hidalgo (Ibc)

Este surge como uma alteração no índice bioclimático de Constantinescu de forma a torná-lo mais sensível ao ambiente pois até a precipitação que ocorre no período de dormência da videira pode ter uma importância decisiva na sua produção. Assim este índice pretende avaliar a possibilidade de cultivo da vinha, sem irrigação, relacionando as temperaturas ativas (temperaturas superiores a 10°C) e a iluminação, que são os principais responsáveis pela fotossíntese, com a precipitação anual.

➤ Índice de Continentalidade

A continentalidade retrata a variação da temperatura durante o ano. Um clima é mais continentalizado (menos oceânico) quanto maior for a amplitude térmica anual. Por exemplo, Garrido e Castro (1997) compararam elementos caracterizadores do clima de dois locais da região dos Vinhos Verdes com outras regiões do mundo constatando que, os valores obtidos desses dois locais era muito próximo dos valores de Bordéus, região onde se produzem os melhores vinhos tintos do mundo.

1.4.2. O solo

O solo é um dos fatores mais importantes para uma boa qualidade das uvas. Este desempenha um papel fundamental na composição dos bagos no entanto, existe uma enorme variedade de solos em que é possível proceder ao cultivo de videiras. Estes distinguem-se pelas suas características físicas (cor, textura, estrutura, porosidade, permeabilidade), químicas (poder de absorção, pH, composição química) e biológicas que condicionam a sua fertilidade.

Segundo Seguin (1983), a vinha para produção de vinho de qualidade prefere solos pobres ou pouco férteis e este afirma, também, que as características físicas do solo e em particular a capacidade que ele tem de fornecer uma humidade relativa à videira durante a fase de maturação são os fatores essenciais para a qualidade do vinho.

A videira tem necessidades nutritivas baixas por isso é compatível com solos de fertilidade baixa, necessitando principalmente de três elementos: azoto, potássio e fósforo em quantidades baixas ou moderadas e quantidades residuais de magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e boro. As suas necessidades em água são também pequenas e é comum referir-se que em termos de qualidade máxima é aconselhável um moderado *stress* hídrico na fase de maturação.

Se o solo fornece uma quantidade certa de água e nutrientes, a planta desenvolverá um crescimento vegetativo com folhas de tamanho médio ou pequeno e cachos bem expostos e arejados com bagos pequenos. Caso haja muito alimento, principalmente azoto ou potássio, o solo mal drenado ou com excesso de rega, a videira terá um crescimento vegetativo exuberante com cachos de bagos grandes mas mais sujeitos ao ataque de fungos e bactérias., sendo o vinho produzido de fraca qualidade (Pereira, 2005).

Consoante as diferentes regiões, os produtores devem adaptar as suas variedades e as técnicas às condições ambientais, especialmente no que diz respeito à integração do solo. Não existe apenas um tipo de solo que produz uvas com alto potencial, mas vários, pois diferentes conjuntos de composições físico-químicas do solo podem permitir uma elevada produção e, por isso, influenciar na qualidade e composição das uvas.

Existem videiras cultivadas desde solos de cascalho e areia, a solos de argila e calcário e a solos cuja textura é uma mistura de areia e argila. Este facto demonstra que a qualidade do solo da videira não está necessariamente ligado a um tipo de textura definida, no entanto, a geologia pode originar um vinho típico sendo esse local considerado uma zona privilegiada para a viticultura (Guilloux *et al.*, 1978).

Porém, existem algumas características consideradas importantes na constituição de um solo para a produção de uvas e para a obtenção de vinhos de qualidade:

- Solo moderadamente profundo ou sobre um extrato de rocha -mãe “podre” que permita o avanço das raízes e o seu abastecimento moderado em água.
- Textura fina de preferência com calhaus numerosos tanto no perfil como à superfície.
- Drenagem natural e fácil.
- Matéria orgânica que satisfaça as necessidades básicas da planta e promova uma intensa e saudável fauna subterrânea.
- Solo pouco fértil que forneça apenas os minerais suficientes para um crescimento saudável e pouco vigoroso da videira (Afonso, 2009a).

1.4.3. Topografia

Os elementos topográficos representam um fator-chave que influencia as características vitícolas e enológicas de uma determinada região. Entre os elementos topográficos mais importantes para a viticultura estão a altitude, o grau de inclinação (declive) e a exposição. A altitude pode ter um impacto significativo nas temperaturas da vinha (ou seja, no gradiente vertical de temperatura), exercendo uma forte influência na seleção das parcelas para plantação e nas variedades escolhidas. Segundo Tabares *et al.* (2002), as baixas altitudes favorecem a biossíntese de compostos fenólicos mas as altas beneficiam a relação entre o teor de açúcar e a acidez, originando vinhos com mais “corpo” e de aromas mais complexos (Tabares *et al.*, 2002). É considerado um *Terroir* de altitude elevada quando se encontra a uma altura em que o ambiente climático mudou o suficiente para fazer a diferença nas uvas.

Em climas mais quentes, a altitude elevada é uma coisa particularmente positiva, pois com a altitude as temperaturas caem significativamente à noite e isso significa que as uvas amadurecem sob o sol quente durante o dia, mas as temperaturas mais baixas da noite permitem que os açúcares se concentrem e os ácidos se desenvolvam, de modo a que os vinhos resultantes sejam frutados, mas nunca flácidos.

O grau de inclinação do terreno afeta o microclima (por exemplo, através da exposição solar), a erosão do solo, a drenagem de água e as práticas de cultivo. Um declive acentuado costuma “andar de mãos dadas” com *Terroirs* de alta altitude, pois normalmente tratam-se de parcelas de bastante inclinação. Este fator permite que os terrenos tenham ótimas drenagens e, por isso, a água está menos acessível para a planta, que se encontra muitas vezes em *stress* hídrico acabando por desenvolver raízes mais profundas. Ao depositarem tanta energia nesta procura da água, as videiras apresentam menos bagos porém com aromas mais complexos e concentrados. As raízes mais profundas também permitem que a videira capte mais oligoelementos dos solos, o que torna o *Terroir* mais evidente nos vinhos (Tabares *et al.*, 2002). Já a exposição refere-se à direção da bússola para qual o terreno está voltado (por exemplo, exposição norte/sul), influenciando o fluxo de radiação solar à superfície o que é determinante para a seleção do local. Quanto maior a altitude, mais intensa a luz do sol em termos de UV. Esta maior quantidade de UV faz com que as uvas desenvolvam películas mais escuras e espessas para se protegerem das queimaduras solares. Consequentemente, películas mais espessas significam maior estrutura e caráter, o que as torna os vinhos resultantes mais capazes para o envelhecimento.

Estes elementos aumentam ainda mais a singularidade das regiões vitícolas, pois influenciam as práticas culturais e de manuseamento. Normalmente, os produtores tendem a selecionar a orientação da linha de acordo com o aspeto geográfico do terreno (por exemplo, exposição norte/sul) de forma a otimizar a radiação solar interceptada nas vinhas. Por exemplo, em terrenos com um declive muito acentuado, é habitual implementar muros (socalcos) para facilitar a mecanização e a diminuir a erosão do solo (Fraga *et al.*, 2014).

Por todas as razões acima mencionadas, as vinhas de altitude elevada podem ser consideradas extremas em termos de vinificação. No entanto, os vinhos resultantes terão muito caráter, sabor e aroma, além de bons taninos e acidez, ou seja, todas as qualidades reconhecidas para um vinho verdadeiramente fino e de qualidade.

1.4.4. Microbioma

O interesse no processo de vinificação permitiu o desenvolvimento e o estudo de diversas tecnologias de fermentação. Desde a época de Pasteur que as leveduras e a fermentação alcoólica têm desencadeado diversas pesquisas nas áreas da microbiologia, bioquímica e até na genética e biologia molecular.

Atualmente sabe-se que as leveduras desempenham um papel fundamental na determinação do corpo, viscosidade, cor, aroma e sabor dos vinhos (Teixeira, 2011).

As características únicas e típicas a cada casta provêm dos fenômenos que ocorrem durante a maturação como o crescimento dos bagos, acumulação de açúcares, formação de taninos, coloração da pele, diminuição dos ácidos, formação de aromas varietais e também dos microrganismos presentes na película (Peynaud, 1993).

A maioria dos estudos concentra-se no microbioma presente à superfície dos bagos que afetam o estado sanitário das uvas e podem ter influência direta no processo de vinificação e, portanto, na qualidade do vinho. No entanto, também o solo serve como um reservatório primário para possíveis bactérias e fungos associados à videira e aos vinhos. Segundo Martins *et al.* (2013) a película é a zona com maior diversidade e riqueza de espécies e a que apresenta mais semelhanças com o solo.

As interações planta-microbioma são dinâmicas e complexas em termos de associações benéficas e nocivas desempenhando papéis fundamentais no crescimento das plantas, tolerância a tensões, nutrição, produtividade e qualidade do produto final.

- **Microorganismos das uvas**

A população microbiana presente nos bagos desempenha um papel fundamental na produção de vinho, no entanto apesar das uvas possuírem uma complexa dinâmica microbiológica, que inclui fungos filamentosos, leveduras e bactérias, apenas alguns destes microrganismos podem afetar, de forma positiva ou negativa, o vinho por terem a capacidade de sobreviver e de se desenvolverem no mesmo. Uma vez que a diversidade microbiana da uva depende do estado de maturação da mesma e da disponibilidade de nutrientes, o consórcio microbiano é dividido pelos microrganismos isolados no início da maturação (essencialmente leveduras basidiomicetas e bactérias lácticas) e pelos microrganismos encontrados no final da mesma (leveduras ascomicetas fracamente fermentativas). Quando o fruto se encontra danificado são encontradas bactérias acéticas e leveduras ascomicetas fortemente fermentativas, contudo a presença de microrganismos não é só afetada pelo estado de maturação e pela disponibilidade de nutrientes, como também pelas condições climáticas, pragas, tratamentos fitofarmacêuticos e fatores biótico (localização geográfica).

A densidade populacional de leveduras indígenas em uvas sãs varia entre as 10² e 10⁴ UFC.g⁻¹, com predominância dos gêneros *Kloeckera* e *Hanseniaspora*. Em menor concentração, as leveduras ascomicetas dos gêneros *Candida*, *Pichia*, *Metschnikowia* e *Kluyveromyces* e leveduras basidiomicetas dos gêneros *Rhodotorula* e *Cryptococcus* (Pretorius *et al.*, 1999). No entanto, *Saccharomyces cerevisiae* e *Brettanomyces bruxellensis* raramente se encontram na superfície das uvas, contudo uvas danificadas apresentam uma maior densidade populacional,

cerca de 106 a 108 UFC.g-1, devido à maior disponibilidade de nutrientes, o que pode atrair insetos, vetores de variados microrganismos (Barata *et al.*, 2012). Devido a uma maior proliferação de leveduras ascomicetas fermentativas, como, por exemplo, *Pichia spp.*, *Zygosacharomyces spp.*, *Zygoascus spp.* e *Torulaspota spp.*, as leveduras ascomicetas dos génerose *Kloeckera* deixam de ser as predominantes, ao contrário do que é verificado em uvas sãs, sendo também possível encontrar leveduras basidiomicetas (Barata *et al.*, 2008). Porém, apesar de serem encontradas leveduras basidiomicetas na superfície das uvas, quer sãs quer danificadas, estas não possuem qualquer importância a nível enológico, visto não serem capazes de fermentar açúcares, tolerar elevadas concentrações de etanol, nem de produzir compostos que alterem o vinho (Sabate *et al.*, 2002).

Quanto às bactérias lácticas, estas são fracamente afetadas pelo estado de maturação da uva, variando entre as 102 e 103 UFC.g-1, em uvas sãs e danificadas. As encontradas mais frequentemente nas uvas são as pertencentes aos géneros *Lactobacillus* (nomeadamente *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus hilgardii* e *Lactobacillus casei*), *Leuconostoc* (*Leuconostoc mesenteroides* e *Leuconostoc dextranicum*) e *Pediococcus* (*Pediococcus parvulus*, *Pediococcus damnosus* e *Pediococcus pentasaceus*). Contudo, tal como acontece com a principal levedura responsável pela fermentação alcoólica, também a bactéria mais importante na fermentação malolática (*Oenococcus oeni*) raramente é isolada da uva, devido à sua baixa frequência e concentração.

As bactérias acéticas, ao contrário das anteriores, são bastante afetadas pelo estado de maturação da uva, sendo que em uvas sãs e maduras é possível encontrar uma população com cerca de 10 UFC.g-1 e em uvas danificadas a densidade populacional aumenta para aproximadamente 106 UFC.g-1 (Barbe *et al.*, 2001). As principais bactérias acéticas isoladas de uvas sãs são pertencentes aos géneros *Gluconobacter*, tal como *Gluconobacter oxydans*, *Gluconoacetobacter*, nomeadamente *Gluconoacetobacter saccharivorans*, podendo também ser encontradas algumas do género *Acetobacter*.

- **Microrganismos do solo**

O solo em que as videiras são cultivadas confere uma qualidade única às uvas e ao vinho também devido aos fatores bióticos presentes no mesmo. Este é um reservatório de diversos microrganismos, como bactérias e leveduras, sendo a sua composição microbiana influenciada pelas condições climáticas, comunidades de plantas existentes no mesmo e pelas suas características (Willey *et al.*, 2008). No caso das leveduras, estas podem ser encontradas em concentrações que variam desde as 10 a 106 UFC.g-1 de solo. Nos solos que contêm árvores

de fruto são encontradas, em maior quantidade, leveduras basidiomicetas pertencentes aos gêneros *Cryptococcus*, *Rhodotorula* e *Sporobolomyces*, em detrimento das ascomicetas, maioritariamente pertencentes aos gêneros *Candida*, *Debaryomyces*, *Pichia*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia* e *Torulaspota*. Assim, dos gêneros mencionados é possível encontrar no solo algumas leveduras responsáveis pela produção e alteração do vinho como *Debaryomyces hansenii*, *Hanseniaspora uvarum* e *Pichia guilliermondi*.

A população bacteriana dos solos pode variar entre as 10⁹ e 10¹⁰ UFC.g⁻¹ de solo, mas de bactérias com interesse enológico, ou seja, bactérias lácticas e acéticas, apenas há registos de isolamentos das primeiras, embora sejam bastante escassas (Chen *et al.*, 2005). Deste modo, em solos em contacto com a rizosfera, as principais bactérias lácticas encontradas pertencem aos gêneros *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Weissella* e *Leuconostoc*, podendo ser encontradas espécies pertencentes ao consórcio microbiano do vinho, como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* e *Leuconostoc mesenteroides*.

Num estudo realizado por Herderich *et al.* (2012), o sabor e o aroma “apimentados” de alguns vinhos australianos da casta Syrah de climas mais frios têm sido associados aos microrganismos presentes no *Terroir*, porque este carácter também foi observado em outros vinhos de climas frios mas de outras castas. Segundo eles, isto deve-se à presença de rotundona, um sesquiterpeno originário dos bagos sendo que a sua concentração é espacialmente relacionada à variação na terra subjacente à vinha, com os padrões de variação espacial estáveis entre as estações. Assim, foi possível identificar zonas dentro da vinha em que a concentração de rotundona nos bagos era caracteristicamente menor ou maior. Embora a variação no solo e na topografia tenha sido proposta como responsável pela variação na concentração de rotundona Herderich *et al.* (2012), comprovaram que a formação deste sesquiterpeno pode ser uma resposta metabólica aos microrganismos do solo, que podem desempenhar papéis específicos na produtividade e na incidência/resistência de doenças por parte da videira originando compostos aromáticos nos bagos (Zarraonaindia *et al.*, 2015).

As raízes das plantas são colonizadas por um conjunto de organismos, que formam o microbioma do solo e criam comunidades de rizosfera e endosfera enriquecidas com espécies específicas. A composição deste microbioma depende tanto de fatores abióticos (pH, carbono orgânico e razão C/N) como fatores bióticos (tipo de planta) e as suas variações podem causar diferenças no funcionamento biológico da planta e, conseqüentemente, na produtividade da mesma. No entanto, as comunidades radiculares e endofíticas de diferentes solos contêm comunidades sobrepostas e de baixa complexidade. No geral, sugere-se que as diferenças no microbioma do solo da vinha em termos de estrutura, diversidade e atividade microbiana podem

contribuir potencialmente para a variação na composição da uva e do vinho e para as características sensoriais dos mesmos (Camilo, 2014).

No **ANEXO 1** podemos verificar a relação entre os compostos voláteis presentes nos vinhos, os aromas que lhes são característicos, as castas onde estão mais presentes (onde são mais típicos) e as leveduras/bactérias que estão associadas à sua produção (compilação de estudos de outros autores).

1.4.5. Características dos *Terroirs* das regiões vinícolas

A Denominação de Origem designa vinhos cujas características e individualidade são indissociáveis de uma determinada região, sendo vinhos originários da mesma ou vinhos cujas características se devem essencial ou exclusivamente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos. Para beneficiar de uma Denominação de Origem, o processo de produção do vinho é rigorosamente controlado, desde a vinha até ao consumidor, cumprindo a seleção de castas autorizadas, os métodos de vinificação e as características organoléticas, cabendo às Comissões Vitivinícolas Regionais fazer esse controlo, garantindo a genuinidade dentro daquilo que é cada uma das suas regiões demarcadas (Lei nº. 8/85, de 4 de Junho).

a) A **Região dos Vinhos Verdes**: o solo é pouco fértil e o clima fortemente condicionado pelas características do relevo e pela organização da rede fluvial da Região, que origina uma média de 1500 mm do regime anual de precipitação e com uma distribuição irregular (maior incidência no Inverno e na Primavera). Em simetria com a precipitação está a temperatura do ar onde se observa que as temperaturas mais altas coincidem com as precipitações mais baixas (tempo quente e seco) e as temperaturas mais baixas com as precipitações mais altas (tempo frio e chuvoso) (CVRVV, 2014). Os Vinhos Verdes brancos são vinhos jovens, com elevada acidez e médio teor alcoólico, sendo muito apreciados pelos seus aromas frutados e por vezes florais. Supõe-se que esta tipicidade esteja ligada, pelo menos em parte, aos aromas varietais, pelo que a tecnologia utilizada na sua elaboração procura, por isso mesmo, preservar ao máximo as características da uva de onde provêm (Oliveira, 2000).

- Sub-região de Monção e Melgaço: possui um microclima muito particular, sendo exclusiva nas castas Alvarinho (branca) e Pedral (tinta) e divide com a sub-região de Baião a recomendação para o Alvarelhão (tinta), três castas de maturação precoce. Nesta sub-região os solos são de origem granítica, existindo em alguns locais faixas com calhau rolado. Este microclima caracteriza-se por invernos frios com precipitação intermédia e Verões bastante quentes e secos, o que denota uma influência atlântica limitada.

- Sub-região do Lima: é onde a precipitação atinge valores mais altos. A altitude a que a vinha se encontra plantada é variável e aumenta do litoral para o interior, onde o relevo também é mais irregular. Os vinhos brancos mais afamados desta sub-região são produzidos a partir da casta Loureiro. Os aromas são finos e elegantes e vão desde o citrino (limão) até ao floral (rosa). As castas Arinto e Trajadura encontram-se também bem disseminadas neste local, pois adaptam-se bem a climas amenos influenciados pelos ventos marítimos.
- Sub-região do Cávado: a vinha está localizada um pouco por toda a bacia hidrográfica do rio que lhe deu o nome, bastante exposta aos ventos marítimos, numa zona de relevo irregular e a uma baixa altitude. Estes fatores implicam um clima ameno, sem grandes amplitudes térmicas e com uma pluviosidade média anual intermédia. Este clima é adequado à produção de vinhos brancos, sobretudo das castas Arinto, Loureiro e Trajadura, que se adaptam na perfeição a estas condições. São vinhos com uma acidez moderada e notas de frutos citrinos e pomóideas (maçã madura e pêras).
- Sub-região de Bastos: é a mais interior da Região, encontrando-se a uma altitude média elevada, estando por isso resguardada dos ventos marítimos. O clima é mais agreste, inverno frio e muito chuvoso e o verão bastante quente e seco, favorecendo castas de maturação tardia como é o Azal (branca), o Espadeiro e o Rabo-de-Anho (tintas). É nesta zona que a casta Azal atinge o seu máximo potencial e permite obter vinhos muito particulares, com aroma a limão e maçã verde, muito frescos.

b) A **Região de Trás-os-Montes** (Sub-região de Chaves) deve o seu nome à sua localização: situa-se para lá das serras do Marão e Alvão, a norte do rio Douro. É uma zona montanhosa e de solos essencialmente graníticos, a altitude ronda os 350 a 400m e verifica-se a incidência de valores elevados de pluviosidade e teores elevados de humidade relativa. O clima é seco e muito quente no Verão e no Inverno, pelo contrário, as temperaturas atingem muitas vezes valores negativos. As castas plantadas são praticamente comuns nas três sub-regiões. As castas tintas mais plantadas são a Trincadeira, Bastardo, Marufo, Tinta Roriz, Touriga Nacional e Touriga Franca. As castas brancas de maior expressão na região são a Síria, Fernão Pires, Gouveio, Malvasia Fina, Rabigato e Viosinho. Os vinhos tintos desta região são geralmente frutados e levemente adstringentes. Os vinhos brancos são suaves e com aroma floral (Infovini, 2014; Wine Tourism, 2019).

c) A **Região do Dão** (Sub-região Terras de Azurara): é uma região montanhosa na zona da Beira Alta, no centro Norte de Portugal. As condições geográficas são excelentes para produção de vinhos: as serras do Caramulo, Montemuro, Buçaco e Estrela protegem as vinhas

da influência de ventos. A região é extremamente montanhosa, contudo a altitude na zona sul é menos elevada. As suas vinhas encontram-se situadas entre os 400 e os 700 metros de altitude e desenvolvem-se em solos xistosos (na zona sul da região) ou graníticos de pouca profundidade. É caracterizada por vinhos brancos bastante aromáticos, frutados e equilibrados, e vinhos tintos encorpados, aromáticos, tornando-se mais complexos após o envelhecimento em garrafa (CRVD, 2014; Infovini, 2014).

d) O **Alentejo** (Sub-região da Vidigueira): situa-se a Sul de Portugal e é uma das maiores regiões vitivinícolas portuguesas. As vinhas são plantadas nas encostas íngremes da serra ou em grandes planícies e em solos muito heterogêneos de argila, granito, calcário ou xisto. Apesar disso, a pouca fertilidade dos solos é um elemento comum a todos os solos. É uma zona muito soalheira permitindo a perfeita maturação das uvas e onde as temperaturas são muito elevadas no Verão, tornando-se indispensável regar a vinha. As castas brancas mais importantes na região são a Roupeiro, Antão Vaz e Arinto. Em relação às castas tintas, salienta-se a importância da casta Trincadeira, Aragonez, Castelão e Alicante Bouschet (uma variedade francesa que se adaptou ao clima alentejano). Os vinhos brancos são geralmente suaves, ligeiramente ácidos e apresentam aromas a frutos tropicais. Os tintos são encorpados, ricos em taninos e com aromas a frutos silvestres e vermelhos (Infovini, 2014; IVV, 2014).

Capítulo 2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização das parcelas e vinhas

O estudo integrado no Projeto Terr@Alva, que permitiu recolher a informação necessária para o presente trabalho, teve início em Janeiro de 2018, tendo ocorrido os ensaios durante esse ano vitícola, com acompanhamento das parcelas em estudo desde março até outubro de 2018. Primeiramente, foram contactados produtores de diferentes zonas pois o critério de seleção das parcelas necessitava que as mesmas tivessem diversidade de climas e de distribuição geográfica. Assim, foram apenas selecionadas parcelas com vinha da casta Alvarinho em diferentes sub-regiões da região demarcada dos Vinhos Verdes (Basto, Lima, Cávado, Monção e Melgaço) e uma parcela de outras três regiões demarcadas distintas: Alentejo, Dão e Trás-os-Montes, que tivessem uma certa homogeneidade de idade (entre os 7 e os 14 anos).

As regiões e sub-regiões foram previamente definidas, considerando a maior abrangência possível de regiões vitícolas nacionais e a disponibilidade de parcelas da casta Alvarinho, com idades próximas. Assim, o estudo ocorreu em onze parcelas distintas, nomeadas de P1 a P11, sendo a P4 substituída na vindima pela P12. Esta substituição deveu-se ao facto da parcela P4 ter sido vindimada sem que conseguíssemos recolher todos os dados, optando-se pela parcela P12 que tinha características similares. As propriedades das mesmas encontram-se resumidas no **ANEXO 2**.

2.2. Delineamento do plano de amostragem

O presente trabalho pode ser repartido em duas fases distintas, a análise quantitativa (mostos e vinhos) e a análise qualitativa (vinhos). No entanto, para completar o estudo e suportar os resultados obtidos, foi realizado em todas as parcelas o controlo dos dados meteorológicos para o cálculo dos índices bioclimáticos, a análise do solo, a análise do microbioma das uvas e do solo, a análise química do mosto à data de vindima e, por último, a análise dos compostos fenólicos, voláteis e provas sensoriais dos vinhos.

2.2.1. Dados meteorológicos e índices bioclimáticos

Para cada uma das parcelas em estudo, foi selecionada a estação meteorológica do IPMA mais próxima para que os dados fossem os mais fidedignos possíveis, conforme apresentado na **Tabela 2**. Assim, para a obtenção dos dados necessário ao cálculo dos índices bioclimáticos, recolheram-se os valores de temperatura média, máxima e mínima do ar, radiação e precipitação nas seguintes estações:

Tabela 2 Associação de cada uma das parcelas a uma estação meteorológica do IPMA.

<i>Parcela</i>	<i>Estação IPMA</i>	<i>Parcela</i>	<i>Estação IPMA</i>
<i>P1</i>	Alvaredo	<i>P7</i>	Braga/Merelim
<i>P2</i>	Alvaredo	<i>P8</i>	Braga/Merelim
<i>P3</i>	Monção/Valinha	<i>P9</i>	Chaves/Aeródromo
<i>P4</i>	Monção/Valinha	<i>P10</i>	Nelas
<i>P5</i>	Monção/Valinha	<i>P11</i>	Beja
<i>P6</i>	Viana	<i>P12</i>	Monção/Valinha

Os índices bioclimáticos (IB) são usados sobretudo como ferramentas de zonagem vitícola, com o objetivo de classificar e comparar a aptidão das regiões para a produção de uvas, de identificar e caracterizar novas áreas de plantação e de determinar as melhores castas a plantar em cada uma das regiões (Castro, 2013).

a) Índice Heliotérmico de Huglin (IH)

Este índice é utilizado na viticultura para determinar a adequação de uma zona para o cultivo da videira, pois indica a capacidade de maturação da região (produção de açúcares) pois, além de incorporar a temperatura média e a duração do dia tem em conta a temperatura máxima diária de forma a maximizar as potencialidades de fotossíntese do local. É considerado o período entre 1 de Abril e 30 de Setembro.

Equação 2.2.1

$$IH = \sum_{1/4}^{30/9} \frac{(Tmd - 10) + (Txd - 10)}{2} \times K$$

Tmd = temperatura média do ar (°C),

Txd = temperatura máxima do ar (°C),

k = coeficiente comprimento do dia, variando de 1,02 a 1,06 entre 40 e 50 graus de latitude.

Tabela 3 Interpretação dos resultados do IH.

Classe de clima vitícola	Descrição	Intervalos de IH
IH 1	Demasiado frio	≤1500
IH 2	Frio	>1500 e ≤1800
IH 3	Temperado	>1800 e ≤2100
IH 4	Temperado quente	>2100 e ≤2400
IH 5,1	Quente	>2400 e ≤2700
IH5,2	Muito quente	>2700 e ≤3000
IH 6	Demasiado quente	>3000

Fonte: IPMA.

b) Índice de Frio noturno (IF)

O frio noturno corresponde à média das temperaturas mínimas registadas no mês da colheita estando relacionado com a qualidade de maturação (aromas, coloração) da região, pois a ocorrência de noites amenas no final do processo de maturação da videira, em pleno Verão, proporciona mais cor e riqueza de aromas ao vinho. É definido como a média das temperaturas mínimas em Setembro e a sua introdução melhorou a avaliação do potencial qualitativo das regiões vitícolas.

Equação 2.2.2

$$IF = T_{min_{Setembro}}$$

$T_{min_{Setembro}}$ = temperatura mínima do ar do mês de Setembro (°C)

Tabela 4 Interpretação dos resultados do IF por classes.

Classe de clima vitícola	Descrição	Intervalos de IF
IF 1	Noites quentes	>18
IF 2,1	Noites temperadas quentes	>16 e ≤18
IF 2,2	Noites temperadas	>14 e ≤16
IF 3	Noites frescas	>12 e ≤14
IF 4	Noites muito frescas	≤12

Fonte: IPMA

c) Índice de Winkler e Amerine (Ite)

Este índice é extremamente simples e tem apenas em conta a soma das temperaturas médias diárias superiores a 10°C (temperatura considerada como zero vegetativo para a vinha) no período entre 1 de Abril e 31 de Outubro. Este permite estabelecer cinco zonas consoante as amplitudes obtidas com o seu cálculo.

Equação 2.2.3

$$I^{te} = \sum_{1/4}^{31/10} T$$

T= temperaturas médias diárias superiores a 10°C

Tabela 5 Interpretação dos resultados do Ite e caracterização por zonas.

Zona	I ^{te}	Caracterização
I	<1390°C	Ideal para o desenvolvimento de vinhos de mesa secos. As videiras com um grande crescimento vegetativo, não devem ser plantadas nesta zona, porque em termos de rendimento não podem competir com as vinhas plantadas em zonas mais quentes e com solos férteis.
II	1391°C - 1670°C	Refere-se aos vales e às vinhas plantadas nas encostas. Os vales podem produzir a maioria dos bons vinhos comuns. No entanto, as vinhas menos produtivas das encostas apesar de baixos rendimentos podem produzir vinhos finos e de ótima qualidade.
III	1671°C - 1950°C	O clima quente favorece a produção de uvas de alto teor de açúcar, com alguma, mas pouca acidez. Produzem-se vinhos secos mas sem grande qualidade já que os vinhos mais equilibrados podem ser obtidos nas zonas I e II. Nesta zona há a produção de excelentes vinhos doces e, quando os solos são férteis, pode ocorrer produção de bons vinhos comuns.
IV	1951°C - 2220°C	Permite a produção de vinhos naturalmente doces, mas nos anos mais quentes as variedades mais aceitáveis tendem a ter uma baixa acidez. Os vinhos são satisfatórios se se produzem a partir de variedades com alta com acidez. Nesta zona, normalmente, é necessário recorrer à irrigação.
V	>2220°C	Produção de vinhos de elevada acidez mas com alguma qualidade. Normalmente é uma área com irrigação.

Fonte: Díaz et al., s/data.

d) Índice Heliotérmico de Branas (Ih)

Este considera as temperaturas médias diárias superiores a 10°C e a soma do comprimento do dia, durante o período de 1 de Abril a 31 de Outubro. Tem a vantagem de ter em conta a luminosidade diária que compensa parcialmente, nas latitudes elevadas, o maior ângulo de incidência dos raios solares. A cultura da vinha não é possível para valores inferiores a 2,6 de Ih.

Equação 2.2.4

$$Ih = 10^{-6} \times H \times \sum_{1/04}^{31/10} Tmd - 10$$

X = soma das temperaturas diárias superiores a 10°C

H = soma de horas de sol no período ativo

e) Índice Hidrotérmico de Selianinov (K)

O índice hidrotérmico tem por objetivo definir grandes zonas vitícolas em função das disponibilidades hídricas naturais, sendo usado para determinar a duração e intensidade do período de seca. Este é calculado a partir da razão entre a precipitação mensal e as temperaturas ativas durante o período de 1 de Março a 30 de Novembro.

Equação 2.2.5

$$K = \frac{\sum_{1/03}^{30/11} Pmm}{\sum_{1/03}^{30/11} Ta} \times 10$$

Pmm = soma da precipitação mensal (mm)

Ta = temperaturas ativas (°C)

Tabela 6 Interpretação dos resultados do K e caracterização do regime hídrico.

K	Caracterização
<1	Regime hídrico insuficientes
1 - 2	Regime hídrico suficientes

Fonte: EVAG, s/d.

f) Índice Hidrotérmico de Branas, Bernon e Levadoux (P)

Este índice é obtido pelo produto dos valores da precipitação mensal com a temperatura média mensal no período compreendido entre 1 de Abril a 31 de Agosto. O cálculo do índice BBL fornece-nos um limite superior, a partir do qual se verifica uma elevada probabilidade da vinha ser atacada pelo míldio, sendo esta uma das mais frequentes e devastadora doença que geralmente ataca a videira. Este limite é alcançado sempre que sejam verificados valores do índice BBL superiores a 5150 (°C.mm) (EVAG, s.d.).

Equação 2.2.6

$$IBBL = \sum_{1/04}^{31/08} TP$$

IBBL = Soma da temperatura média mensal (°C) vezes a soma da precipitação total mensal (mm) entre 1 de Abril e 31 de Agosto

T = Temperatura média mensal (°C)

P = Total de precipitação (mm).

g) Índice de Hidalgo (Ibc)

Este surge como uma alteração no índice bioclimático de Constantinescu de forma a torná-lo mais sensível ao ambiente pois até a precipitação que ocorre no período de dormência da videira pode ter uma importância decisiva na sua produção. Assim este índice pretende avaliar a possibilidade de cultivo da vinha, sem irrigação, relacionando as temperaturas ativas (temperaturas superiores a 10°C) e a iluminação, que são os principais responsáveis pela fotossíntese, com a precipitação anual. São consideradas zonas ótimas quando os valores de Ibc estão compreendidos entre 5 e 25.

Equação 2.2.7

$$Ibc = \sum_{1/04}^{30/10} (Ta \times H) \times \frac{0,001}{Pmm}$$

Ta = Temperaturas ativas (superiores a 10°C)

H = insolação potencial

Pmm = Total de precipitação mensal (mm).

h) Índice de Continentalidade (CT)

A continentalidade retrata a variação da temperatura durante o ano. Um clima é mais continentalizado (menos oceânico) quanto maior for a amplitude térmica anual. Por exemplo, Garrido e Castro (1997) compararam elementos caracterizadores do clima de dois locais da região dos Vinhos Verdes com outras regiões do mundo constatando que, os valores obtidos desses dois locais era muito próximo dos valores de Bordéus, região onde se produzem os melhores vinhos tintos do mundo.

Equação 2.2.8

$$CT = Tm_{Julho} - Tm_{Janeiro}$$

Tm = temperatura média do ar (°C)

2.2.2. Análise de solos

Para esta análise, a área dos *Terroirs* em estudo é percorrida em ziguezague, retirando-se amostras de solo de 15 a 20 pontos diferentes do terreno. As amostras eram retiradas da camada superficial e em profundidade com a ajuda de um trado de rosca. Antes de qualquer recolha, eram retiradas as folhas e detritos do local escolhido.

Cada uma das amostras dos diferentes pontos foram colocadas e bem misturadas num balde limpo, identificado com o nome de cada uma das parcelas, de onde posteriormente eram retiradas 500g para um saco de amostragem final. As análises foram realizadas em triplicado.

Os **parâmetros químicos** avaliados foram:

- PH do solo: medido com um potenciómetro na suspensão sobrenadante de uma mistura solo. Uma mistura líquida 1: 2,5 (água e KCl 1M) (Balbino, 1968).
- Fósforo e potássio: estes são extraídos com uma solução de lactato de amónio e ácido acético tamponado a pH 3,7. O fósforo no extrato é determinado colorimetricamente pelo método azul de molibdato de amónio, com ácido ascórbico como agente redutor e o potássio é determinado por fotometria de chama (Balbino, 1968).

- Matéria orgânica: o carbono orgânico é determinado por digestão por via húmida com dicromato de potássio e ácido sulfúrico, de acordo com o procedimento de Walkley-Black. O C determinado é convertido em matéria orgânica multiplicado pelo fator 1,72 (Nelson *et al.*, 1996).

- Complexo de troca: as bases de troca são determinadas após extração com uma solução de acetato de amónio ajustada a pH 7,0. Ca e Mg são medidos por AAS (espectrometria de absorção atómica); K e Na são medidos por FES (espectrometria de emissão de chama). A acidez de troca é determinada após extração com uma solução de KCl 1 M, por titulação (Van Reeuwijk, 2002).

- Micronutrientes: ao nível dos micronutrientes quantificou-se o boro após extração com água quente, usando o procedimento colorimétrico com azometina-H. Os micronutrientes são extraídos com uma solução de acetato de amónio, ácido acético e EDTA e medidos por AAS (espectrometria de absorção atómica) (Keren, 1996; Lakanen *et al.*, 1971).

Relativamente à **análise física** do solo das parcelas, começou-se pela preparação de cada uma das amostras de forma a quantificar os elementos grosseiros:

1. Secar a amostra toda a 40°C
2. Pesar a amostra toda
3. Crivar a amostra num crivo de 2mm
4. Pesar uma das frações e transformar o peso em percentagem
5. A outra fração é a diferença para 100%

- Análise granulométrica: método da Pipeta. Após a dispersão de uma amostra de solo com um agente dispersante, a areia grossa é determinada passando a amostra por um crivo de 0,2 mm. A restante suspensão segue para uma coluna de 1000mL de capacidade e os diâmetros das partículas de areia fina, limo e argila são separados de acordo com a lei de Stokes.

- Capacidade de retenção de água: método da panela de pressão e das placas de cerâmica. Uma amostra de solo é colocada numa placa de cerâmica, saturada com água, e para cada valor característico de humidade do solo (capacidade de campo - 2 bar, ou coeficiente de emurchecimento - 15 bar) é colocada a pressão dentro da panela que força a água a sair. Estabelecido o equilíbrio, determina-se a quantidade de água retida pela amostra àquela pressão. Os procedimentos acima mencionados são os recomendados pela FAO no documento preparado pelo "*International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)*", compilado por L.P. Reeuwijk em 2002.

2.2.3. Análise do Microbioma das uvas e do solo

As análises do microbioma (fungos e bactérias) foram desenvolvidas na Unidade de Microbiologia aplicada (UMA) do IPVC, pela equipa da ESTG-IPVC envolvida no projeto e pela bolsreira contratada para essa rubrica do projeto.

Para avaliar as espécies presentes nas uvas Alvarinho de cada um dos *terroirs* em estudo, foram recolhidos em cada parcela 5 a 6 pontos distanciados no mínimo 10 metros entre si, 2,5-3 kg de cachos são para dois sacos estéreis e identificados. Nos locais de recolha dos cachos eram recolhidas imediatamente abaixo amostras de solo, armazenadas posteriormente a -80°C.

O processo de análise do microbioma das uvas dividiu-se em 3 etapas:

1) Extração da flora microbiana: recolheu-se 40 uvas com pedicelo de todos os sacos de recolha de cada ponto de amostragem das parcelas para um saco asséptico. No mesmo, adicionou-se 80mL de 0,1% APT com 0,01% Tween 80; Colocou-se no sonicador durante 30 segundos sendo posteriormente colocado no agitador orbital a 150 rpm/30 minutos a temperatura ambiente. Retirou-se 45mL para um tubo estéril de 50mL, devidamente identificado e foi a congelar a -20°C;

2) Inoculação: do lavado anteriormente obtido, fizeram-se 3 diluições decimais e plaqueou-se (100µL) juntamente com a solução mãe, em duplicado para meio WL. Incubou-se durante 3-5 dias e fez-se a contagem das colónias. No meio WL contou-se as colónias por tipo de colónia. Inoculou-se por riscado 20-25% das colónias de cada tipo para placa YEPD e incubou-se a 25°C durante 3-5 dias. Foram guardadas a -80°C as suspensões das placas WL onde se repicaram as colónias de leveduras e guardaram-se as placas a 4°C com parafilme.

3) Screening dos isolados para identificação: para as colónias isoladas em YEPD, realizou-se um *colony* PCR com 50µL de tampão de lise e centrifugou-se a 10000 rpm/ 3 minutos (conservado em gelo). Posteriormente preparou-se a Master Mix para RT-PCR usando (para n reações):

- (n+1) x 6,25µL de Supermix;
- (n+1) x 0,3µL de *primers* ITS1 e ITS4;
- (n+1) x 2,65µL de água (PCR grade);

Pipetou-se 9,5µL da Master Mix para cada tubo de PCR e adicionou-se 3µL da solução que estava conservada em gelo, para se obter a reação de amplificação. Foram analisados os resultados desta amplificação em termos de quantificação e de curva de *melting*, para cada grupo de isolados (por tipo de morfologia de colónia), considerando a T^M (temperatura média) do *amplicon*. Sempre que divergia mais do que 1°C, o isolado era considerado diferente e guardado para posterior identificação. Caso possuíssem a mesma T^M ou a mesma fosse diferente

apenas 0,5°C, realizava-se uma análise de restrição com a enzima *HinfI*. Finalmente, incubou-se a 37°C durante 15 minutos e colocou-se em gelo. Foram separados os produtos PCR digeridos eletroforicamente, em gel de agarose a 1,8%.

A análise foi feita dentro de cada grupo (por tipo de morfologia) pelos perfis de digestão e foram descartados os perfis iguais. Os restantes isolados foram regenerados em meio YPD e congelados na presença de glicerol (15% final) em microtubo de rosca, devidamente identificados.

Quanto ao processo de análise do microbioma dos solos não foi feito o isolamento de microrganismos, apenas foi realizada a sua quantificação e posterior análise por sequenciação em massa.

1) Quantificação da carga bacteriana e fúngica: (realizado em triplicado) A quantificação foi realizada preparando uma suspensão em água peptonada tampada de 10g de solo num total de 100g de suspensão. Foram realizadas diluições decimais sucessivas em peptona sal e 100 microlitros de cada uma das diluições foi usada para inocular por espalhamento à superfície placas de Petri com Malt agar com cloranfenicol (100mg/L) e 1 ml para inocular, por incorporação, placas de Petri com TSA com cicloheximida (100 mg/L). As placas foram a incubar em aerobiose, respetivamente, 3-5 dias a 25°C e 3 dias a 30°C.

2) Extração de DNA microbiano: foram realizadas 3 extrações independentes de 250mg de cada amostra de solo. A extração foi realizada com o KIT *DNeasy PowerSoil* da Qiagen por *beadbeating*, seguindo o procedimento recomendado pelo fabricante. Após a extração, o DNA obtido nas 3 extrações independentes foi junto e procedeu-se a uma limpeza e concentração do mesmo usando o kit DNA *Clean&Concentrator* - 10 da Zymo. Após obtenção do DNA, o mesmo foi quantificado por fluorometria (Qubit) e analisado por eletroforese em gel de agarose 1% com brometo de etídeo. O DNA obtido foi guardado a 4°C até utilização posterior.

2.2.4. Análise de mostos

Na primeira fase do projeto Terr@lva, foi feito um acompanhamento das fenologias das videiras marcadas, de forma a perceber quando as mesmas estavam maduras e no momento ótimo de vindima. Assim, foram marcadas as videiras de cada uma das parcelas anteriormente mencionadas, sendo estas escolhidas pela sua sanidade e pelo seu desenvolvimento e vigor equilibrado. De forma a se obter uma amostra significativa do campo, optou-se normalmente pelas linhas centrais, marcando-se as videiras o mais paralelamente possível. No campo, as videiras selecionadas foram marcadas com uma cinta amarela na cepa e marcadas num esquemas de campo para que não houvesse alteração das videiras de uma amostragem para a

outra. Também houve algum cuidado na escolha dos cachos, para que fossem colhidos de ambos os lados da sebe, de zonas mais baixas e mais altas da videira.

O controlo de qualidade dos mostos foi realizado através da análise dos mesmos à data de vindima, utilizando-se os seguintes parâmetros e métodos (sempre em 3 repetições):

- Peso de 100 bagos e esmagamento manual para obtenção do mosto. Todas as amostras foram previamente centrifugadas conforme indicado pela OIV (Résolution OIV-OENO 390/2010).
- °Brix (Teor de álcool provável): através da leitura por refratómetro digital (Atago PEN-PRO) determinar o teor em sólidos solúveis totais;
- pH e Acidez Total (g/L ácido tartárico): titulação (0,1 N NaOH) através do aparelho de titulação potenciométrica (Crison, pH-Burette 24 2S).
- Ácido málico: espectrometria de infravermelhos com transformada de Fourier (FTIR).
- NFA (azoto assimilável): realizado pela titulação com formaldeído com controlo do pH com o potenciómetro Crison, pH-Burette 24 2S (adaptado de Gump *et al.* 2002)
- Fenólicos totais: método Folin-Ciocalteu, usando o espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 60S (adaptado de adaptado de Javanmardi *et al.*, 2003)

2.3. Análise de vinhos

2.3.1. Análise Química

A. Compostos Fenólicos:

Para a análise de compostos fenólicos recorreu-se a uma prestação de serviços, financiada pelo projeto e com a coordenação dos trabalhos desenvolvidos efetuada pela responsável do projeto:

- Método de extração: utilizou-se o método de extração de acordo com os trabalhos de Silva *et al.* (2005), onde à amostra de 20mL de vinho foi adicionado 30mL de éter dietílico e colocado em agitação por 5 min. A fração de compostos fenólicos foi então separada e concentrada até à secura utilizando um evaporador rotativo.
- Método de deteção: Para análise por HPLC-DAD, o resíduo obtido foi redissolvido em 1 ml de metanol (fenólicos não coloridos) e água acidificada a pH 3,0 (antocianinas) e posteriormente filtrada por uma membrana 0,45µm. Para análise, foram considerados 20mL de cada amostra, colocadas num sistema HPLC-DAD equipado com uma coluna *Spherisorb* ODS2 (25,0cm × 0,46cm, tamanho de partícula de 5µm; *Waters, Milford, MA, EUA*). Os compostos foram identificados pela comparação dos seus tempos de retenção e espectros de UV com os de padrões autênticos e com dados da literatura. Os cromatogramas foram registrados em 280nm (para flavan-3-ols, ácidos sérico e gálico), 320nm (para ácidos hidroxicinâmicos e

resveratrol-3-O-glucosídeo) e 350nm (para flavanóis). A quantificação foi realizada pelo método padrão externo e as análises foram realizadas em triplicado. Os cromatogramas foram registrados em 500nm. (Ferreira *et al.* 2017)

- Método de Quantificação: curvas de calibração pelo método do padrão externo

B. Compostos Voláteis:

Neste estudo, o perfil de compostos voláteis foi avaliado nas diferentes amostras de vinho. A análise dos compostos voláteis foi realizada pela equipa do projeto associada ao IPB.

Começou-se pela preparação da amostra, que basicamente é a extração e isolamento dos compostos de interesse por microextração da fase sólida por espaço de cabeça (HS-SPME) e cromatografia gasosa com detetor de massas por espectroscopia (GC-MS). Este método pareceu o mais indicado porque além de possibilitar a análise simultânea de dezenas de compostos voláteis, fornece uma espécie de impressão digital característica de cada vinho (Gonçalves, 2010). A extração dos compostos voláteis por HS-SPME realizou-se da seguinte maneira:

- Os compostos voláteis foram extraídos do espaço de cabeça de vials de 50mL que continha 1 ml de vinho aos quais foram adicionados 10µL de padrão interno (3-Octanol) com uma fibra de SPME cotada com DVB/CAR/PDMS (divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano - 50/30µm) (Supelco, Bellefonte, EUA).

- Em cada amostra os voláteis foram libertados para o espaço de cabeça durante 5 minutos a 40°C sendo posteriormente absorvidos pela fibra de SPME durante 30 minutos à mesma temperatura.

- Após a extração a fibra de SPME foi recolhida e inserida no injetor de um sistema de cromatografia líquida, de forma a se obterem os cromogramas. O procedimento de HS-SPME foi realizado em triplicado para cada amostra.

As condições cromatográficas (GC-MS) foram as seguintes:

- Os compostos retidos na fibra de SPME foram eluídos por dessorção térmica durante 1 minuto. Para limpeza e acondicionamento da fibra de SPME para futuras determinações, a fibra foi mantida no injetor do cromatógrafo durante 10 minutos a 220°C.

- A deteção e quantificação dos compostos voláteis foram feitas num cromatógrafo gasoso Shimadzu GC-2010 Plus equipado com um detetor de massas Shimadzu GC/MS-QP2010 SE, sendo usada uma coluna TRB-5MS (30 m × 0.25mm × 0.25µm) (Teknokroma, Spain).

- O injetor foi programado para 220°C e as injeções manuais foram feitas no modo de *splitless*. A fase móvel usada foi hélio (Praxair, Portugal) a uma velocidade linear de 30 cm/s e um fluxo total de 24,4mL/min. A temperatura do forno foi fixada a 40°C durante o primeiro

minuto, com um aumento posterior de 2°C por minuto até aos 220°C, e mantida a esta temperatura durante 30 minutos.

- A fonte de ionização foi mantida a 250°C com uma energia de ionização de 70eV e uma corrente de ionização de 0.1kV. Todos os espectros de massa foram adquiridos por ionização eletrónica. A ionização foi desligada durante os três primeiros minutos de cada corrida cromatográfica.

- Os espectros de massa foram comparados com compostos padrão e com os obtidos na base de dados (NIST 11).

- Os compostos identificados foram quantificados através da integração dos seus cromatogramas reconstruídos a partir do cromatograma *full scan* usando o ião de base de cada composto (m/z 100% de intensidade).

- A quantificação foi feita através da razão da área de cada composto com a área do padrão interno e convertida em equivalentes massa de acordo com a massa de padrão interno adicionado. Os resultados foram expressos em µL de composto volátil por 1L de vinho.

2.3.2. Análise Sensorial

O perfil sensorial dos diferentes vinhos foi traçado através da Análise Descritiva Quantitativa (AQD), tendo sido elaborada uma ficha de prova com descritores específicos para os vinhos estruturados com variáveis qualitativas e não métricas.

O painel sensorial constituído por seis enólogos com grande experiência em vinhos verdes, particularmente em vinhos da casta Alvarinho, teve que se pronunciar sobre os parâmetros (Aspeto, Olfato e Paladar), que comportavam vários descritores avaliados numa escala de 5 pontos, variando a escala em função do atributo em análise (ver ficha de prova no **ANEXO 3**). Os atributos de aspetos avaliados foram: Cor, Intensidade de cor, Transparência; Limpidez; Efervescência e Presença de defeitos.

No que respeita ao Olfato foram: Intensidade, Qualidade aromática, Persistência, Evolução, Aroma Floral, Aroma Flor de laranjeira; Aroma a violeta, Aroma Frutado, Aroma a Fruta verde, Aroma a Fruta cítrica, Aroma a Fruta de caroço, Aroma a Fruta tropical, Aromas Frutos secos, Aroma Ervas, Aroma Mineral e Presença de Defeitos

Relativamente ao Paladar foram avaliados os seguintes atributos: Intensidade de Sabor, Qualidade, Açúcar, Acidez, Álcool, Taninos, Corpo, Persistência, Equilíbrio, Final, Sabor Floral, Sabor a Flor de laranjeira, Sabor a violeta, Sabor Frutado, Sabor a Fruta verde, Sabor a Fruta cítrica, Sabor a Fruta de caroço, Sabor a Fruta tropical, Sabor Frutos secos, Sabor Ervas, Sabor Mineral e Presença de Defeitos.

Os provadores avaliaram as amostras de acordo com a ordem aleatória, tendo sido introduzidas amostras de vinho comerciais de vinho Alvarinho assim como amostras de vinhos em duplicado para aferição do painel.

2.4. Tratamento estatístico dos resultados

O tratamento estatístico dos resultados obtidos para os parâmetros clima, físico-químicos e microbiológicos dos solos e das uvas e parâmetros químicos dos vinhos, foi realizado por INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva. Os resultados e as representações gráficas foram obtidos por recurso ao *software* R e a rotinas de alguns *packages* do *software*. Nesta análise foram aplicados testes não paramétricos, o teste de Kruskal-Wallis para efetuar a comparação entre todas as amostras e, quando há evidências estatísticas de que pelo menos uma das médias é diferente, o teste de Nemenyi (Tukey) para efetuar as comparações múltiplas.

O tratamento estatístico dos ensaios sensoriais foi realizado, por Equipa da ESA-IPVC, com o programa SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) e a significância estatística foi indicada para o nível de probabilidade $P < 0,005$. Os resultados foram tratados por testes não paramétrico de Kruskal-Wallis, de modo a avaliar a existência de diferenças significativas entre as amostras, e posteriormente as variáveis *rank* geradas que apresentaram diferenças foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA), com comparações múltiplas para testar as diferenças significativas entre as médias e também foi realizado o teste de Tukey Hsd para comparação de médias encontradas para as variáveis *rank*.

Capítulo 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como enquadramento para a análise e discussão, referimos que estes resultados dizem apenas respeito a um ano vitícola (2018) e a 11 parcelas em estudo, sendo necessário dar continuidade a estudos similares que permitam validar estes resultados preliminares a seguir apresentados.

3.1. Dados Meteorológicos e índices bioclimáticos

De forma a melhor interpretar a influência do clima nos perfis aromáticos dos vinhos, foram coletados dados climáticos das estações meteorológicas do IPMA que melhor se ajustavam a cada uma das parcelas em estudo. Abaixo, na **Tabela 7**, são demonstradas as médias das quinzenas dos últimos três meses para cada uma das parcelas, ou seja, os valores de temperaturas (médias) e precipitação (acumulada) dos meses de julho, agosto e setembro que englobam a época de maturação das uvas e por isso têm um forte impacto na qualidade das mesmas e, conseqüentemente, no vinho.

Tabela 7 Valores de Temperatura (média, máxima e mínima) e Precipitação de cada quinzena nos últimos três meses de maturação antes da vindima.

Concelho	Estação IPMA	Quinzena	Temperatura do ar [°C]			Precipitação [mm]	
			Média	Máx	Min	Média	
P1 e P2	Melgaço Estação de Alvaredo	Jul	1	20,1	26,0	16,0	88,0
			2	22,5	29,5	17,0	14,4
		Ago	3	23,7	31,1	18,1	3,6
			4	23,1	32,0	16,0	2,0
		Set	5	23,6	32,5	17,1	13,6
			6	21,8	31,1	15,5	1,8
P3, P4/P12 e P5	Monção Estação de Valinha	Jul	1	23,1	29,2	16,9	28,3
			2	22,6	28,7	16,4	10,4
		Ago	3	22,2	28,5	15,9	2,1
			4	25,3	33,0	17,7	0,1
		Set	5	25,2	33,0	17,4	0,1
			6	24,9	32,5	17,4	6,4
P6	Viana do Castelo Estação de Viana/Chafé	Jul	1	19,5	23,5	15,6	0,0
			2	19,3	23,6	14,9	1,6
		Ago	3	21,5	27,1	15,9	2,8
			4	21,2	26,9	15,5	3,6
		Set	5	20,0	25,2	14,9	13,8
			6	18,9	23,7	14,0	0,4
P7 e P8	Braga Estação de Braga/Merelim	Jul	1	22,3	29,8	15,2	3,8
			2	20,3	26,3	15,7	17,3
		Ago	3	20,5	26,6	14,8	0,3
			4	22,7	30,9	15,2	0,4
		Set	5	22,9	32,2	14,0	0,1
			6	22,0	30,2	14,6	12,1

P9	Chaves Estação do Aeródromo	Jul	1	21,2	28,4	15,4	90,4
			2	21,6	29,6	14,9	13,6
		Ago	3	22,1	30,9	14,3	0,0
			4	22,6	32,5	13,5	0,0
		Set	5	23,0	34,2	12,7	0,1
			6	21,0	31,6	12,6	0,6
P10	Mangualde Estação de Nelas	Jul	1	18,6	25,4	14,2	26,5
			2	20,5	28,7	15,0	0,0
		Ago	3	23,3	32,8	16,1	0,0
			4	22,7	32,1	14,7	0,0
		Set	5	24,0	33,2	16,5	0,0
			6	22,1	31,0	15,5	11,0
P11	Vidigueira Estação de Beja	Jul	1	16,0	22,5	10,9	1,1
			2	22,7	32,1	15,2	1,4
		Ago	3	20,7	29,9	14,0	18,7
			4	21,4	30,7	14,0	0,0
		Set	5	26,7	36,7	17,7	0,3
			6	25,3	35,4	17,1	0,0

Para o viticultor, é de forte interesse alcançar o mais alto nível de qualidade nos vinhos mas tal só é possível se, primeiramente, existir a mais alta qualidade das uvas. A maximização da qualidade das uvas é um processo demorado e está diretamente relacionado com a maturação das mesmas, sendo por isso essencial acompanhar a cinética de maturação, que servirá para tomar a decisão mais acertada sobre a melhor data de vindima e, conseqüentemente o potencial de qualidade máximo do vinho (Zoecklein, 2001).

Segundo Pacheco (2000), cada fase cíclica da videira tem um clima ideal. Assim, este defende que a maturação deve ocorrer num clima de calor e luminosidade, com uma ligeira humidade na raiz e ausência de chuvas. Já a vindima deve ocorrer num clima quente e seco, também com ausência de chuvas.

Nilson (2010) é mais específica, considerando mesmo que a videira necessita no período de maturação (agosto a setembro) de temperaturas próximas dos 30°C para que a acidez dos frutos não seja muito elevada e de temperaturas entre os 25°C e os 30°C para que a atividade fotossintética seja elevada, sendo, em termos gerais, considerado que a temperatura ideal para a produção de uvas seja entre 20 e 30°C. A autora afirma ainda que o excesso de chuva prejudica o amadurecimento e, como tal, para uma melhor e mais completa maturação o Verão deve ser seco pois o excesso de água desequilibra os mostos, por diluição e, nos solos, retarda a maturação.

Portanto, segundo os autores, este foi um ano vitícola um pouco atípico uma vez que efetivamente as temperaturas médias estavam compreendidas entre 20°C e 30°C mas entre a Agosto e Setembro apenas em Monção e Vidigueira estiveram acima dos 25°C.

No entanto, as temperaturas médias nem sempre são um parâmetro fidedigno para a avaliação necessária de calor para a maturação isto porque, as temperaturas podem-se ter mantido amenas e as médias estarem dentro dos valores pretendidos mas o calor mesmo assim não ter sido suficiente para a degradação dos ácidos. Segundo Tomaz (2013) na maturação a videira utiliza os ácidos na sua respiração e produção de energia, assim esta requer temperaturas superiores a 30°C para que ocorra a degradação dos ácidos. Para o autor o conteúdo ácido das uvas está diretamente ligado ao clima, não bastando que este seja temperado, devem ocorrer picos de calor excessivos assim, por esta ordem de ideias será de esperar que os vinhos relativos às parcelas P6, P7 e P8 (Viana e Braga) sejam os que apresentam valores de acidez mais elevados.

Também se verifica valores de precipitação altos tendo em conta os meses em questão o que não era de todo esperado e pode ter uma enorme influência na composição dos vinhos. Pelos valores de precipitação consegue-se perceber que choveu em todas as semanas, mas as parcelas que se destacam pela ausência de chuva são: P9, P10 e P11.

Para um estudo mais alargado do clima de cada uma das regiões estudo, foram calculados os índices bioclimáticos com base em dados de vários anos, estando os resultados abaixo representados na **Tabela 8.**

Tabela 8 Principais índices bioclimáticos* de cada uma das parcelas em estudo.

Parcelas	Precipitação Ago-Set (mm)	T°C média Julho (mês mais quente) (°C)	Geadas inverniais (°C)	T° média setembro (°C)	Amplitude térmica em Amaresta (°C)	Evapotranspiração (mm)	Stress térmico (°C)	Insolação efetiva (h)	IH	IF	Ite	Ih (°C.h)	K (mm/°C)	P (°C/mm)	Ibc (°C.h/mm)	CT	
P1	Melgaço	101,30	20,01	3,51	17,98	11,66	682,90	25,89	2778,02	3	3	II	3,87	Suficiente	Médio Risco	3,59	24,66
P2	Melgaço	94,39	21,45	5,34	19,52	11,04	712,01	26,99	2738,87	4	2,2	III	3,93	Suficiente	Médio Risco	4,96	21,96
P3	Monção	98,88	20,40	5,23	18,70	10,39	699,37	25,73	2780,68	4	2,2	II	4,36	Suficiente	Médio Risco	4,06	21,28
P4	Monção	97,61	20,67	6,34	19,17	9,46	710,14	25,43	2802,09	4	2,2	II	4,44	Suficiente	Médio Risco	4,37	19,31
P5	Monção	98,44	20,50	5,87	18,95	9,96	705,94	25,48	2706,57	4	2,2	II	4,39	Suficiente	Médio Risco	4,06	20,16
P6	Viana do Castelo	92,80	19,36	6,43	18,33	8,82	713,89	23,66	2795,47	2	2,2	II	4,10	Suficiente	Médio Risco	3,92	17,58
P7	Amares	85,59	20,87	5,38	19,36	11,04	729,33	26,35	2751,46	4	2,2	III	4,63	Insuficiente	Médio Risco	4,81	21,28
P8	Mondim de Bastos	75,00	21,70	3,80	19,80	13,48	752,44	28,40	2718,63	5,1	3	III	4,73	Insuficiente	Médio Risco	5,19	25,98
P9	Chaves	68,43	21,80	2,78	19,44	13,80	755,15	28,70	2731,21	5,1	3	III	4,61	Insuficiente	Médio Risco	5,61	28,26
P10	Mangualde	62,00	21,76	3,53	19,78	13,31	801,34	28,22	2794,08	5,1	3	III	4,74	Insuficiente	Médio Risco	5,31	27,37
P11	Vidigueira	25,05	24,00	6,20	22,74	15,80	903,97	31,90	2790,93	5,2	2,1	IV	6,10	Insuficiente	Baixo Risco	13,46	26,73
P12	Monção	97,61	20,67	6,34	19,17	9,46	710,14	25,43	2802,09	4	2,2	II	4,44	Suficiente	Médio Risco	4,37	19,31

* Calculados por equipa do projeto Terr@Alva da ESA-IPVC e bolsreira contratada para esta tarefa

Conforme podemos ver anteriormente, os valores de precipitação foram inferiores nas parcelas P9, P10 e P11 o que corresponde ao índice de vários anos para as mesmas parcelas, assim podemos assumir que se trata de uma característica dos climas em questão. Já as parcelas da Região dos Vinhos Verdes são as que apresentam valores mais altos de precipitação.

Corroborando também os dados acima, são os valores do índice das temperaturas médias de julho que se destaca a Vidigueira como tendo valores mais elevados enquanto nas geadas inverniais se destaca Chaves, como era de esperar pelo conhecido inverno rígido da região de Trás-os-Montes.

A região do Vinhos Verdes se é a tem menores valores de temperaturas máximas e maiores valores de precipitação é normal que tenha um menor valor de amplitude térmica, ou seja, uma menor diferença entre a temperatura máxima e mínima, enquanto as zonas de Mangualde e Vidigueira como atingem valores altos de temperatura consequentemente têm maiores amplitudes térmicas e também o valor mais destacado e mais alto de evapotranspiração.

Considerando apenas estes primeiros parâmetros, temos uma região que se destaca segundo Tomaz (2013) porque para o autor uma maturação ótima das uvas ocorre quando as temperaturas são amenas, há elevada insolação ocorrendo *stress* térmico e, consequentemente, a evapotranspiração da planta, assim seria de esperar que nesta região os vinhos tenham mais álcool, mais concentração de compostos e menor acidez.

Relativamente aos restantes índices:

- O índice hemitérmico de Huglin divide os climas em diferentes classes. Assim, podemos afirmar que Amares e a sub-região de Monção e Melgaço têm um clima temperado quente à exceção da P1 que juntamente com Viana é considerado apenas temperado. Já Mondim, Chaves e Mangualde são consideradas de clima quente e a Vidigueira, como esperado destaca-se por um clima muito quente.

- O índice de frio noturno mostra que as noites são frescas em Melgaço (P1), Mondim, Chaves e Mangualde, o que justifica as amplitudes térmicas: zonas quentes com noites frias. Já a Vidigueira é o único local com noites temperadas quentes pois as restantes são todas temperadas.

- Winkler e Amerine dividem os climas em cinco zonas, sendo neste caso as parcelas da Região dos Vinhos Verdes (Monção, Melgaço e Viana) de zona II correspondente a vales e vinhas plantadas nas encostas que podem produzir bons vinhos comuns e as vinhas menos produtivas apesar de baixos rendimentos podem produzir vinhos finos e de ótima qualidade. A exceção da região é a parcela P2 (Melgaço) que juntamente com a P7, P8, P9 e P10 são consideradas zona III onde o clima quente favorece a produção de uvas de alto teor de açúcar,

com alguma, mas pouca acidez. Produzem-se vinhos secos mas sem grande qualidade já que os vinhos mais equilibrados podem ser obtidos nas zonas I e II. Nesta zona há a produção de excelentes vinhos doces e, quando os solos são férteis, pode ocorrer produção de bons vinhos comuns. Por fim, mais uma vez, a Vidigueira com zona IV que permite a produção de vinhos naturalmente doces, mas nos anos mais quentes as variedades mais aceitáveis tendem a ter uma baixa acidez.

- O índice heliotérmico de Branas considera que para o Norte da Europa o valor mínimo deste índice aceitável para a produção de uvas é de 2,6 e, neste parâmetro, todas as parcelas se encontram acima do valor.

- Segundo o índice de Selianinov, todas as parcelas fora da região dos Vinhos Verdes não têm um regime hídrico suficiente. Ou seja, desde a P7 à P11 o regime hídrico é insuficiente o que pode provar um *stress* hídrico nas plantas. Esta situação pode ser ou não positiva para a produção de uvas, por um lado prejudica o rendimento mas por outro pode melhorar a qualidade.

- Para a prospeção das videiras ao ataque do míldio há o Índice Hidrotérmico de Branas, Bernon e Levadoux, onde pelo seu cálculo verificamos que a Vidigueira é a única parcela que tem um baixo risco de aparecimento da doença.

- Como visto anteriormente, as zonas ótimas são aquelas que contêm o valor para o índice de Hidalgo entre 5 e 25, como tal apenas as parcelas P8, P9, P10 e P11 são contempladas nesse intervalo. As mesmas parcelas são também consideradas as mais “continentalizadas” (índice da continentalidade).

Para a análise estatística destes dados, foi realizado, pelo INESC TEC no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística financiado pelo projeto Terr@Alva, um estudo estatístico recorrendo ao uso de *software* R. Nesta análise foram aplicados testes não paramétricos, o teste de Kruskal-Wallis para efetuar a comparação entre todas as amostras e, quando há evidências estatísticas de que pelo menos uma das médias é diferente, o teste de Nemenyi (Tukey) para efetuar as comparações múltiplas. Isto permitiu verificar a existência de diferenças significativas ao nível dos parâmetros de clima, parâmetros químicos e microbiológicos de solos e uvas e química de vinhos analisados, entre Regiões e entre parcelas:

- ESTUDO 1: Região dos Vinhos Verdes (RVV) e as outras regiões;
- ESTUDO 2: a sub-região de Monção e Melgaço (SRMM) e todas as outras sub-regiões dos VV e outras Regiões;
- ESTUDO 3: sub-região de Monção e Melgaço (SRMM) e as outras sub-regiões dos VV
- ESTUDO 4: as 11 parcelas em estudo

Tabela 9 Resultados do estudo SPSS relativo aos índices bioclimáticos.

p-value <0,001*** <0,01** <0,05*	ESTUDO 1 (VV vs Out.)	ESTUDO 2 (MM vs. Out)	ESTUDO 3 (MM vs. VV)
Precipitação Agosto - Setembro	*	**	*
Hidrotérmico de Selianinov	*	*	
T°C média Julho (mês mais quente)	*		
Amplitude térmica em Agosto °C	*		
Hidrotérmico Branas, Bernon e Levadoux	*	*	
Héliotérmico Branas	*	**	*
Evapotranspiração	*	**	*
Bioclimático de Hidalgo	*		
Stress térmico	*		
Heliotérmico de Huglin	*		
Continentalidade	*		

(1) desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva

Conforme se pode verificar na tabela acima, o ESTUDO 1 mostra que existem diferenças significativas, em todos os índices bioclimáticos calculados, entre a Região dos Vinhos Verdes e as outras, algo que foi várias vezes aferido acima, onde era possível aglomerar os resultados da RVV comparativamente às restantes. Quanto ao ESTUDO 2, que compara a sub-região de Monção e Melgaço com todas as outras em estudo, verificamos que existem diferenças muito significativas para os valores de precipitação em agosto-setembro; no índice heliotérmico de Branas e nos valores de evapotranspiração. As parcelas da sub-região relativamente às outras têm valores mais elevados de precipitação e menores valores do índice heliotérmico de Branas e da evapotranspiração. Destaca-se ainda o índice hidrotérmico de Branas, Bernon e Levadoux e o índice hidrotérmico de Selianinov com uma diferença significativa o que se deve, provavelmente, aos valores mais elevados de precipitação nesta zona comparativamente com as restantes. Quando comparada a sub-região de Monção e Melgaço com as outras sub-regiões da RVV, ou seja, as parcelas P1, P2, P3 e P4/P12 com as parcelas P6, P7 e P8 (ESTUDO 3), verifica-se a existência de diferenças significativas nos valores de precipitação agosto-setembro; índice heliotérmico de Branas e evapotranspiração. Se analisarmos, são exatamente os mesmos parâmetros em que a SRMM é muito significativamente diferente relativamente a todas as outras Regiões, quer isto dizer que os valores destes parâmetros são efetivamente distintos na SRMM, mesmo comparando com parcelas da mesma Região e ainda mais com as outras Regiões Vitivinícolas do país estudadas. Estes são parâmetros diferenciadores e certamente marcantes para produção da mesma.

3.2. Análise de solos

Como referido no capítulo anterior, foi realizada a análise físico-química dos solos de todas as parcelas em estudo e os resultados obtidos foram os abaixo indicados na **Tabela 10**.

Tabela 10 Resultados da análise físico-química dos solos das parcelas*.

Parcelas		M.O	H ₂ O	KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	ANÁLISE AO COMPLEXO DE TROCA							MICRO NUTRI	Limo (%)	Elementos grosseiros (%)	Densidade aparente	Capacidade de retenção de	Argila (%)	Areia (%)	
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	AT	Al ³⁺	CTCe	Boro							
		%	pH	mg kg ⁻¹		cmolc kg ⁻¹							mg kg ⁻¹								
P1	Melgaço	5,1	5,2	4,6	112,9	173,3	5,3	1,1	0,4	0,9	0,4	0,3	8,1	1,3	28,5	21,1	1,1	0,1	11,0	60,5	Franco Arenoso
P2	Melgaço	0,9	5,0	4,2	28,2	131,0	2,5	1,0	0,3	0,9	0,8	0,7	5,6	0,9	23,7	19,4	1,1	0,1	10,8	65,4	Franco Arenoso
P3	Monção	1,8	5,0	4,2	170,0	176,5	3,2	1,0	0,4	0,7	0,4	0,3	5,7	0,9	25,5	20,3	1,2	0,1	8,6	65,9	Franco Arenoso
P4	Monção	4,6	4,6	4,0	84,3	123,7	2,7	0,9	0,3	0,9	1,8	1,6	6,6	0,9	28,6	19,6	1,1	0,1	11,2	60,2	Franco Arenoso
P5	Monção	2,2	5,1	4,3	28,5	209,7	3,9	1,1	0,5	1,0	0,3	0,3	6,7	0,7	25,3	21,4	1,1	0,1	11,5	66,0	Franco Arenoso
P6	Viana do Castelo	3,0	5,6	4,9	87,2	172,0	5,0	1,0	0,4	0,9	0,2	0,2	7,5	0,8	22,7	25,9	1,1	0,1	10,2	67,2	Franco Arenoso
P7	Amares	2,0	5,7	4,8	112,5	208,0	4,1	1,2	0,5	0,9	0,3	0,2	6,9	0,9	29,8	14,4	1,1	0,1	13,5	56,7	Franco Arenoso
P8	Mondim de Bastos	3,4	5,6	4,7	35,5	137,0	4,0	1,5	0,3	0,9	0,4	0,4	7,2	1,1	34,1	26,8	1,1	0,1	10,1	55,8	Franco Arenoso
P9	Chaves	1,4	5,2	4,0	54,6	227,3	3,9	1,0	0,4	0,2	0,5	0,5	6,0	0,9	27,9	30,4	1,1	0,1	9,4	62,7	Arenosa Franca
P10	Mangualde	0,5	4,9	4,0	37,5	166,0	3,6	1,7	0,7	0,5	1,0	0,9	7,5	0,9	25,7	30,2	1,1	0,1	10,0	64,3	Franco Arenoso
P11	Vidigueira	0,7	6,7	5,8	45,6	78,3	9,8	6,0	0,2	0,2	0,2	0,2	16,3	0,6	35,3	31,3	1,4	0,1	25,0	39,8	Franco Arenoso
P12	Monção	0,4	4,9	4,1	20,5	64,5	2,6	1,4	0,3	0,9	1,6	1,5	6,8	0,7	28,6	19,6	1,1	0,1	11,2	60,2	Franco Arenoso

* Análise efetuadas por equipa do projeto Terr@Alva do IPB com apoio na recolha de amostras de mestranda e bolseira contratada para esta tarefa

No caso da análise aos parâmetros físico-químicos do solo foi realizada a análise estatística no *software* R que permitiu verificar a existência de diferenças significativas (**Tabela 11**) ao nível dos parâmetros avaliados entre:

- ESTUDO 1: Região dos Vinhos Verdes (VV) e as outras regiões;
- ESTUDO 2: a sub-região de Monção e Melgaço (MM) e todas as outras sub-regiões dos VV e outras Regiões;
- ESTUDO 3: sub-região de Monção e Melgaço (MM) e as outras sub-regiões dos VV
- ESTUDO 4: as 11 parcelas em estudo

Tabela 11 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativos a diferenças nos parâmetros da análise dos solos com comparação entre grupos de regiões.

p-value	ESTUDO 1 (VV vs Out.)	ESTUDO 2 (MM vs. Out)	ESTUDO 3 (MM vs. VV)	ESTUDO 4 (Todas vs. Todas)
<0,001***				
<0,01**				
<0,05*				
Matéria Orgânica	**			P1-P10 *
H ₂ O		***	***	P4-P11 *
KCl		**	***	P4-P11 *
K ₂ O				P4-P9 *
P ₂ O ₅				P2-P3 * P3-P5 *
Ca ⁺⁺		*	*	P2-P11 *
Mg ⁺⁺	*			P4-P11 *
Na ⁺	***	*		
Acidez de Troca (AT)				P4-P11 *
Al ³⁺				P4-P11 *
CTCe				P2-P11 *
Elementos grosseiros	*			
Densidade aparente	*			
Capacidade de retenção de água	*	*		

(1) desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva

Conforme se pode verificar na tabela acima, ao nível da matéria orgânica há diferenças muito significativas entre as parcelas da região dos vinhos verdes e as restantes e, como se pode ver na tabela 13, as parcelas da Região dos VV têm efetivamente valores mais elevados de matéria orgânica relativamente às restantes. Vê-se ainda uma diferença significativa entre a parcela P1 e P10 porque estas são as que apresentam o maior e menor valor de matéria orgânica, respetivamente. O teor de matéria orgânica deve ser controlado, ou seja, o solo deve ter um teor de matéria orgânica suficiente para satisfazer as necessidades da videira, mas nunca ser muito rico em matéria orgânica para evitar o crescimento excessivamente rigoroso mas com baixa qualidade das uvas.

Relativamente ao pH, existem diferenças altamente significativas entre as parcelas da SRMM quando comparadas com a das outras regiões e com as outras parcelas da Região dos VV. Há uma diferença significativa entre P4 e P11 (como sendo as parcelas com pH mais e menos elevado, respetivamente).

Para os elementos K₂O e P₂O₅ há apenas diferenças significativas entre as parcelas P4 e P9, no primeiro e entre as parcelas P2-P3 e P3-P5, no segundo.

Quanto ao complexo de troca:

- Os valores de cálcio têm diferenças significativas entre MM e as restantes e entre MM e as restantes parcelas dos VV. Existe também diferença significativa entre a parcela P2 (Melgaço) e P11 (Vidigueira);

- O magnésio tem diferenças entre os valores dos VV e dos restantes e também entre as parcelas P4 (Monção) e P11 (Vidigueira, com o valor mais alto);

- O sódio tem diferenças altamente significativas entre as parcelas dos VV e as outras e entre as parcelas da SRMM e as restantes. Isto porque as parcelas da RVV têm os valores mais elevados de Na, mais concretamente, as parcelas da SRMM (e sabe-se que valores baixos de NA podem influenciar negativamente a qualidade dos vinhos);

- Para a acidez de troca e Al³⁺ existem apenas diferenças significativas entre as parcelas P4 (Monção) e P11 (Vidigueira), por serem as que têm mais e menos, respetivamente. Já a CTCe tem diferença significativa entre as parcelas P2 (Melgaço) e P11 (Vidigueira);

- Pelos dados acima apresentados, podemos afirmar que a parcela P11 se destaca pelas diferenças significativas tendo baixo teor de matéria orgânica, um valor de pH mais elevado (menos ácido), rica em cálcio e magnésio mas com baixo alumínio (efeitos tóxicos quando em quantidade) e baixa acidez de troca.

A avaliação da parte física do solo demonstrou diferenças significativas entre os VV e as outras parcelas nos parâmetros “elementos grosseiros”, “densidade aparente” e “capacidade de retenção de água”, ou seja, as parcelas da RVV têm menor quantidade de elementos grosseiros, menor densidade aparente (solo não é compacto) e maior retenção de água que as restantes parcelas do estudo.

A textura do solo pode ser argilosa (60% argila, 25% limo e 15% areia), franca (30% argila, 25% limo e 45% areia) ou arenosa (5% argila, 5% limo e 90% areia). No caso das parcelas em estudo, todas são consideradas francas arenosas à exceção da parcela de Chaves que é considerada arenosa franca, ou seja, proporcionalmente tem mais areia do que limo e argila. Um solo predominantemente arenoso é normalmente fraco em retenção de água, pobre em nutrientes mas também é mais leve e mais fácil de ser trabalhado. Já o solo predominantemente

franco é um solo intermédio a nível de arejamento, infiltração, capacidade de retenção de água e nutrientes, sendo por isso este tipo de textura a mais indicada e mais comum na plantação de vinhas.

3.3. Microbioma das uvas e do solo

Como referido no capítulo 1, o microbioma das uvas e do solo têm influência na qualidade do vinho, por um lado devido às doenças provocadas por alguns fungos e bactérias, por outro porque algumas estirpes são responsáveis pelo aparecimento de compostos nos mostos e vinhos.

De forma a percebermos as diferenças e as semelhanças das parcelas em estudo no que diz respeito à quantidade de fungos e bactérias presentes nas uvas e no solo, foram quantificados apresentando-se os resultados nos **Gráficos 1 e 2**:

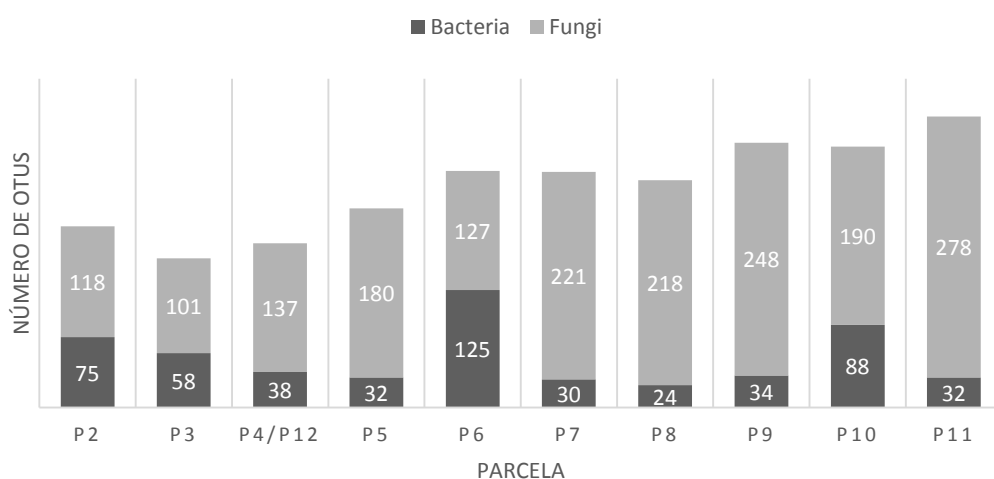


Gráfico 1 Número de OTU's de bactérias e fungos presentes nas uvas de cada uma das parcelas em estudo.

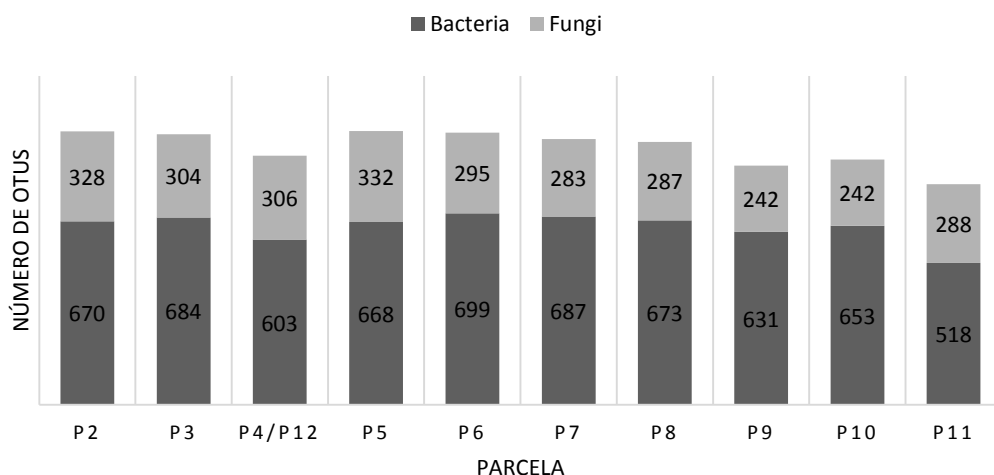


Gráfico 2 Número de OTU's de bactérias e fungos presentes no solo de cada uma das parcelas em estudo.

A análise dos gráficos acima apresentados permite obter diversas ilações relativamente ao microbioma de uvas e solos nas parcelas em estudo. Em termos gerais, podemos concluir que a riqueza de microrganismos do solo é muito superior à das uvas, no entanto nas uvas a quantidade de fungos é superior à de bactérias enquanto no solo a quantidade de bactérias é superior à de fungos.

Ao nível das uvas, verificamos que a parcela P11 é a mais rica em microbioma, tendo um número de bactérias bastante superior ao de fungos; constatamos ainda que as parcelas da RVV têm um número inferior de microbioma comparativamente às outras parcelas mas são mais equilibradas no rácio bactérias/fungos enquanto as outras parcelas têm sempre quantidades superiores de bactérias.

Quanto aos solos das parcelas em estudo, verifica-se o contrário da situação acima mencionada, ou seja, as parcelas da RVV têm valores superiores às restantes apesar de não serem tão díspares. O rácio bactérias/fungos também é mais semelhante entre todas as parcelas.

De forma a melhor interpretar as diferenças e semelhanças entre as parcelas, foi realizada uma análise de *clusters* em que os resultados são apresentados em dendrogramas e diagramas de Venn (gráficos 3, 4, 5 e 6). Este trabalho de análise estatística e apresentação gráfica de resultados foi desenvolvido no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística com INESC TEC, financiado pelo projeto Terr@Alva.

No primeiro formato, podemos visualizar a listagem de ‘espécies’ de bactérias ou fungos e a sua relação de proximidade entre parcelas, tendo sido aplicado um filtro onde só foram considerados valores superiores a 1% (diferenças altamente significativas) e no caso dos fungos no solo valores superiores a 5%. Esta análise permite ter uma perceção da relação de “familiaridade” entre parcelas e também perceber as que são mais distintas.

O diagrama de Venn é um esquema simples que permite simbolizar os conjuntos e representar as relações de “pertença” entre os mesmos e os seus elementos.

Bactérias na uva

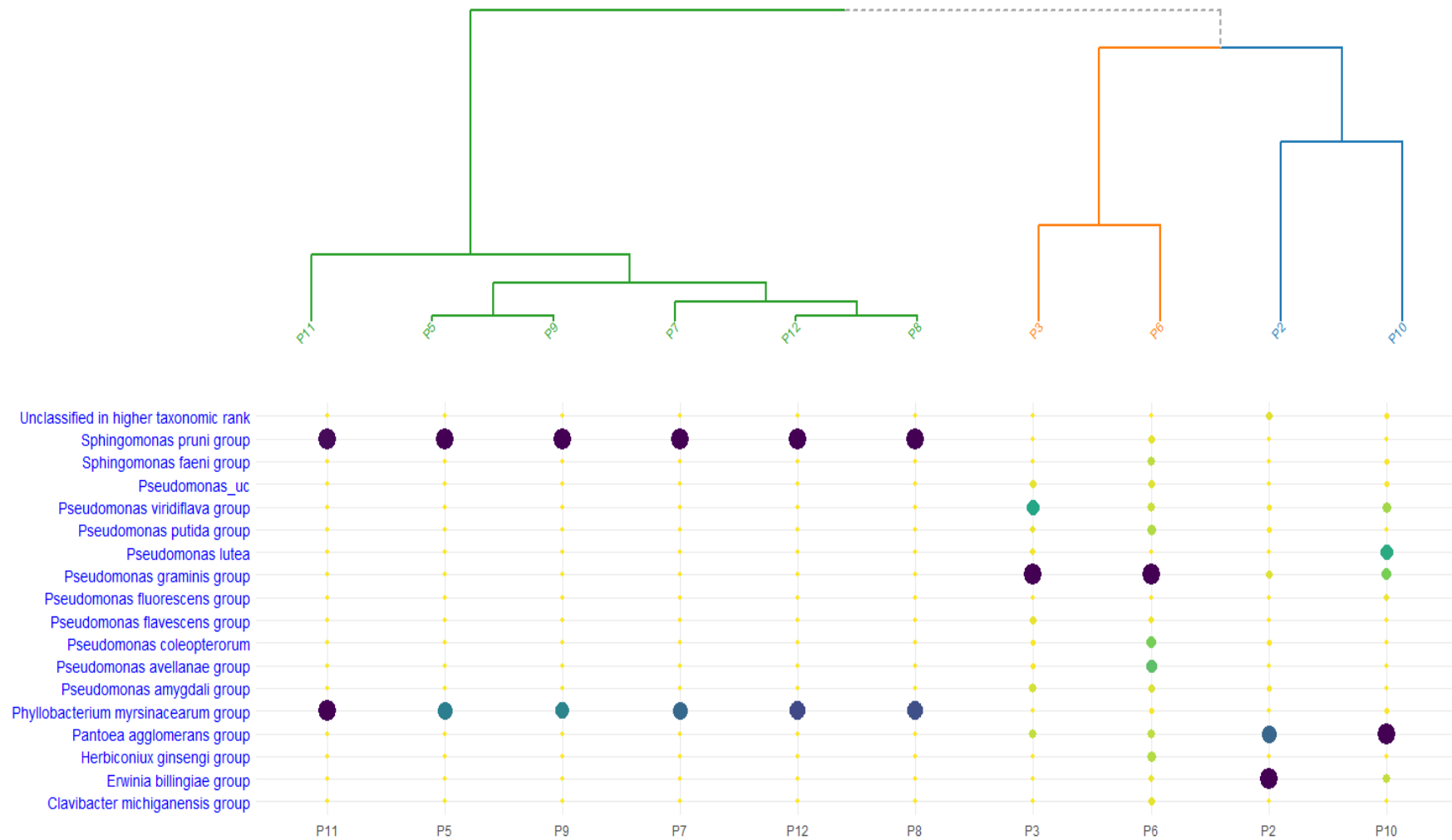


Gráfico 3. Dendrograma de bactérias nas uvas de cada parcela em estudo.

(desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito de protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva).

Fungi na uva

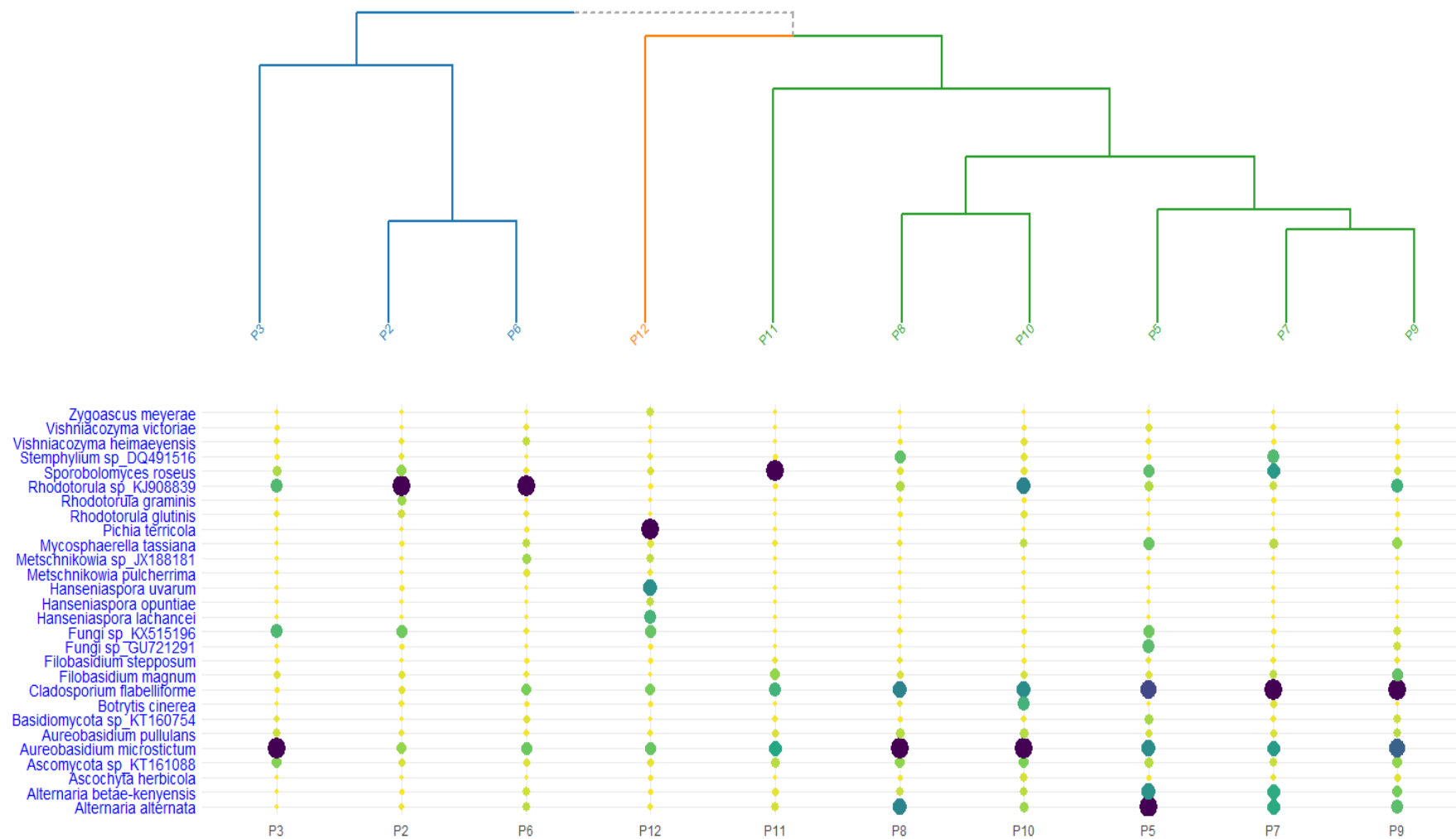


Gráfico 4. Dendrograma de fungos nas uvas de cada parcela em estudo.

(desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito de protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva).

Bacterias no solo

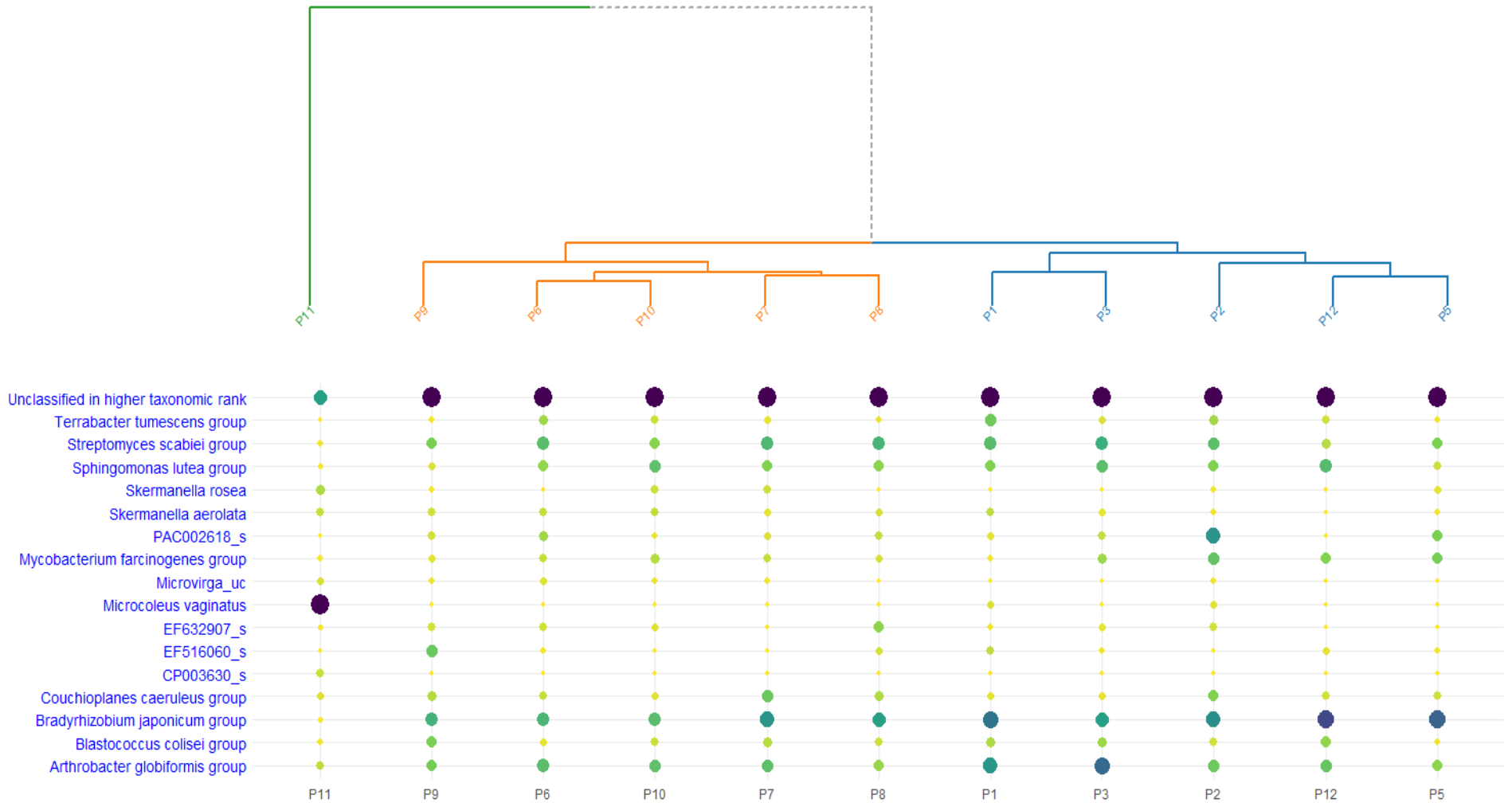


Gráfico 5. Dendrograma de bactérias no solo de cada parcela em estudo.

(desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito de protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva).

Fungi no solo

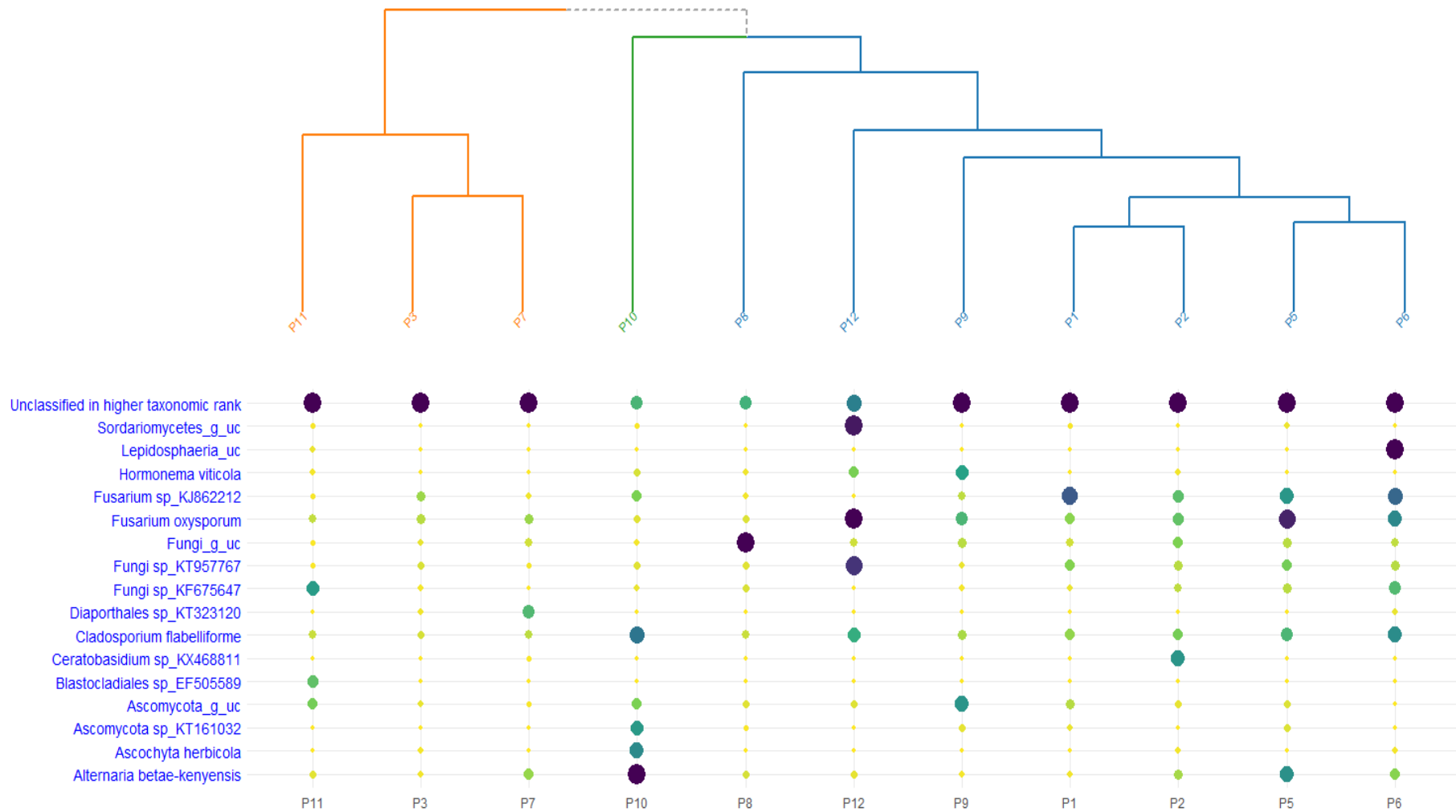


Gráfico 6. Dendrograma de fungos no solo de cada parcela em estudo.

(desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito de protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva).

Análise de Dendrogramas:

Bactérias nas uvas

- As parcelas com mais semelhanças são a P12 (Monção) e a P8 (Mondim), seguindo-se a P7 (Amares), ou seja, uma parcela de MM tem mais parecenças com outras parcelas da região do que com as parcelas da própria sub-região de MM;
- As três parcelas acima mencionadas são ainda parecidas com a P5 (Monção) e a P9 (Chaves) e estas duas são ainda mais semelhantes entre si.
- Todo este conjunto tem ainda uma relação de proximidade com a P11 (Vidigueira).
- O que estas parcelas tem em comum de mais relevante é a quantidade de bactérias do grupo *Sphingomonas pruni* e do grupo *Phyllobacterium myrsinacearum*, sendo este último mais abundante na P11, depois na P12 e P8 e, por último na P7, P5 e P9, daí o principal motivo das ramificações acima mencionadas.
- É possível ainda estabelecer uma relação de semelhança entre as parcelas P3 (Monção) e P6 (Viana) provavelmente devido à sua abundância no grupo *Pseudomonas flavescens*, no entanto as suas semelhanças não são tantas porque a primeira tem alguma abundância no grupo *Pseudomonas putida* e a segunda nos grupos *Pseudomonas coleopterorum* e *Pseudomonas avellanae*.
- Há ainda duas parcelas que são as que apresentam menos semelhanças entre si mas ainda assim é possível estabelecer algumas relações que são a P2 (Melgaço) e P10 (Mangualde) devido à presença de *Pantoe aggregans*.

Fungos nas uvas

- As parcelas mais semelhantes entre si ao nível de fungos nas uvas são a P7 (Amares) e P9 (Chaves), principalmente devido à abundância de *Cladosporium flabelliforme*, *Aureobasidium microstictum*, *Alternaria alternata* e *Alternaria betae-kenyensis*.
- Semelhante às anteriores é a P5 (Monção) exatamente pela presença dos mesmos fungos mas em quantidades inferiores.
- Estas três parcelas têm ainda alguma semelhança com a P8 (Mondim) e a P10 (Mangualde) que são mais similares entre si pela abundância de *Aureobasidium microstictum* e alguma de *Cladosporium flabelliforme*.
- Todas elas juntas têm ainda uma ramificação com a P11 (Vidigueira) por ter alguma presença de *Aureobasidium microstictum* e *Cladosporium flabelliforme*, apesar de nesta parcela ser a *Sporobolomyces roseus* a mais abundante.

- A parcela que mais difere e que tem menor semelhança com outra é a P12 (Monção) apresentando elevada quantidade de *Pichia terricola* e presença de *Hanseniaspora uvarum*, *Hanseniaspora lachancei* e *Fungi sp_KX515196*. A *Pichia* em bibliografia esta relacionada com a produção de ésteres e a *Hanseniaspora* relacionada não só à produção da ésteres como de álcoois, ácidos carboxílicos e compostos de enxofre.
- Outra ramificação demonstra uma similaridade entre a P2 (Melgaço) e P6 (Viana) pela quantidade de *Rhodotorula sp_KJ908839* e também de *Aureobasidium microstictum*, sendo este último mais abundante na P6.
- Alguma parecença ainda da P3 (Monção) com a P2 e P6 pela presença de *Rhodotorula sp_KJ908839* e de *Aureobasidium microstictum*, apesar de na P3 a segunda ser mais abundante que a primeira. A *Rhodotorula* presente na produção de esterres nos vinhos.

Bactérias no solo

- De todos os dendrogramas este é o que apresentação mais familiaridade entre parcelas pela abundância de bactérias não classificadas.
- As parcelas mais semelhantes entre si são a P6 (Viana) /P10 (Mangualde) e P7 (Amares) /P8 (Mondim). O primeiro par pela abundância do grupo *Bradyrhizobium japonicum*; *Arthrobacter globiformis*, *Streptomyces scabiei* e *Sphingomonas lutea*. O segundo par pela abundância maior do que os anteriores do grupo *Bradyrhizobium japonicum*, *Streptomyces scabiei* e *Sphingomonas lutea*.
- Estes dois pares têm ainda semelhanças com a P9 (Chaves) exatamente pela presença das mesmas bactérias apesar de nesta parcela aparecer também *EF632907_s*.
- As parcelas de MM estão todas juntas numa só ramificação do dendrograma, o que significa que são todas semelhantes ao nível de bactérias no solo. No entanto, entre elas há umas mais similares do que outras: P12 (Monção) e P5 (Monção) pela quantidade de *Bradyrhizobium japonicum*, *Arthrobacter globiformis* e *Mycobacterium farcinogenes*; a parcela P2 (Melgaço) pelas mesmas bactérias aparecendo ainda *PAC002618_s*; as parcelas P1 (Melgaço) e P3 (Monção) quantidade de *Arthrobacter globiformis*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Streptomyces scabiei* e *Sphingomonas lutea*.
- A parcela mais distante de todas as outras é a P11 (Vidigueira) com predominância de *Microcoleus vaginatus*. Segundo Zheng e os colaboradores (2010), *Microcoleus vaginatus* é característico de solos áridos e a sua presença nos mesmos permite uma maior resistência das plantas à compressão e falta de humidade.

Fungos no solo

- Este dendrograma também apresenta grande parte das parcelas com maior abundância de bactérias não classificadas, à exceção da parcela P10 (Mangualde), P5 (Monção) e P12 (Monção).

- A P10 não tem similaridade com nenhuma outra e tem predominância dos fungos *Alternaria betae-kenyensis*, *Ascohyta herbicola*, *Ascomycota sp_KT161032* e *Cladosporium flabelliforme*.

- A parte mais afunilada do esquema demonstra uma maior semelhança entre dois pares de parcelas P5/P6 e P1/P2, onde P5 é mais abundante em *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sp_KJ862212* e *Alternaria betae-kenyensis*; P6 é mais abundante em *Lepidosphaeria_uc*, *Fusarium sp_KJ862212*, *Fusarium oxysporum* e *Cladosporium flabelliforme*. Já no segundo par, P1 tem mais abundância de *Fusarium sp_KJ862212* e P2 de *Ceratobasidium sp_KX468811*.

- Todas as parcelas anteriores, que são da região dos VV, têm uma maior parecença com a P9 (Chaves) que por sua vez tem mais predominância de *Ascomycota_g_uc*, *Hormonema vitícola* e *Fusarium oxysporum*.

- Estas por sua vez assemelham-se à P12 (Monção) que tem um grande destaque em três fungos: *Sordariomycetes_g_uc*, *Fusarium oxysporum* e *Fungi sp_KT957767*.

- A P8 (Mondim) ainda se engloba nesta ramificação mas é a mais distinta de todas tendo a maior abundância na *Fungi_g_uc*.

Apesar de todas estas diferenças, foi realizado um estudo estatístico, apresentado na **Tabela 12**, para perceber as diferenças significativas que existem entre a diversidade de bactérias e de fungos presentes nas uvas e nos solos.

Ao nível de significância de 1% não há evidências estatísticas de que a diversidade bacteriana e fúngica nas uvas dos VV seja em média diferente da presente nas uvas das outras regiões. O mesmo se verificou quando comparamos a diversidade das uvas de MM e com as dos restantes vinhos verdes ou com as das outras regiões. Quanto aos fungos nas uvas houve apenas uma diferença no que se refere à família *Phoma* que aparece apenas nas parcelas da região VV.

Ao nível de significância de 1% foram encontradas evidências estatísticas de que o rácio das bactérias assinaladas no quadro são em média diferentes entre os grupos em estudo. Relativamente à família de bactérias destaca-se a *GU568020_f* que apenas está presente em parcelas de MM; quanto ao género, as *AY234711_g* e *Isosphaeraceae_uc* apenas não está presente nas parcelas dos VV; a *EU491861_g* está presente em todas as parcelas dos VV menos

nas de MM e, pelo contrário, a *PAC002619_g* está presente em todas as parcelas dos VV mas com mais abundância em MM; em termos da espécie, as bactérias *AY234711_g_uc*, *Kineosporia mesophila* e *EF125426_s* de todas as parcelas em estudo apenas não se encontram nas parcelas dos VV; as do grupo *Nocardioides simplex* group são mais abundantes em MM do que em todas as outras parcelas e, finalmente, as *FJ478794_s*, *FN554387_g_uc* e o grupo *Rhizobium leguminosarum* estão presentes em todas as parcelas da região dos VV e não estão presentes em MM.

A diferença de fungos no solo apenas é significativa quanto à espécie, sendo que o *Fungi sp_JX373908* apenas não está presente nas parcelas da região dos VV; o *Fungi sp_KT957767* e o *Mortierella exigua* apesar de estarem presentes em todas as parcelas em estudo, o primeiro é mais abundante e o segundo menos abundante em MM..

Tabela 12 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativos à análise das bactérias e fungos nas uvas e nos solos.

p-value <0,001*** <0,01** <0,05*	RÁCIOS DE PRESENÇA	ESTUDO 1 (VV vs Out.)	ESTUDO 2 (MM vs. Out)	ESTUDO 3 (MM vs. VV)
Bactérias nas uvas				
		-	-	-
Fungos nas uvas				
	Família	<i>Phoma</i>		
Bactérias no solo				
	Família			<i>GU568020_f</i> ausente MM
	Género	<i>AY234711_g</i> <i>Isosphaeraceae_uc</i> presentes VV		<i>EU491861_g</i> ausente MM <i>PAC002619_g</i> em abundância MM
	Espécie	<i>AY234711_g_uc</i> <i>Kineosporia mesophila</i> <i>EF125426_s</i> ausentes VV	<i>Nocardioides simplex</i> group + MM Unclassified in higher taxonomic rank - MM	<i>FJ478794_s</i> <i>FN554387_g_uc</i> <i>Rhizobium</i> <i>leguminosarum</i> group ausente MM
Fungos no solo				
	Espécie	<i>fungi sp_JX373908</i> ausente VV	<i>Fungi sp_KT957767</i> + MM <i>Mortierella exigua</i> - MM	

(1) Desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva

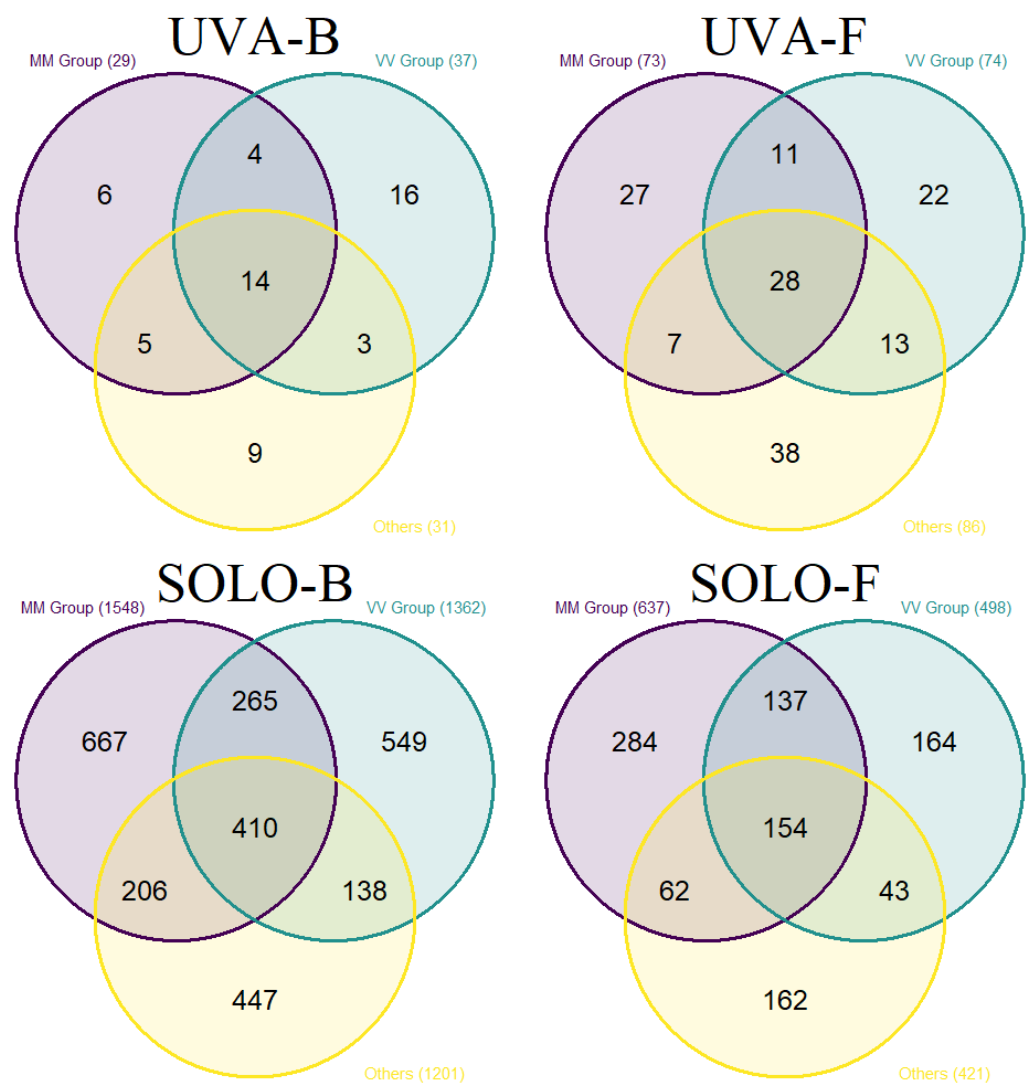


Gráfico 7. Diagramas de Venn das bactérias e fungos nas uvas e nos solos de MM, RVV e as restantes.

(desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva).

Análise de Diagramas de Venn:

Como mencionado anteriormente, o diagrama de Venn permite simbolizar os conjuntos e representar as relações de “pertença” entre os mesmos. Nos esquemas acima, a cor roxa simboliza a região de Monção e Melgaço (P1 à P5), a cor azul a região dos Vinhos Verdes (P6 à P8) e a cor amarela todas as outras regiões em estudo (P9 à P11).

– O Diagrama UVA-B representa a quantidade de bactérias das uvas. Assim, podemos verificar que 14 bactérias são comuns entre as parcelas de MM, VV e as outras; 4 são comuns entre MM e VV; 3 entre VV e outras e 5 entre outras e MM. Verifica-se ainda que 6 existem apenas em MM; 16 nos VV e 9 nas outras. No que diz respeito às bactérias nas uvas, à uma maior similaridade entre MM e as outras do que entre MM e as restantes regiões dos VV.

– O Diagrama UVA-F mostra a quantidade de fungos das uvas. Podemos apurar que há 28 fungos comuns entre os três grupos; 11 são comuns entre MM e VV; 13 entre VV e outras e 7 entre outras e MM. Verifica-se ainda que 27 existem apenas em MM; 22 nos VV e 38 nas outras. Nos fungos, à mais quantidade comum entre as uvas de MM e dos VV ou que MM com as outras.

– O Diagrama SOLO-B mostra a quantidade de bactérias nos solos. Numa primeira análise verifica-se que os valores de fungos são bastante superiores às bactérias, como já tínhamos visto nas outras análises. Existem 410 comuns entre os três grupos, 265 comuns entre MM e VV; 138 entre VV e outras e 206 entre as outras e MM. Verifica-se ainda que 667 existem apenas em MM; 549 nos VV e 447 nas outras regiões, tendo por isso MM uma quantidade muito superior às restantes regiões.

– O Diagrama SOLO-F representa a quantidade de fungos nos solos. Assim, podemos verificar que 154 fungos são comuns entre as parcelas de MM, VV e as outras; 137 são comuns entre MM e VV; 43 entre VV e outras e 62 entre outras e MM. Verifica-se ainda que 284 existem apenas em MM; 164 nos VV e 162 nas outras. Neste caso, à uma semelhança maior entre MM e VV tendo também a região de MM mais abundância que as restantes.

3.4. Análise de Mostos

De acordo com o procedimento mencionado no capítulo anterior, foi realizada a análise dos mostos de todas as parcelas em estudo, à exceção da parcela P1. Todos os valores foram obtidos em triplicado e a **Tabela 13** representa as médias dos mesmos.

Tabela 13 Resultados da análise dos mostos das parcelas em estudo.

Parcela	Data Vindima	Massa 100 bagos (g)	TAP %	Ácido tartárico (g/L)	Ácido málico (g/L)	pH	NFA (mg N/L)	Fenólicos totais (mg/mL)	
P1	Melgaço	S./Inf.	S./Inf.	S./Inf.	S./Inf.	S./Inf.	S./Inf.	S./Inf.	
P2	Melgaço	20/set	162,10	12,13	8,32	8,32	3,28	130,67	0,49
P3	Monção	21/set	148,41	15,30	8,04	1,62	3,25	56,00	0,60
P4/ P12	Monção	14/set	133,16	17,67	8,72	1,92	3,19	109,67	0,36
P5	Monção	14/set	148,86	14,30	8,29	2,19	3,12	77,00	0,39
P6	Viana do Castelo	06/out	174,32	13,90	7,64	2,82	3,26	95,67	0,56
P7	Amares	11/set	141,42	12,30	7,63	4,34	3,22	81,67	0,39
P8	Mondim de Bastos	10/set	150,09	13,07	7,98	5,04	3,14	107,33	0,44
P9	Chaves	22/set	166,84	12,77	8,03	2,60	3,29	126,00	0,38
P10	Mangualde	18/set	178,14	11,87	7,28	5,53	3,17	100,33	0,52
P11	Vidigueira	27/ago	97,36	12,40	8,69	1,47	3,47	202,00	S./Inf.

Conforme podemos verificar na tabela acima, a vindima mais precoce foi na Vidigueira o que provavelmente tem a ver com o clima sentido na região que por ser bastante quente faz com que a maturação das uvas aconteça mais cedo, pelo contrário a última vindima a ser realizada foi em Viana do Castelo, onde ocorreram elevadas precipitações nos meses de Julho e Setembro (fase do pintor, atempamento e maturação) e uma grande instabilidade no período de verão, com bastantes trovadas e temperaturas mais frescas, principalmente no mês de Agosto, o que condicionou a vindima sendo esta prolongada até ao início de Outubro.

Ainda de acordo com as afirmações anteriores está o rendimento das uvas na Vidigueira, pois o calor é um ótimo fator para a maturação no entanto faz com que os cachos sejam mais pequenos e menos sumarentos, originando mostos mais complexos mas em menor quantidade. Quanto ao teor de álcool provável (TAP %), como o próprio nome indica é o teor de álcool que se obterá no final da fermentação do respetivo mosto, assim sendo, podemos verificar que as parcelas que mais se destacam são as de Monção pelos elevados valores de TAP. Como

mencionado no primeiro capítulo, a presença de açúcares nas uvas está diretamente ligada à própria casta mas também a fatores como o clima e, mais concretamente, o calor. Isto porque segundo Guedes (2008) a maturação é condicionada por fatores como a quantidade de folhas da planta (fotossíntese), o grau de insolação dos bagos, a temperatura ambiente e a taxa de respiração de cada bago, podendo afirmar-se que os dias quentes e com boa insolação determinam uma grande quantidade de açúcares no cacho. As parcelas de Monção além de terem um elevado valor de insolação o que reduz o efeito das chuvas que podem surgir na maturação também apresentam elevados valores de exposição solar e declive, fazendo com que haja maior distribuição de calor por toda a vinha. No entanto valores acima 14% de álcool não são recomendados para vinhos Alvarinho, este é um vinho que se espera fresco e como tal um elevado teor alcoólico torna-o encorpado e quente.

Nas parcelas da região dos Vinhos Verdes (P6 à P8) os controlos de maturação até ao início de setembro indicavam que as uvas continham bons níveis de açúcar, acidez e compostos fenólicos sugerindo que se iniciasse a vindima nas primeiras semanas de Setembro. Porém, devido principalmente à forte precipitação, sentida a meados deste mês, ocorreu uma diminuição no teor de álcool provável (açúcar) e uma maior acentuação da acidez.

Para um vinho como o Alvarinho, a acidez é muito importante porque é o que lhe dará frescor e vivacidade. Segundo Blouin e Guimberteau (2000), o ácido tartárico interfere diretamente no pH do vinho, é relativamente resistente à respiração oxidativa e o seu teor depende das condições de produção das uvas, especialmente da disponibilidade de água no solo. No entanto o teor de ácido tartárico do mosto não se reflete diretamente no vinho porque o teor de potássios permite a precipitação do mesmo. No entanto pelos dados que obtivemos, apesar de não serem muito díspares, verificam-se algumas exceções. A parcela P12 é a que apresenta maior valor de ácido tartárico e tem um pH consideravelmente baixo, mas a parcela P10 com o valor mais baixo de ácido tem também um pH baixo. Podemos ainda confirmar que as parcelas com os regimes hídricos considerados insuficiente são as que têm uma menor quantidade de ácido tartárico no mosto.

Verifica-se ainda que em todas as parcelas o valor de ácido tartárico está acima do limiar de 4,5g/L o que é crucial para o processo de vinificação pois este reduz os riscos de oxidação e contaminação, evitando reações químicas indesejadas além de realçar o sabor e intensificar o brilho do produto final (Rizzon *et al*, 2007).

O ácido málico é um dos parâmetros que ajudam a definir a maturidade das uvas, ou seja, quanto mais baixo o teor de ácido málico mas maduras são as uvas. Este composto em elevadas concentrações causa desequilíbrio no vinho e para evitar que tal aconteça deve-se proceder à

fermentação malolática, que é a transformação do ácido málico em ácido láctico principalmente pela bactéria *Oenococcus oeni* e outras da família dos lactobacilos. Assim, podemos considerar que as parcelas com uvas mais maduras são a P12, P3 e P11 e, pelo contrário, a P2, P10 e P8 são as menos maduras. Apuramos ainda uma relação entre o ácido tartárico e málico, pois as parcelas com mais ácido tartárico são conseqüentemente as com menor ácido málico. Sabe-se ainda segundo Blouin e Guimberteau (2000), que a fase da maturação é fundamental para a degradação do ácido málico que é mais rápida quanto mais elevada for a temperatura o que corrobora os resultados descritos acima. As parcelas com mais ácido tartárico e menos málico são as que têm uvas mais madura, conseqüentemente melhores valores de maturação e elevados valores de insolação efetiva.

Como a Proenol (2017) descreve a qualidade organoléptica de um vinho é proporcional ao bom funcionamento da fermentação e, esta, a um correto “funcionamento das leveduras”. Isto porque o azoto é essencial para a biossíntese de álcoois superiores, tióis e esterres pelas leveduras. Para que todos estes processos funcionem da melhor forma possível, a concentração de azoto facilmente assimilável (NFA) a fermentação não deve iniciar com valores de NFA inferiores a 150mg/L sendo por vezes necessário recorrer à adição do mesmo, o que no caso dos mostos em estudo só não seria necessário na parcela P11 e as parcelas com mais carência de correção são a P3, P5 e P7.

O teor de azoto nos mostos varia entre 40 a 400mg/L e esta concentração depende do estado nutricional do solo, *stress* hídrico, desequilíbrios do metabolismo da planta e clima. Segundo Az3oeno (2020) uvas com níveis mais altos de NFA dão vinhos mais frescos, intensos e persistentes e uvas com níveis mais baixos não contêm glutatião e os seus perfis aromáticos são menos intensos e mais maduros. Além disto, elevados teores de azoto além de favorecerem a fermentação como mencionado anteriormente também minimizam os riscos de perdas de compostos aromáticos. Vendo por este prisma, será de esperar que os vinhos das parcelas P10, P2 e P9 (Vidigueira, Melgaço e Chaves, respetivamente) tenham um perfil mais fresco e aromático típico da casta Alvarinho comparativamente às parcelas P7, P5 e P3 (Amares e Monção), ao contrário do esperado teoricamente já que MM é a região onde o Alvarinho está melhor adaptado.

De acordo com Ribéreau-Gayon e os seus colaboradores (2006), a concentração de compostos fenólicos depende de fatores como a temperatura, precipitação, variedade da videira, grau de maturação e tamanho dos bagos. No entanto a importância do controle da sua concentração deve-se à sua influência no vinho ao nível da cor, sabor, adstringência, amargor, estrutura e, conseqüentemente, na sua qualidade. No caso concreto dos vinhos da casta Alvarinho, que são

vinhos jovens, com acidez elevada, médio teor alcoólico e com aromas frutados supõe-se que toda esta tipicidade se deva principalmente aos aromas varietais, ou seja, pretendem-se processos de vinificação que conservam ao máximo as características da uva.

Desta forma, não é essencial que o mosto tenha valores muito elevados de compostos fenólicos, aliás, durante o processo de vinificação desta casta opta-se quase sempre por limitar a extração dos mesmos, evitando que causem adstringência excessiva no produto final.

Pelos resultados obtidos na análise dos mostos verifica-se que há maior concentração de compostos fenólicos totais nas parcelas P3, P6 e P10 (Monção, Viana e Mangualde, respetivamente) e menor concentração, cerca de metade, na P5, P9 e P12 (Monção e Chaves). As diferenças dos resultados, e uma vez que se trata da mesma casta, pode ter a ver com o facto das condições edafoclimáticas determinarem a acumulação destes compostos. Por exemplo, em zonas frias e de insolação fraca a concentração de antocianas é menor enquanto em zonas de temperaturas elevadas e com grandes amplitudes térmicas durante o dia há maior síntese de antocianas. Nas parcelas acima não se retrata exatamente isso porque relativamente à temperatura a P6 tem menor e a P9 maior; as amplitudes térmicas na P6 também são baixas e na P9 altas e ao nível da insolação a P12 é a parcela com o valor mais elevado. Assim podemos afirmar que a maior discrepância está entre as parcelas P9 (Chaves) e P6 (Viana), onde a primeira tem baixos valores de compostos fenólicos apesar de ótimos valores de temperatura, amplitudes térmicas e insolação comparativamente com a P6.

3.5. Perfil dos Vinhos

3.5.1. Análise Quantitativa

A. Compostos Fenólicos

No estudo do perfil dos vinhos produzidos a partir das uvas de cada uma das parcelas foi determinada a concentração de dez compostos fenólicos, sendo representados no gráfico abaixo a concentração total de compostos fenólicos e os três compostos mais abundantes em cada parcela

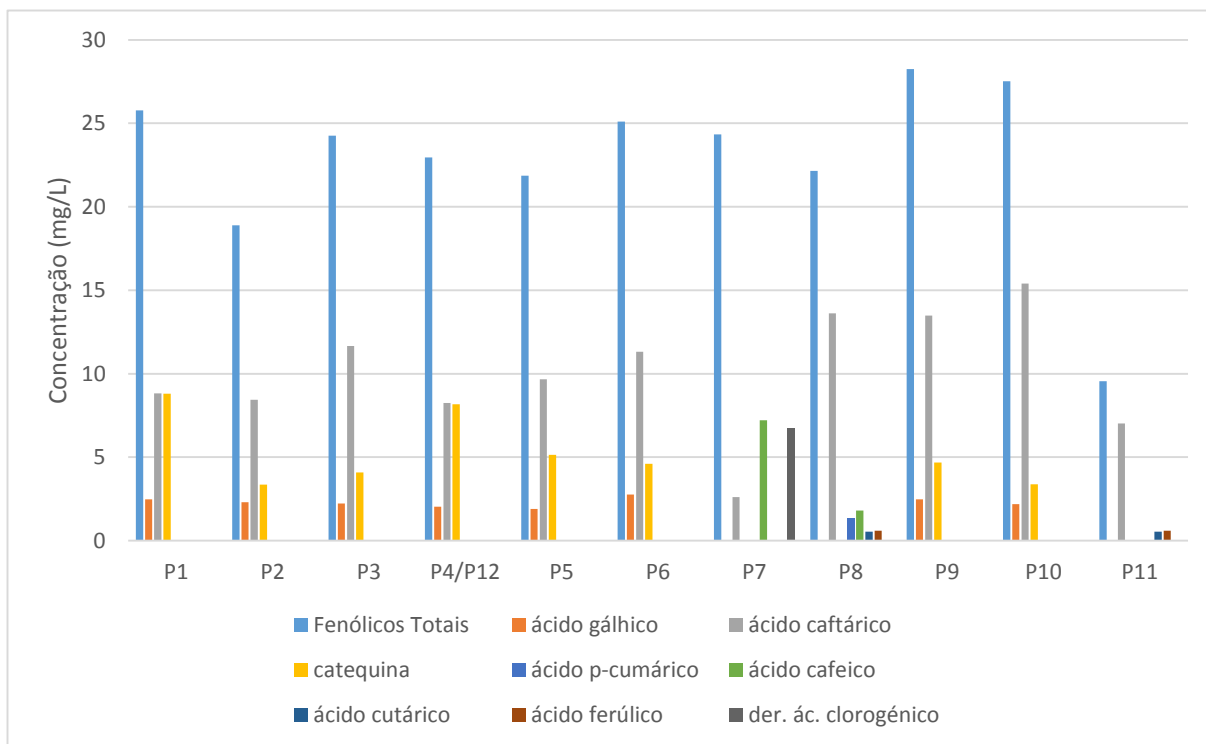


Gráfico 8. Concentração de compostos fenólicos nos vinhos

Pela análise do gráfico acima podemos retirar as seguintes ilações:

Verifica-se imediatamente que há um grupo principal, com semelhança nos três compostos mais abundantes (ácido gálgico, ácido caftárico e catequina): Melgaço (P1 e P2), Monção (P3, P12 e P5), Viana (P6), Chaves (P9) e Mangualde (P10). Deste grupo distancia-se Amares (P7 – ácido caftárico, ácido cafeico e ácido clorogénico), Mondim de Basto (P8 – ácido caftárico, ácido p-cumárico e ácido cafeico) e Vidigueira (P11 – ácido caftárico, ácido cutárico e ácido ferúlico).

Estas últimas três parcelas, além de terem os vinhos com os três compostos mais abundantes diferentes das restantes, têm também os valores das concentrações mais baixos sendo o vinho mais pobre em compostos fenólicos o P11.

Como mencionado anteriormente os compostos fenólicos dividem-se em dois grandes grupos: os compostos flavonoides e não flavonoides. De todos os compostos representados no gráfico apenas existe um composto flavonoide, a catequina, que se encontra apenas no grupo principal (P1, P2, P3, P12, P5, P6, P9 e P10).

Segundo Cabrita e Laureano (2003), a catequina faz parte do grupo dos flavanóis e normalmente após o esmagamento da uva e antes do início da fermentação, ocorrem diversas reações de condensação e reações químicas que envolvem este tipo de moléculas, resultando na formação de novos pigmentos poliméricos responsáveis pelas alterações da cor no vinho.

Relativamente aos outros compostos podemos ainda verificar outra semelhança: no que chamamos grupo principal o composto mais abundante é o ácido gálgico e nos outros três vinhos (P7, P8 e P11) o mais abundante é o caftárico.

Todos esses compostos fenólicos são não flavonoides e fazem ainda parte de uma subcategoria que são os ácidos benzóicos e hidroxicinamil tartáricos.

O ácido gálgico deriva do ácido benzoico, encontra-se nas uvas na forma de éster e no decorrer da elaboração sofre hidrólise podendo encontrar-se no vinho quer na forma livre ou combinada. Este ácido não exerce uma influência direta no sabor do vinho mas está relacionado com o aparecimento de fenóis voláteis e, conseqüentemente, com a parte aromáticas do mesmo além de contribuir como protetor antioxidante do vinho (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). Assim, é de esperar que os vinhos com mais ácido gálgico sejam mais propícios a uma componente aromática mais complexa.

Os restantes ácidos mencionados (caftárico, cafeico, clorogénico, p-cumárico, cutárico e ferúlico) são todos ácidos hidroxicinamil tartáricos. Porém, o ácido caftárico (que está presente em todas as parcelas) e o cutárico (apenas na P11) estão intimamente ligados fenómenos de acastanhamento oxidativo dos vinhos brancos. No estudo realizado por Fernandez-Zurbano e parceiros (1998), eles verificaram que as concentrações destes dois ácidos diminuem bastante durante a fermentação, podem aparecer em maior quantidade durante o envelhecimento e a sua concentração depende de fatores como condições climáticas, região de cultivo da vinha, variedade das uvas e até processo de vinificação. Uma vez que neste estudo foi utilizado o mesmo processo de vinificação em todos os vinhos, trata-se exatamente da mesma casta, podemos afirmar que as concentrações dependem do clima da região.

Os outros ácidos ferúlico, o p-cumárico e o cafeico derivam do ácido cinâmico e podem atuar como precursores de compostos aromáticos por reações de conversão, isomerização, oxidação, redução e hidrólise, originando fenóis voláteis. Estes compostos são os responsáveis por notas a fumado, madeira, couro e apimentadas (4-vinilguaiacol) e em baixos teores podem ser benéficos para o aroma do vinho (Vinholes *et al.*, 2009).

Por último, no vinho da parcela P7 há a presença de ácido clorogénico que é um derivado do ácido cafeico.

B. Compostos Voláteis

No estudo do perfil dos vinhos produzidos a partir das uvas de cada uma das parcelas foi determinada a concentração de 63 compostos voláteis, sendo representados no **Gráfico 9** a concentração total de compostos voláteis e os três compostos mais abundantes em cada parcela.

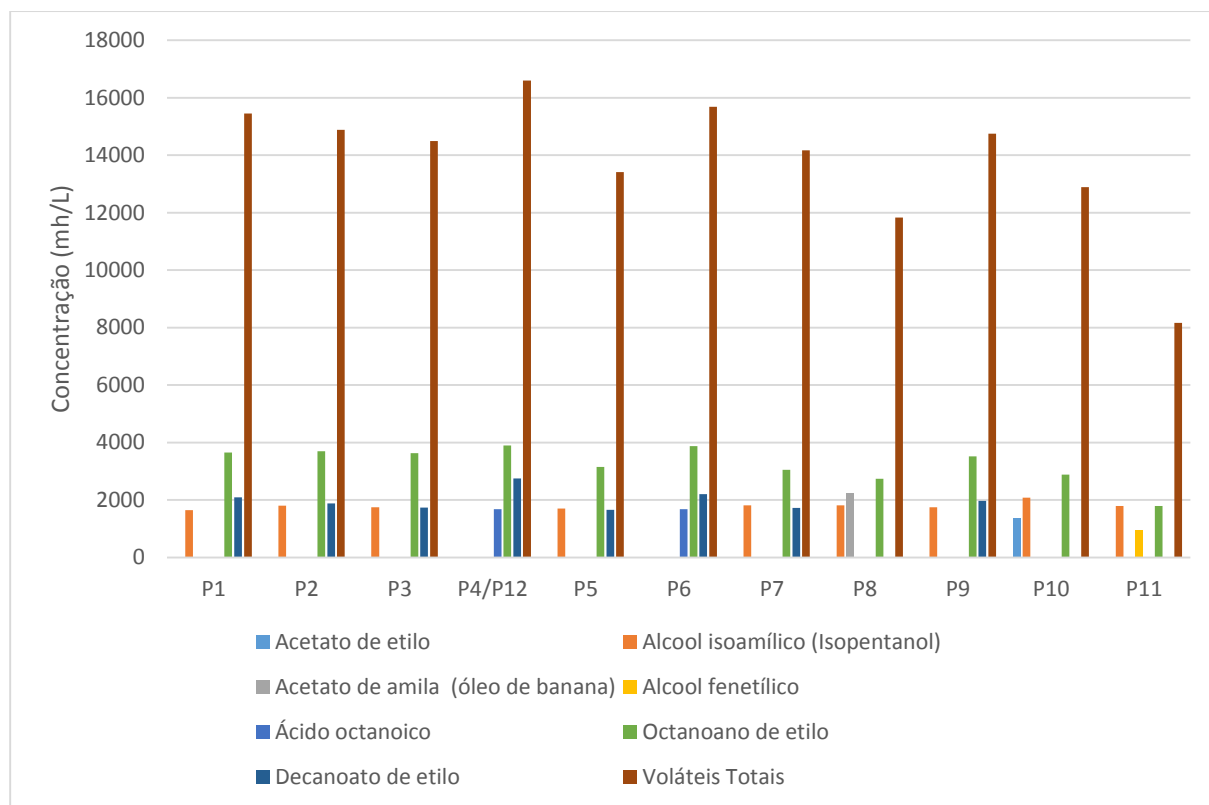


Gráfico 9. Concentração de compostos voláteis nos vinhos.

Pela análise do gráfico acima podemos retirar as seguintes ilações:

- O octanoato de etilo é o único composto que está presente em todos os vinhos, associado ao caráter doce e frutado com notas de pêra e ananás. No entanto as suas concentrações são superiores na região dos vinhos verdes (à exceção de Mondim) e na P9 (Chaves).

- Coincidentemente, um outro composto que está presente em quase todos os vinhos, à exceção do P8, P10 e P11 é o decanoato de etilo. Este é um derivado do octanoato de etilo e está associado aos mesmos aromas. Ou seja, este intensifica o aroma nas parcelas onde estava presente o octanoato, mas não aparece nas parcelas onde as concentrações de octanoato já eram baixas.

- Em menores concentrações, mas o álcool isoamílico (3-Metil-1-butanol) também está presente em quase todos os vinhos, à exceção do P12 e P6 (Monção e Viana) havendo em maior concentração na P10 (Mangualde). Este composto está associado aos descritores de aroma “banana” e “adocicado”, mas também ao normalmente considerado defeito “alcoólico”.

- Com ácido octanoico, um ácido carboxílico que confere um aroma frutado ao vinho, estão os vinhos P12 e P6 (Monção e Viana).

- Em seguida encontram-se todas as exceções, ou seja, os compostos voláteis que aparecem apenas num vinho. O acetato de etilo associado a notas picante, verniz e cola está presente no vinho P10 (Mangualde); o acetato de amila (óleo de banana), como a própria descrição indica confere notas de banana e está presente no vinho P8 (Mondim) (dai na prova surgir com notas de fruta tropical) e, por último, o álcool fenético presente no vinho P11 (Vidigueira) relacionado ao aroma floral e adocicado com notas de rosas e mel.

- Podemos ainda concluir que não sobressaiu no grupo de compostos voláteis em maior concentração nos vinhos nenhum composto associado a um defeito aromático, mas não significa que os mesmos não possam ser detetados na prova sensorial.

Apesar de todas as diferenças observadas pelos gráficos acima, era crucial atestar se as mesmas eram ou não significativas através do estudo estatístico.

Tabela 14 Resultados do estudo estatístico ⁽¹⁾ relativo aos compostos fenólicos.

p-value	ESTUDO 1	ESTUDO 2	ESTUDO 3	ESTUDO 4
<0,001 ***	(VV vs Out.)	(MM vs. Out)	(MM vs. VV)	(Todas vs. Todas)
<0,01 **				
<0,05*				
COMPOSTOS FENÓLICOS				
Catequina		***		P1-P11 * P1-P8* P4-P11 * P4-P8 *
Ácido cafeico		**		P7-P11 ** P9-P11 *
Ácido p-cumárico				P7-P11 **
Ácido ferúlico				P8-P10 *
Der. Ácido Clorogénico		*		P7-P11 ** P8-P11 *
Ácido Gálico				P1-P11 * P6-P11 *
Ácido caftárico				P7-P10 ** P7-P8 * P10-P11 *
Der. Ácido p-cumárico 8				P10-P11 *
Ácido Cutárico				P7-P10 ** P10-P11 *
Der. Ácido p-cumárico 15				P7-P11 **

(1) Desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva

- Relativamente aos vinhos da Região dos Vinhos Verdes comparativamente aos restantes e também com os da sub-região de Monção e Melgaço, não existem quaisquer diferenças significativas ao nível de composição em fenólicos.

- Contudo, existem diferenças nos vinhos da sub-região de Monção e Melgaço comparativamente com os outros: altamente significativas ao nível da catequina; muito significativas em ácido cafeico e significativas nos derivados de ácido clorogénico.

- Quanto às catequinas, responsáveis pelo sabor e adstringência dos vinhos, podemos comprovar as diferenças estatísticas pelo gráfico, onde efetivamente os vinhos da SRMM têm valores bastante mais elevados deste composto comparativamente aos restantes.

- O ácido cafeico e os derivados de ácido clorogénico (que é um derivado de ácido cafeico) é característico por dar notas de fumado, madeira, couro e apimentado aos vinhos onde está presente. Assim, será previsível que estas notas sejam notadas nos outros vinhos e não nos vinhos da SRMM.

- Na análise Tukey (Nemenyi's), onde se avaliam diferenças entre as 11 parcelas, podem retirar-se várias ilações:

- Há evidências estatísticas de que para “catequina”, a média de concentrações nos vinhos das parcelas P1/P11; P1/P8; P4/P11 e P4/P8 sejam diferentes. Isto porque a P1 e P4 são as parcelas com valor de catequina mais elevados, ao contrário da P11 e P8 que têm os valores mais baixos.
- O ácido cafeico e o derivado ácido clorogénico têm diferenças muito significativas entre o vinho P7 e P11, por serem respetivamente os vinhos com mais e menos concentrações dos mesmos. Há ainda diferenças significativas do ácido cafeico entre P9-P11 e no derivado ácido clorogénico entre P8-P1.
- O ácido p-cumárico apresenta diferenças muito significativas entre os vinhos P7-P11 e os seus derivados apresentam diferenças significativas e muito significativas entre P10-P11 e P7-P11, respetivamente.
- O ácido ferúlico, que tem a mesma influência nos vinhos que os dois anteriores, apresenta diferenças significativas entre P8-P10. Em suma, esperam-se notas de fumado, madeira, couro e apimentadas nos vinhos P7, P8 e P9 (Amares, Mondim de Basto e Chaves).
- O ácido gálico apresenta ainda diferenças significativas da P1 e P6 comparativamente com a P11, porque são as que têm mais e menos concentração deste ácido.
- O ácido caftárico e o cutárico, como mencionado anteriormente, estão intimamente ligados a fenómenos de acastanhamento oxidativo dos vinhos brancos. Como podemos apurar pela tabela, em ambos os ácidos há diferenças muito significativas entre P7-P10 e significativas entre P10-P11. Há ainda diferenças significativas no ácido caftárico entre P7-P8. Os vinhos que

têm maior concentração de ácido caftárico e cutárico são a P10 e P8 por isso será de esperar que estes vinhos requeiram maiores cuidados de adição de antioxidantes para evitar o acastanhamento dos mesmos.

Tabela 15 Resultado estatístico ⁽¹⁾ relativo aos compostos voláteis.

		ESTUDO 1	ESTUDO 2	ESTUDO 3	ESTUDO 4
p-value		(VV vs	(MM vs.	(MM vs.	(Todas vs.
<0,001***		Out.)	Out)	VV)	Todas)
<0,01**					
<0,05*					
Compostos voláteis					
Acetato de etilo	Solvente, frutado, adocicado	***			P8-P11 *
Álcool isoamílico	Banana	*	*		P4-P10 *
Diacetilo	Avelã, manteiga, couve fermentada	*	*		P3-P8 *
Butanoato de etilo	Papaia, manteiga, adocicado, maçã	*			P8-P11 **
3-Metil-pentanol	Tabasco, pimento	**			P1-P11 * P4-P11 *
Hexanol	Oxidação, maçã verde	*			P4-P7 * P4-P11 * P7-P8 *
Acetato de Amila	Banana				P8-P11 **
Feniletileno	Rosas, mel, maçã, adocicado		*		P4-P10 *
Hexanoato de metilo	Maracujá	**			
Heptanol		***			P6-P11 * P8-P10 * P8-P11 **
Ácido hexanoico	Queijo, oleoso	*			
Acetato de cis-3-hexenilo	Herbáceo	*			P1-P11 * P6-P11 **
Acetato de hexilo	Adocicado, aromático, perfumado	**			P1-P11 * P7-P11 **
Cimenol	Floral	*			
Limoneno	Cítrico		*		
Cis-Ocimenol	Floral		***	**	P3-P8 * P4-P8 * P4-P11 *
Hexanoato de etilo	Maçã, frutado, adocicado, anis		*	*	P6-P11 * P9-P11 *
Trans-Ocimenol	Floral		**	**	P3-P8 * P4-P8 *
Octanol	Agradável, doce		**	**	P8-P11 **
Nonanal	Cítrico, gorduroso	**	*		P6-P8 ** P8-P9 * P8-P10 *
Linalol	Floral (muscatel), limão		***	***	P2-P11 *
Álcool feniletílico	Rosas, mel, polen				P8-P11 **
Ácido octanoico de metilo	Banana, pêra, ananás, floral	*	**		
Cânfora					P3-P11 * P4-P11 *

CONTINUA NA PAGINA SEGUINTE

Isobutanoato de hexilo	Morango	*	*		
Acetato de 2 etil hexilo	Adocicado, aromático, perfumado	**			
Álcool bornílico	Cânfora				P4-P11 *
Mentol		*	***	*	
4-Terpienol (óleo da árvore-do-chá)	Químico, cânfora		*	*	P3-P11 * P4-P11 *
Ácido butanoico dietílico	Ranço, manteiga	*		*	P3-P8 *
Ácido octanoico	Vegetal, queijo	*	**		P4-P11 *
Octanoano de etilo	Maça, adocicado, frutado	*	**		P4-P11 * P6-P11 *
Decanal	Cera, sebo, ranço, sabão		*		P4-P10 *
Acetato de octanol	Doce, laranja	***			P7-P11 **
Citronelol			**		
2-Metil butanoano de hexilo	Morango, mirtilo	*	**		P4-P11 *
Hexanoato de isoamilo	Maça				P4-P11 *
Acetato feniletílico	Mel, rosas				P4-P11 *
Acetato isobornílico	Cânfora	*			
Nonanoato de etilo	Oleoso, frutado, noz		*	*	P4-P8 *
Decanoato de metilo	Sabão				P4-P11 * P6-P11 *
Acetato de citronelilo	Limão verde	***	*	***	P4-P11 *
Ácido decanoico	Cera, sebo, ranço, sabão				P4-P8 *
B-damascenona	Aromas florais, frutos tropicais e maçã		**	***	P4-P8 * P4-P11 *
Decanoato de etilo	Oleoso, frutado, maçã, solvente		*		P4-P8 ** P4-P11 *
9-decenoato de etilo	Suor, queijo			*	P5-P8 * P6-P11 * P8-P11 **
2-decenoato de etilo	Suor, queijo				P6-P11 **
Cariofileno	Madeira, cravo, pimento		**	*	
Octanoato isoamílico	Doce e frutado; pêra, ananas				P4-P8 * P4-P11 * P7-P8 *
Acetona de geranil	Verniz, cola	*	*		
Dodecanol	Coco, mel, sabão, ceroso, terroso				P4-P11 *
Valencene	Doce, cítrico, toranja, madeira		**		
Dodecanoato de metilo	Cola, verniz			*	P4-P8 * P4-P11 *
Ácido dodecanoico	Oleoso, sabão		*	*	
Dodecanoato de etilo	Herbáceo		*		P4-P8 ** P4-P11 *

(1)Desenvolvido por Conceição Rocha, do INESC TEC, no âmbito do protocolo de Prestação de Serviços de estatística, financiado pelo projeto Terr@Alva

O ESTUDO 1 revela que os vinhos da RVV comparativamente com os restantes vinhos em estudo têm as seguintes diferenças por apresentarem maior concentração dos respetivos compostos do que os restantes vinhos:

- Diferenças altamente significativas ao nível da concentração de acetato de etilo, heptanol, acetato de octanol, acetato de citronelilo, por estarem em maior concentração na região dos VV Estes compostos estão associados a descritores como: frutado, adocicado, laranja e limão verde.

- Diferenças muito significativas para 3-Metil-pentanol (tabasco, pimento), Hexanoato de metilo (maracujá), Acetato de hexilo e 2-etil-hexilo (doce, aromático e perfumado) e Nonanal (cítrico e gorduroso).

- Diferenças significativas nos compostos: Álcool isoamílico (banana), Diacetilo (avelã, manteiga, couve fermentada), Butanoato de etilo (papaia, manteiga, adocicado, maçã), Hexanol (oxidação, maçã verde), Ácido hexanoico (queijo, oleoso), Acetato de cis-3-hexenilo (herbáceo), Cimenol (floral), Ácido octanoico de metilo (banana, pêra, ananás, floral), Cânfora, Isobutanoato de hexilo e 2-Metil butanoano de hexilo (morango), Álcool bornílico e Acetato isobornilo (cânfora), Mentol, Ácido butanoico dietílico e Ácido octanoico (ranço, manteiga), Octanoano de etilo (maçã, adocicado, frutado), Acetona de geranyl (verniz, cola).

O ESTUDO 2 revela que os vinhos de Monção e Melgaço comparativamente com os restantes vinhos em estudo têm:

- Diferenças altamente significativas ao nível da concentração de acetato de Cis-Ocimenol (Floral), Linalol (floral, limão) e mentol. No caso, estas diferenças ocorrem porque os vinhos da SRMM têm maior concentração que os restantes nestes compostos, por isso será de esperar que os seus vinhos sejam destacadamente mais florais, frescos e com notas de limão e menta.

- Diferenças muito significativas para Trans-Ocimenol (Floral), Octanol (agradável, doce), Ácido octanoico de metilo (banana, pêra, ananás, floral), Ácido octanoico (vegetal, queijo), Octanoano de etilo (maçã, adocicado, frutado), Citronelol, 2-Metil butanoano de hexilo (morango, mirtilo), B-damascenona (floral, frutos tropicais e maçã), Cariofileno (madeira, cravo, pimento) e Valencene (doce, cítrico, toranja, madeira). Todos estes compostos estão em maiores concentrações nos vinhos de Monção e Melgaço.

- Diferenças significativas nos compostos: Álcool isoamílico (banana), Diacetilo (avelã, manteiga, couve fermentada), Feniletileno (rosas, mel, maçã, adocicado), Limoneno e Nonanal (cítrico), Hexanoato de etilo (maçã, frutado, adocicado, anis), Isobutanoato de hexilo (morango), 4-Terpienol (óleo da árvore-do-chá, químico, cânfora), Decanal (cera, sebo, ranço, sabão), Nonanoato de etilo (oleoso, frutado, noz), Acetato de citronelilo (limão verde), Decanoato de etilo (oleoso, frutado, maçã, solvente), Acetona de geranil (Verniz, cola), Ácido dodecanoico (oleoso, sabão) e Dodecanoato de etilo (herbáceo). Todos estes compostos estão em maiores concentrações nos vinhos de Monção e Melgaço.

O ESTUDO 3 revela que os vinhos de Monção e Melgaço comparativamente com os restantes vinhos da Região dos Vinhos Verdes têm:

- Diferenças altamente significativas ao nível da concentração de Linalol (floral, limão), Acetato de citronelilo (limão verde) e B-damascenona (florais, frutos tropicais e maçã). Assim, será de esperar que os vinhos da SRMM comparativamente com os restantes da mesma região (VV) se destaquem por serem mais florais e terem notas mais marcadas a frutos tropicais, limão e maçã.

- Diferenças muito significativas para Cis-Ocimenol e Trans-Ocimenol (floral) e Octanol (agradável, doce), onde a concentração é superior em MM.

- Diferenças significativas porque se encontram em maiores concentrações nas parcelas de MM os seguintes compostos Hexanoato de etilo (maçã, frutado, adocicado, anis), Mentol, 4-Terpienol (óleo da árvore-do-chá, químico, cânfora), Ácido butanoico dietílico (ranço, manteiga), Nonanoato de etilo (oleoso, frutado, noz), 9-decenoato de etilo e 2-decenoato de etilo (suor, queijo), Dodecanoato de metilo (cola, verniz) e Ácido dodecanoico (oleoso, sabão). O ESTUDO 4, onde foi realizada uma análise Tukey (Nemenyi's) que compara todas as parcelas entre si, podem retirar-se várias ilações:

- As parcelas com mais diferenças muito significativas entre si são a P8-P11, para os compostos Butanoato de etilo, Acetato de Amila, Heptanol e Álcool fenilético. Assim, será de esperar que as diferenças mais marcadas seja entre os vinhos de Mondim e Vidigueira.

- Há ainda diferenças muito significativas entre as parcelas P6-P11 para Acetato de cis-3-hexenilo e 2-decenoato de etilo; P7-P11 para Acetato de hexilo e Acetato de octanol; P4-P8 para Decanoato de etilo e Dodecanoato de etilo; P6-P8 para Nonanal. Aqui verificamos que a P11 difere também com a P6 e P7 que são também vinhos dos VV mas não da sub-região de MM; e o P8 (Mondim) difere com P4 e P6. Assim, dentro da região a mais díspar é Mondim e de todas a mais díspar é Vidigueira.

- Quanto às diferenças significativas apresentadas na tabela, se organizarmos por parcelas/vinhos, verificamos que existem entre:

- P1-P11 3-Metil-pentanol, Acetato de cis-3-hexenilo e Acetato de hexilo
- P2-P11 Linalol
- P3-P8 Diacetilo, Cis-Ocimenol, Ácido butanoico dietílico e Trans-Ocimenol e P3-P11 Cânfora e 4-Terpienol (óleo da árvore-do-chá)
- P4-P11 3-Metil-pentanol, Hexanol, Cis-Ocimenol, Cânfora, Álcool bornílico, 4-Terpienol (óleo da árvore-do-chá), Ácido octanoico, Octanoano de etilo, 2-Metil butanoano de hexilo, Hexanoato de isoamilo, Acetato feniletílico, Decanoato de metilo, Acetato de citronelilo, β -damascenona, Decanoato de etilo, Octanoato isoamílico, Dodecanol, Dodecanoato de metilo e de etilo; P4-P8 Cis-Ocimenol, Trans-Ocimenol, Nonanoato de etilo, Ácido decanoico, β -damascenona, Octanoato isoamílico, Dodecanoato de metilo e de etilo; P4-P10 Álcool isoamílico, Feniletileno e Decanal e ainda P4-P7 Hexanol.
- P5-P8 9-decenoato de etilo
- P6-P11 Heptanol, Hexanoato de etilo, Octanoano de etilo, Decanoato de metilo, 9-decenoato de etilo e 2-decenoato de etilo
- P7-P11 Acetato de hexilo e Acetato de octanol; P7-P8 Hexanol e Octanoato isoamílico
- P8-P10 Heptanol e Nonanal; P8-P11 Acetato de etilo e P8-P9 Nonanal
- P9-P11 Hexanoato de etilo

- Ou seja, o vinho P11 é a que mais se destaca de todos os outros porque é o que apresenta com mais vinhos diferenças significativas na concentração média de vários compostos voláteis.

- Sabendo que os vinhos P1 a P5 são da sub-região de MM, podemos afirmar que os vinhos que mais se distanciam deles ao nível dos compostos fenólicos são os da Vidigueira (P11) e de Mondim (P8).

- Sabendo ainda que P6, P7 e P8 fazem parte da região dos VV, podemos afirmar que os os vinhos têm diferenças significativas apenas com os vinhos das outras regiões, à exceção da P7-P8 para hexanol e Octanoato isoamílico porque efetivamente os valores para estes compostos são bastes mais elevados na P7. Assim, dentro da região dos VV, o vinho que mais se distancia dos de MM é o P8.

- Pode-se ainda apurar que o vinho P9 (Chaves) é o único que não apresenta nenhuma diferença significativa nem com os vinhos de MM podendo-se considerar que são bastante similares.

3.5.2. Análise Sensorial

Como mencionado anteriormente, a análise qualitativa é a prova sensorial dos vinhos em estudo com o objetivo de traçar os perfis dos mesmos e perceber a existência ou não de similaridades.

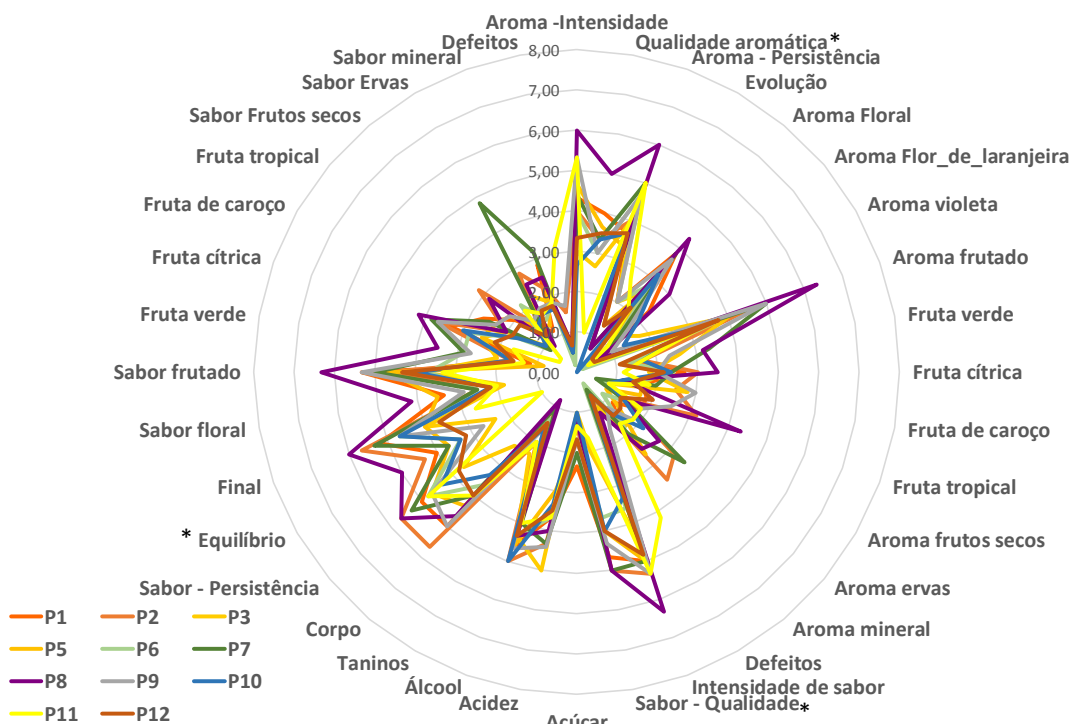


Gráfico 10. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos de todas as parcelas em estudo.

* Diferenças significativas ($p < 0.05$).

- Observam-se diferenças significativas entre os vinhos das diferentes parcelas nos atributos: qualidade aromática, qualidade de sabor e equilíbrio.
- Nas parcelas da SRMM, qualitativamente, foram observadas diferenças ao nível da cor (entre o verde-limão e amarelo-palha) contudo estatisticamente o método não conseguiu discriminar essas mesmas diferenças.
- O vinho P11 (Vidigueira) também se destacou qualitativamente ao nível da cor por apresentar cor entre branco e verde-limão.
- Ao nível da transparência e da limpidez, os vinhos das parcelas P2, P7 e P8 além de não diferirem entre si, são significativamente mais opacos e turvos que os restantes. Os restantes vinhos foram considerados transparentes e lípidos.
- Na qualidade aromática, o vinho P11 (Vidigueira) difere do vinho P8 (Mondim), isto porque ambos representam o menor e maior valor atribuído neste parâmetro, respetivamente. O P11 foi considerado grosseiro e comum e o P8 como tendo uma qualidade aromática fina a

muito fina. Os restantes vinhos não diferiram entre si, com qualidade avaliada entre comum a fina.

- Para o sabor, verificaram-se diferenças com os vinhos P2, P7 e P8 (Melgaço, Amares e Mondim) avaliados entre médio e fino e os vinhos P3 e P11 (Monção e Vidigueira) avaliados entre pobre e comum. Os restantes vinhos entre comum e fino.

- No parâmetro equilíbrio, o vinho P11 difere significativamente do P8, pois o primeiro foi considerado desarmónico a apropriado e o segundo bom a muito bom. Os vinhos restantes vinhos foram avaliados entre apropriado e bom.

- Nos restantes atributos em prova, destacam-se os seguintes aspetos:

- Intensidade de aroma avaliada entre subtil (P3 e P10) e intenso (P8,P9, P11)
- Aroma floral avaliado entre subtil e ligeiro/intenso (P8)
- Aroma a flor de laranjeira avaliado entre ténue e ligeiro (P8)
- Evolução de aroma – predominam os vinhos avaliado como “em evolução”
- Aroma frutado avaliado entre subtil (P10) e muito intenso (P8)
- Predominam os sabores subtis/ligeiros a fruta cítrica (exceto P11)
- Defeitos de aroma e sabor – maioritariamente avaliados como ténue/ ausente à exceção do vinho da parcela P11 avaliados como muito intensos (aroma e sabor)

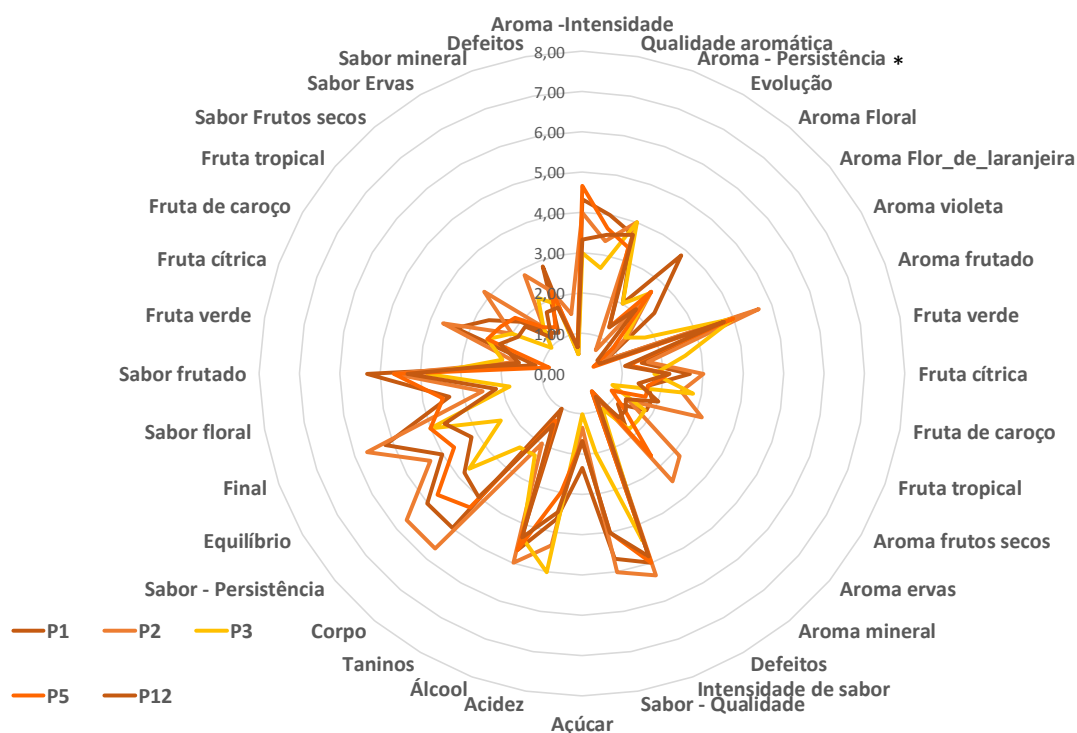


Gráfico 11. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos das parcelas da sub-região de Monção e Melgaço.

* Diferenças significativas ($p < 0.05$).

- Os vinhos da região dos Vinhos Verdes e de Trás-os-Montes não diferem entre si nos parâmetros onde foram encontradas diferenças significativas.
- Os vinhos produzidos na região dos Vinhos Verdes apresentam diferenças significativas com os vinhos do Alentejo porque têm uma qualidade aromática superior, menos defeitos de aroma e de sabor e são vinhos mais equilibrados.
- Em termos gerais, o **Gráfico 12** mostra claramente o distanciamento qualitativo do vinho do Alentejo (P11). Apesar de ter intensidade aromática esta não foi considerada de qualidade, apresenta defeitos e é o vinho considerado menos equilibrado de todos.

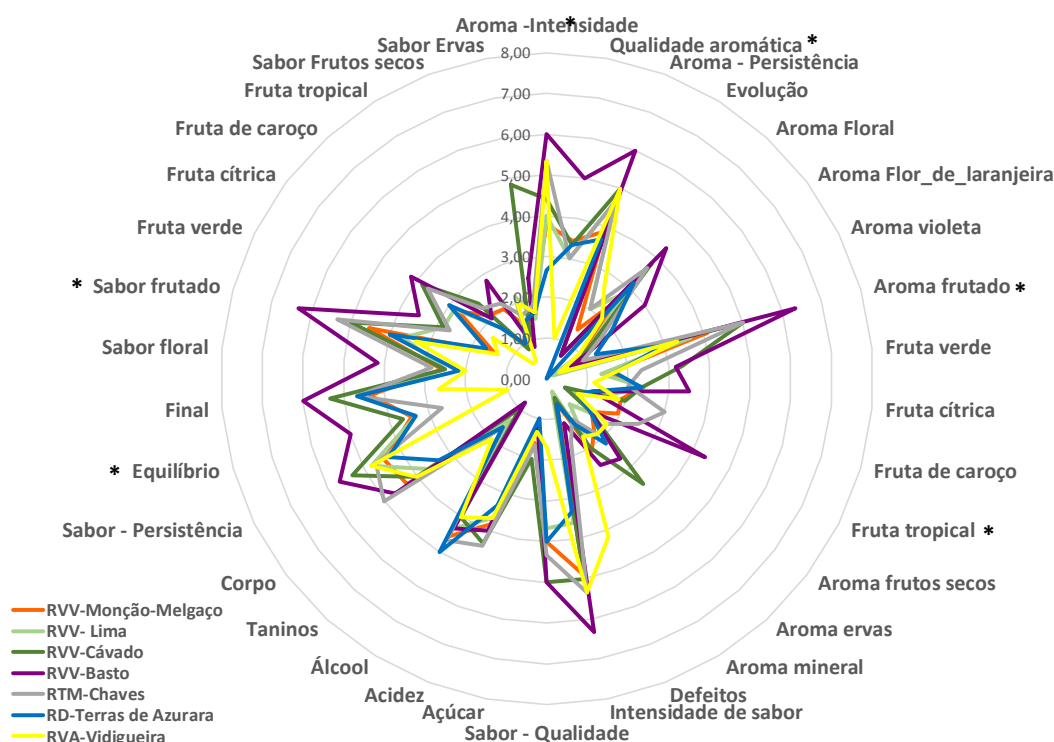


Gráfico 13. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos de cada uma das sub-regiões em estudo.

* Diferenças significativas ($p < 0.05$)

- Observam-se diferenças significativas entre os vinhos das sub-regiões vitivinícolas nos atributos sensoriais: “qualidade aromática”, “aroma frutado”, “aromas a fruta tropical”, “equilíbrio” e “sabor frutado”.
- O vinho da Vidigueira (P11) distingue-se das restantes sub-regiões pela cor considerada branco a verde-limão com intensidade pálida a média. Já os vinhos da RVV (Monção e Melgaço, Lima, Cavado e Basto) e da RVA-Vidigueira foram considerados com cor entre verde-limão e amarelo-pálido com intensidade média.

- Os vinhos da Azurara (P10) e Basto (P8) apresentam diferenças ente si na intensidade de aroma, pois são os que contêm menor e maior cotação, respetivamente.
- Quanto à qualidade aromática, o vinho da Vidigueira (P11) e de Basto (P8) apresentam diferenças significativas entre si tendo o primeiro menor qualidade, avaliada como grosseira, e o segundo considerado fino e bastante fino.
- O aroma frutado foi um dos atributos com diferenças significativas entre as sub-regiões em estudo, uma vez que Basto obteve a avaliação mais elevada com aroma frutado intenso e muito intenso, em particular em fruta tropical, e Azurara, Vidigueira e Lima com o aroma frutado subtil e ligeiro.
- Para o aroma a frutas tropicais verifica-se uma situação semelhante à anterior, com um acentuado aroma no vinho de Basto (P8), no entanto este aroma foi conotado mais ligeiro no vinho do Cavado (P7) e no da Vidigueira (P11).
- Quanto ao equilíbrio de sabor, o vinho da Vidigueira foi avaliado como desarmónico, diferindo significativamente de Basto, com um sabor avaliado entre bom e muito bom. Todos os restantes vinhos foram considerados com o equilíbrio apropriado a bom.
- O comportamento do **Gráfico 13** ao nível do sabor frutado é semelhante ao do aroma frutado, ou seja, Basto tem uma avaliação muito superior às restantes regiões, sendo o vinho da Vidigueira (P11) considerado o menos frutado.

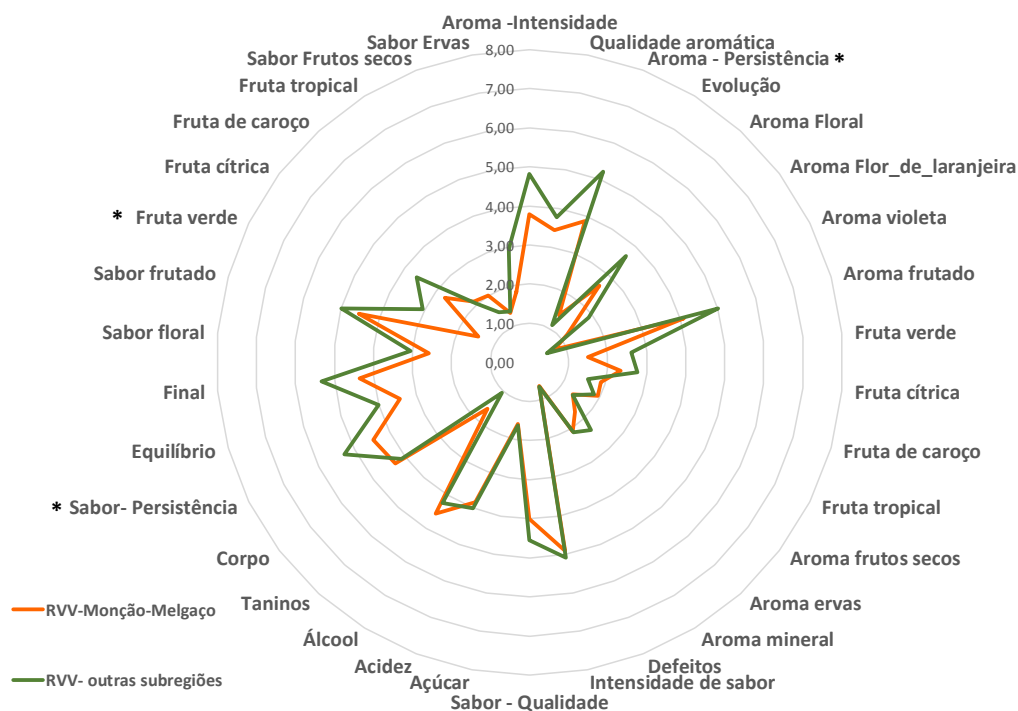


Gráfico 14. Perfil sensorial (AQD) dos vinhos da casta Alvarinho obtidos com painel de enólogos da sub-região de Monção e Melgaço e das outras sub-regiões da região dos Vinhos Verdes.

* Diferenças significativas ($p < 0.05$).

- Entre os vinhos de Monção e Melgaço (P1, P2, P3, P12, P5) e das outras sub-regiões dos Vinhos Verdes (P6, P7 e P8) observam-se diferenças significativas nos atributos: “persistência de aroma”, “persistência de sabor” e “Sabor a fruta verde”.

- Pela análise do **Gráfico 14**, pode-se verificar que nos principais parâmetros os vinhos da SRMM foram sempre inferiores aos das restantes sub-regiões dos Vinhos Verdes, quer ao nível da intensidade, persistência e qualidade aromática, quer ao nível de persistência e equilíbrio do sabor.

- Na persistência do aroma, existem diferenças significativas porque efetivamente há uma grande discrepância entre os valores atribuídos aos vinhos da SRMM e das restantes sub-regiões dos Vinhos Verdes. Na persistência de sabor verifica-se exatamente o mesmo, contudo a discrepância não é tão acentuada.

- Depois, como seria de esperar os vinhos da SRMM foram considerados como tendo muito pouco sabor a fruta verde, ao contrário dos restantes, onde além da fruta verde também apresentaram aroma a fruta cítrica.

Os gráficos radar acima apresentados reúnem os perfis obtidos durante a prova sensorial, no entanto é de ressaltar que nenhum dos enólogos do painel sabia que se tratavam de vinhos da casta Alvarinho, fazendo com que provassem e avaliassem os vinhos individualmente.

Além de ter sobressaído positivamente o vinho da parcela P8 (Basto) e negativamente o P11 (Vidigueira) é essencial verificar que em todas as análises realizadas o vinho que mais se aproximou sempre dos da sub-região de Monção e Melgaço foi o vinho P9 (Chaves).

Quer isto dizer que, apesar do vinho P8 ter-se distinguido dos demais não quer dizer que o seu perfil tenha algum tipo de semelhança e familiaridade com os Alvarinhos de Monção e Melgaço que de resto era o que se pretendia verificar com o estudo.

Capítulo 4. CONCLUSÕES GERAIS

Neste trabalho foi possível avaliar diferentes parâmetros que caracterizam os *terroirs* em estudo e os vinhos produzidos a partir das uvas da casta Alvarinho dos mesmos, sendo considerados *terroirs* de onde esta casta é originária de Monção e Melgaço, outras parcelas da mesma região mas de sub-regiões diferentes (Basto, Lima e Cávado) e ainda parcelas de regiões vitivinícolas completamente distintas como Alentejo, Dão e Trás-os-Montes.

Os parâmetros meteorológicos do ano 2018/2019 foram bastante similares não havendo diferenças marcantes entre eles, no entanto foi possível apurar que a temperatura de maturação das uvas apenas foi considerada ideal em Monção e na Vidigueira. Pelos dados meteorológicos verifica-se ainda que as parcelas P9, P10 e P11 se destacaram pela ausência de precipitação na maturação, esperando-se assim que os vinhos das mesmas tenham maior concentração de compostos, algo que foi verificado à exceção da P11 que é o vinho mais pobre a nível de composto.

A SRMM distingue-se das restantes parcelas da região dos VV e das outras regiões ao nível do clima por ter valores mais elevados de precipitação (agosto a setembro) e menor de índice Heliotérmico de Branas e evapotranspiração, esta pode ser a distinção climática associada às diferenças nos perfis detetados nos vinhos produzidos no ano em estudo.

Avaliando o solo, a região dos VV (incluindo MM) tem o solo mais fértil e com mais humidade já a P11 (Vidigueira) distingue-se das demais pelo baixo teor de matéria orgânica, um valor de pH mais elevado (menos ácido), rica em cálcio e magnésio mas com baixo alumínio e baixa acidez de troca. Consequentemente, o magnésio pode ser responsável pelo elevado pH do mosto e quebras ao nível da produção, quer quantitativa quer qualitativamente, como podemos conferir que aconteceu.

O microbioma também pode influenciar alguns compostos nos vinhos e, consequentemente, a sua tipicidade. A parcela P11 é a mais rica em fungos e bactérias nas uvas mas as parcelas da região dos VV (incluindo as de MM) são as que têm um rácio de bactérias/fungos mais equilibrado nas uvas.

Existe maior quantidade de bactérias similares nas uvas da parcela P12 (Monção) e a P8 (Mondim de Basto) e menos parecidas na P2 (Melgaço) e P10 (Mangualde). Já os fungos nas uvas são mais parecidos entre P7 (Amares) e P9 (Chaves). A parcela que mais difere e que tem menor semelhança com as outras é a P12 (Monção) apresentando elevada quantidade de *Pichia terrícola* e presença de *Hanseniaspora uvarum*, *Hanseniaspora lachancei* e *Fungi sp_KX515196*. A *Pichia* está relacionada com a produção de ésteres e a *Hanseniaspora*

relacionada não só à produção de ésteres como de álcoois, ácidos carboxílicos e compostos de enxofre por isso espera-se que os vinhos da P12 tenham maior presença destes compostos, o que se comprovou na análise posterior e na prova sensorial

Quanto às bactérias no solo as parcelas mais semelhantes entre si são a P6 (Viana)/P10 (Mangualde) e P7 (Amares)/P8 (Mondim de Basto) já a mais distante de todas as outras é a P11 (Vidigueira) com predominância de *Microcoleus vaginatus*, característico de solos áridos permitem uma maior resistência das plantas à compressão e falta de humidade que já vimos acima acontece nesta parcela.

Nos fungos do solo verificou-se que a P10 (Mangualde) não tem similaridade com nenhuma outra e que a maior semelhança ocorre entre dois pares de parcelas P5/P6 e P1/P2. Apurou-se ainda que as parcelas da região dos VV têm maior semelhança com a composição fúngica da P9 (Chaves).

Quanto aos mostos, apurou-se que os valores mais aproximados do esperado e ideal são nas parcelas de Monção provavelmente por terem um elevado valor de insolação o que reduz o efeito das chuvas que podem surgir na maturação e também apresentam elevados valores de exposição solar e declive, fazendo com que haja maior distribuição de calor por toda a vinha.

A parcela P12 (Monção) é a que apresenta maior valor de ácido tartárico e tem um pH consideravelmente baixo, mas a parcela P10 (Mangualde) com o valor mais baixo de ácido tem também um pH baixo. Podemos ainda confirmar que as parcelas com os regimes hídricos considerados insuficiente são as que têm uma menor quantidade de ácido tartárico no mosto. Vendo por este prisma, seria de esperar que os vinhos das parcelas P10, P2 e P9 (Vidigueira, Melgaço e Chaves, respetivamente) tivessem um perfil mais fresco e aromático típico da casta Alvarinho comparativamente às parcelas P7, P5 e P3 (Amares e Monção), contudo não se verificou exatamente essa situação na prova, pois não será apenas o regime hídrico e sua influência no ácido tartárico, o único fator que influencia o perfil mais fresco e aromático.

Pelos resultados obtidos na análise dos mostos verifica-se que há maior concentração de compostos fenólicos totais nas parcelas P3, P6 e P10 (Monção, Viana e Mangualde, respetivamente) e menor concentração, cerca de metade, na P5, P9 e P12 (Monção e Chaves). As diferenças dos resultados, e uma vez que se trata da mesma casta, pode ter a ver com o facto das condições edafoclimáticas determinarem a acumulação destes compostos.

Na concentração de compostos fenólicos dos vinhos verifica-se imediatamente que há um grupo principal, com semelhança nos três compostos mais abundantes (ácido gálico, ácido caftárico e catequina): Melgaço (P1 e P2), Monção (P3, P12 e P5), Viana (P6), Chaves (P9) e Mangualde (P10). Deste grupo distancia-se Amares (P7 – ácido caftárico, ácido cafeico e ácido

clorogénico), Mondim de Basto (P8 – ácido caftárico, ácido p-cumárico e ácido cafeico) e Vidigueira (P11 – ácido caftárico, ácido cutárico e ácido ferúlico). Assim, é de esperar que os vinhos com mais ácido gálhico sejam mais propícios a uma componente aromática mais complexa. Já os abundantes em ácido ferúlico, o p-cumárico e o cafeico espera-se que tenham notas a fumo, madeira, couro e apimentadas que em baixos teores podem ser benéficos para o aroma do vinho mas em elevados teores é um defeito.

A análise dos compostos voláteis mostra que o octanoato de etilo é o único composto que está presente em todos os vinhos, associado ao caráter doce e frutado com notas de pêra e ananás. No entanto, as suas concentrações são superiores nos vinhos dregião dos vinhos verdes (à exceção da P8-Mondim de Basto) e no vinho de Chaves (P9).

Em menores concentrações, mas o álcool isoamílico também está presente em quase todos os vinhos, à exceção do P12 e P6 (Monção e Viana) havendo em maior concentração na P10 (Mangualde). Este composto está associado aos descritores de aroma “banana” e “adocicado”, mas também ao normalmente considerado defeito “alcoólico”.

Existiram ainda compostos voláteis que aparecem apenas num único vinho. O acetato de etilo associado a notas picante, verniz e cola está presente no vinho P10 (Mangualde); o acetato de amila (óleo de banana), como a própria descrição indica confere notas de banana e está presente no vinho P8 (Mondim de Basto) e, por último, o álcool fenético presente no vinho P11 (Vidigueira) relacionado ao aroma floral e adocicado com notas de rosas e mel. Coincidentemente estas são as parcelas com menos afinidade com as de Monção e Melgaço.

Existem diferenças nos vinhos de MM comparativamente com as outras regiões ao nível dos compostos fenólicos nos valores de catequina, muito ácido cafeico e nos derivados de ácido clorogénico e nos compostos voláteis ao nível da concentração de acetato de Cis-Ocimenol (Floral), Linalol (floral, limão) e mentol. No caso, estas diferenças ocorrem porque os vinhos da SRMM têm maior concentração que os restantes nestes compostos, por isso será de esperar que os seus vinhos sejam destacadamente mais florais, frescos e com notas de limão e menta.

Os vinhos da SRMM têm também diferenças significativas com os vinhos das outras sub-regiões dos vinhos verdes nas concentrações de Linalol (floral, limão), Acetato de citronelilo (limão verde) e B-damascenona (florais, frutos tropicais e maçã), sendo assim de esperar que estes sejam mais florais e terem notas mais marcadas a frutos tropicais, limão e maçã.

As parcelas com mais diferenças entre si são a P8-P11, para os compostos Butanoato de etilo, Acetato de Amila, Heptanol e Álcool feniletílico. Será de esperar que as diferenças mais marcadas seja entre os vinhos de Mondim de Basto e Vidigueira e ainda podemos afirmar que os vinhos que mais se distanciam dos vinhos de Monção e Melgaço ao nível dos compostos

fenólicos são os da Vidigueira (P11) e de Mondim de Basto (P8). Já o vinho P9 (Chaves) é o único que não apresenta nenhuma diferença significativa com os vinhos de Monção e Melgaço podendo-se considerar que são bastante similares.

Na parte da prova sensorial e perfil dos vinhos, os vinhos melhor avaliados dentro da SRMM foram o P2 e P12, o que mais se destacou positivamente para os enólogos foi o P8 (Basto) e negativamente foi o P11 (Vidigueira). Estes dois últimos são exatamente os mesmos que se têm vindo a diferenciar ao longo do estudo pelas suas diferenças comparativamente com a SRMM. Em suma, o vinho que apresenta maior semelhança ao nível da qualidade de aroma e sabor com os vinhos da sub-região de Monção e Melgaço é o de Chaves. Pelo contrário os mais díspares são os da Vidigueira e Mondim. Dentro da sub-região de Monção e Melgaço o que mais se destaca é o P2 e o P12.

Como referido inicialmente o presente estudos visava avaliar do perfil de vinhos da casta Alvarinho e verificar o efeito do local de produção nesse mesmo perfil. Pelos resultados até então apresentados da caracterização química e sensorial dos vinhos envolvidos e a sua inter-relação com condições de produção (incluindo solo e condições meteorológicas), o *terroir* parece ter um efeito substancial no perfil dos vinhos da casta Alvarinho, Neste estudo o vinho da casta Alvarinho com uma tipicidade mais próxima dos vinhos de Monção e Melgaço foi o vinho de Chaves e, pelo contrário, os que mais se afastam do perfil associado à casta, no seu local de origem de Monção e Melgaço, são os provenientes de Mondim de Basto e Vidigueira. É importante reforçar que estes resultados dizem apenas respeito a um ano vitícola (2018) e a um número de parcelas reduzido, sendo necessário dar continuidade a estudos similares que permitam validar estes resultados preliminares.

APÊNDICES E ANEXOS

ANEXO 1 Compilação da relação entre os compostos voláteis presentes nos vinhos, os aromas que lhes são característicos, as castas onde estão mais presentes (onde são mais típicos) e as leveduras/bactérias que estão associadas à sua produção.

	COMPOSTOS	AROMA CARACTERÍSTICO	CASTAS	REERÊNCIA	LEVEDURAS/ BACTÉRIAS	REERÊNCIA	
COMPOSTOS VOLÁTEIS	Compostos Terpênicos	Monoterpenos e sesquiterpenos	Aroma floral e frutado		Silva (2012), Arcanjo <i>et al.</i> (2015), Oliveira (2000)	T. delbrueckii, M. pulcherrima, D. hansenii, D. pseudopolymorphus, D. vanriji, D. pseudopolymorphus; Oenococcus oeni, Lactobacillus brevis, Lactobacillus casei	Hernandez-Orte <i>et al.</i> (2009), Parker <i>et al.</i> (2018), Padilla <i>et al.</i> (2016)
		Linalol, geraniol e citronelol	Cítrico, rosa e limão	Moscatel, Vinhos Verdes, Chardonnay			
		A-terpineol	Pinho, tília, lírio				
		Germacreno D, β -bourboneno, γ -cadineno, α -calacoreno, farnesol, γ -eudesmol e nerolidol	Madeira, especiarias, floral, cravinho e óleo				
		Metopirazinas: 2-metoxi-3-isobutilpirazina; 2-metoxi-3-isopropilpirazina; 2-metoxi-3-sec-butilpirazina	Notas terrosas, pimento verde, espargos	Cabernet-Sauvignon, Cabernet Franc e Sauvignon Blanc			
	Norisoprenóides	B-damascenona	Aromas florais, frutos tropicais e maçã,	Chardonnay	Silva (2012), Botelho (2016), Oliveira (2000)		
		B-ionona	Violetas	Riesling			
		1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno (TDN)	Combustível	Riesling			
	Ésteres	Butanoato de etilo, u de etilo, octanoato de etilo, butirano de etilo e de isoamilo	Aroma doce e frutado; pêra, ananas	Arinto, Alvarinho, Chardonnay e Riesling	Silva (2012), Arcanjo <i>et al.</i> (2015), Oliveira (2000)	Candida stellata; Hansenula; Pichia; Hanseniaspora; Rhodotorula; T. delbrueckii; K. gamospora; Metschnikowia; Issatchenkia; Gluconobacter oxydans, Gluconoacetobacter saccharivorans, Acetobacter	Parker <i>et al.</i> (2018), Padilla <i>et al.</i> (2016)
		Acetato de etilo	Picante, verniz e cola				
		Acetato de amila e acetato de isobutilo	Banana	Aragonês, Gamay, Merlot, Grenache e Shyraz			
		Lactato de etilo	Leite azedo				
		Acetato de hexilo	Frutado				

Álcoois	2-metil-propanol e butanol	Frutado		Silva (2012), Arcanjo <i>et al.</i> (2015), Oliveira (2000)	M. pulcherrima; C. zemplinina; L. thermotolerans; Hanseniaspora; Zygosaccharomyce	Padilla <i>et al.</i> (2016)
	1-octen-2-ol	Cogumelos				
	Hexanol	Oxidação, maça verde	Chardonnay, Malvasia Fina e Verdelho			
	Álcool benzílico e o álcool fenético	Aroma floral, adocicado, rosa/mel				
Ácidos carboxílicos	Ácido acético	Vinagre		Silva (2012), Botelho (2016), Oliveira (2000)	Hanseniaspora; Zygosaccharomyces; S. pombe; T. delbrueckii; K. thermotolerans; C. stellata; C. zemplinina	Parker <i>et al.</i> (2018), Padilla <i>et al.</i> (2016)
	Ácido cítrico	Limão	Vinhos Verdes, Chardonnay			
	Ácido butírico	Queijo				
	Ácido butanoico	Ranço, manteiga				
	Ácido hexanóico, octanoico e decanoico	Frutado				
Aldeídos e Cetonas	Acetaldeído	Maça verde	Cabernet Sauvignon	Silva, A. (2012), Botelho (2016), Arcanjo <i>et al.</i> (2015), Oliveira (2000)	K. apiculata; C. krusei; C. stellata; H. anomala; M. pulcherrima; H. uvarum; Oenococcus oeni, Lactobacillus brevis, Lactobacillus casei	Hernandez-Orte <i>et al.</i> (2009); Padilla <i>et al.</i> (2016)
	Benzaldeído	Amêndoa amarga, cereja	Gamay			
	Vanilina	Baunilha	Cabernet Sauvignon, Touriga Nacional E Aragonez			
	Cinamaldeído	Canela, especiarias				
	Diacetilo	Avelã, manteiga, couve fermentada	Vinho Do Porto E Aguardentes Velhas			
	Acetoina	Leite				
	2-furfural e 4-metilfurfural	Manteiga, amadeirado				
	3-hidroxi-2-butanona e 2,3-butanodiona	Manteiga, amadeirado				

Compostos de Enxofre	Sulfureto de hidrogénio (H ₂ S)	Ovos podres		Silva (2012), Botelho (2016), Oliveira (2000)	Candida; Hanseniaspora; T. delbrueckii; K. gamospora	Padilla <i>et al.</i> (2016)
	3-mercapto-3-metil-1-butanol; 2-mercaptoetanol	Alho				
	Acetato de 3-mercaptohexanol	Maracujá, toranja				
	2-furanometanotiol	Café torrado				
	4-mercapto-4-metil-2-pentanol	Citrinos				
	4-mercapto-4-metil-2-pentanona (4-MMP), o acetato de 3-mercaptohexilo (3-MHA)	Aroma a buxo, giesta, urina de gato	Sauvignon Blanc			
Compostos Fenólicos Voláteis	Cafeico, o p-cumárico e o ferúlico	Fumado, madeira, couro e apimentado		Silva (2012), Sousa (2015), Oliveira (2000)	Brettanomyces/Dekkera; P. guilliermondii; Candida; K. lactis; T. delbrueckii; M.pulcherrima; H. guilliermondii; H. osmophila; P. membranifaciens; Oenococcus oeni, Lactobacillus brevis, Lactobacillus casei	Hernandez-Orte <i>et al.</i> (2009), Parker <i>et al.</i> (2018); Padilla <i>et al.</i> (2016)
	4-metil-2-metoxifenol; 4-etil-2-metoxifenol	Fumo; queimado				
	2-metoxifenol	Medicamento				
	Fenol	Tinta				
	4-etilfenol	Cavalo; estrebaria				
	Guaiacol e o 4-metilguaiacol	Fumado, madeira, couro e apimentado				
Lactonas	γ-octalactona e a γ-nonalactona	Coco, frutado e amêndoa.		Silva (2012), Oliveira (2000)	T. delbrueckii	Padilla <i>et al.</i> (2016)
	Undecalactona	Damasco, rosa, mel	Moscatel, Riesling, Sauternes e Gewurztraminer			
	Furaneol	Morangos, caramelo				
	4-etoxicarbonil-γ-butirolactona	Cereja				
	Sotolon	Frutos secos				

ANEXO 2 Características gerais das parcelas.

					TOPOGRAFIA		
	Região	Distrito/ Concelho	Área (h)	Sistema Condução	Altimetria (m)	Declive %	Exposição °
P1	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Melgaço	0,316	CSR	381,60	16,61	90,98
P2	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Melgaço	0,951	CSR	45,05	10,76	267,44
P3	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Monção	0,419	CSR	141,12	12,89	237,45
P4	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Melgaço	0,371	CSR	68,53	12,81	45,17
P5	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Melgaço	1,850	CSA	64,58	8,84	218,65
P6	Região Vinhos Verdes: Lima	Viana do Castelo/ Viana	0,320	CSA	55,63	13,72	189,32
P7	Região Vinhos Verdes: Cávado	Braga/ Amares	0,300	CSA	64,58	10,37	168,94
P8	Região Vinhos Verdes: Bastos	Vila Real/ Mondim de Bastos	0,400	CSA	279,31	15,54	105,81
P9	Região De Trás-Os-Montes: Chaves	Vila Real/ Chaves			357,59	12,74	203,35

P10	Região Do Dão: Terras De Azurara	Viseu/ Mangualde	0,7	CSA	437,52	6,43	78,26
P11	Região Do Alentejo: Vidigueira	Beja/ Vidigueira	2,51	Cordão bilateral	171,57	4,32	49,19
P12	Região Vinhos Verdes: Monção E Melgaço	Viana do Castelo/ Melgaço	0,371	CSR	68,53	12,81	45,17

ANEXO 3 Ficha de prova sensorial

ASPEITO	0	2	4	6	8
Cor	Branco	Verde -limão	Amarelo-palha	Amarelo-ouro	Âmbar
Intensidade de cor	Pálida		Média		Profunda
Transparência	Opaco	Leve Opacidade	Regular	Transparente	Muito Transparente
Limpidez	Turvo	Velado	Límpido	Muito Límpido	Brilhante
Efervescência	Não Existe	Reduzida	Moderada	Abundante	Muito Abundante
Presença de defeitos	Ausente				Presente
OLFATO	0	2	4	6	8
Intensidade	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Qualidade aromática	Grosseiro	Comum	Fino	Bastante Fino	Finíssimo
Persistência	Sem persistência	Pouco persistente	Razoável	Persistente	Muito Persistente
Evolução	Jovem		Em Evolução		Evoluído
Aroma Floral	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Flor de laranjeira					
violeta					
Aroma Frutado	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Fruta verde					
Fruta cítrica					
Fruta de caroço					
Fruta tropical					
Aromas Frutos secos	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Aroma Ervas	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Aroma Mineral	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Defeitos	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
PALADAR	0	2	4	6	8

Intensidade de Sabor	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Qualidade	Pobre	Comum	Médio	Fino	Muito Fino
Açúcar	Muito seco	Seco	Meio Doce	Doce	Licoroso
Acidez	Baixa (Chato)	Moderada	Média	Vivo (fresco)	Alta
Álcool	Fraco	Pouco Alcoólico	Equilibrado	Quente	Muito Quente
Taninos	Suaves	Leves	Médios	Altos	Excessivos
Corpo	Ligeiro	Pouco Corpo		Encorpado	Muito Encorpado
Persistência	Sem persistência	Pouco persistente	Razoável	Persistente	Muito Persistente
Equilíbrio	Desarmónico	Apropriado	Bom	Muito Bom	Excelente
Final	Curto		Médio		Longo
Sabor Floral	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Flor de laranjeira					
Violeta					
Sabor Frutado	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Fruta verde					
Fruta cítrica					
Fruta de caroço					
Fruta tropical					
Sabor Frutos Secos	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Sabor Ervas	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Sabor Mineral	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso
Defeitos	Ténue	Subtil	Ligeiro	Intenso	Muito Intenso

BIBLIOGRAFIA

- Afonso, J. 2009. O Terroir. *Revista de Vinhos*, Masemba, Ed. Fevereiro, publicação *online*.
- Afonso, J., 2009a. O Solo da Vinha. *Revista de Vinhos*, Masemba, Ed. Fevereiro.
- Agrocontrol, s/data. Estudo na EVAG. URL: www.agrocontrol.org consultado a 28 Out 2014.
- Arcanjo, O., Bezerra, A., Araujo, R., Madruga, M. 2018. Perfil de voláteis e análise sensorial em vinhos tintos secos a partir de uvas isabel (*vitis lambrusca*). Trabalho apresentado em Anais do Simpósio Latino-americano de Ciências de Alimentos.
- Az3oeno, 2020. Como o vinho que queres criar. *Enologia Viva*. [http: www.az3oeno.pt](http://www.az3oeno.pt) (Data de consulta: 27/03/2020).
- Balbino, L.R. 1968. La methode Egner-Riehm et la determination du phosphore et du potassium “assimilables” des sols au Portugal. In: Controle de la fertilizacion de las plantas cultivadas. II Coloquio Europeo e Mediterrâneo. Sevilla.
- Barata, A., González, S., Malfeito-Ferreira, M., Querol, A., Loureiro, V., 2008. Sour rot-damaged grapes are sources of wine spoilage yeasts. *FEMS Yeast Research*. 8, 1008–1017
- Barata, A., Malfeito-Ferreira, M., Loureiro, V., 2012. The microbial ecology of wine grape berries. *International Journal of Food Microbiology*. 153, 243–259.
- Barbe, J.C., De Revel G, Joyeux, A., Bertrand, A., Lonvaud-Funel, A., 2001. Role of botrytized grape micro-organisms in SO₂ binding phenomena. *Journal of Applied Microbiology*. 90, 34–42
- Blouin, J., Guimberteau, G. 2000. *Maturation et maturité des raisins*. Bordeaux: Éditions Féret, 2000. 151p.
- Bonino, M., Schellino, R., Rizzi, C., Aigotti, R., Delfini, C., Baiocchi, C. 2003. Aroma Compounds Of An Italian Wine (Ruché) By Hs-Spme Analysis Coupeled With Gc-Itms. *Food Chemistry*, 80, 125-133.
- Botelho, G., 2016. Os aromas dos vinhos - dos fundamentos químicos ao nariz do provador/consumidor. PARTE 1 - Aromas dos Vinhos. Escola Superior Agraria de Coimbra. XIX Curso de Prova de Vinhos.
- Cabrita, M., Laureano, O. 2003. Os Compostos Polifenólicos das Uvas e dos Vinhos. I Seminario Internacional de Vitivinicultura; Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa INIFAP.
- Cabrita, Maria João., Costa Freitas, Ana M., Laureano, Olga e Di Stefano, Rocco. 2006. Glycosidic Aroma Compounds Of Some Portuguese Grape Cultivars, *J. Sci. Food Agric*. 86: 922-931

- Camilo, S. F. 2014. Origem e Disseminação dos Microrganismos do Vinho. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar. Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- Castro, A., 2013. Aplicação de cinco índices bioclimáticos a algumas castas da Região de Vinho do Porto – estudo de caso em nove estações climatológicas. Universidade do Porto – Faculdade de Letras. 2º Ciclo de Estudos em Riscos, Cidades e Ordenamento do território. Dissertação de Mestrado.
- Castro, A., 2013. Aplicação de cinco índices bioclimáticos a algumas castas da Região de Vinho do Porto – estudo de caso em nove estações climatológicas. Universidade do Porto – Faculdade de Letras. 2º Ciclo de Estudos em Riscos, Cidades e Ordenamento do território. Dissertação de Mestrado.
- Chen, Y.-S., Yanagida, F., Shinohara, T., 2005. Isolation and identification of lactic acid bacteria from soil using an enrichment procedure. *Letters in Applied Microbiology*. 40, 195–200.
- Chu, S., Downes, J.J. 2000. Odour-Evoked Autobiographical Memories: Psychological Investigation Of The Proustian Phenomena. *Chemical Senses*. 25, 111-116.
- Climaco, P., Silva, J., Laureano, O., Castro, R. e Tonietto, J., 2012. O clima vitícola das principais regiões produtoras de uvas para vinho de Portugal. Repositório da Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia. Editora CYTED.
- Cross, R., Plantinga, A. e Stavins, R. 2011. What is the value of terroir?. *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 101:3, 152-156.
- CVRD, 2014. Vinhos do Dão – As Vinhas. URL: www.cvrdao.pt consultado em 16 Nov 2019
- CVRVV, 2002. Catálogo de Marcas da Região dos Vinhos Verdes: A Região Demarcada dos Vinhos Verdes - Um Século de História
- CVRVV, 2014 a. Vinho Verde – Clima e Relevô. URL: www.vinhoverde.pt consultado em 16 Nov 2019.
- CVRVV, s/data. Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes: Sistemas de Condução Modernos. <http://www.vinhoverde.pt/vinhoverde/tecnologia/viticultura2.asp> (Data de consulta: 12/10/2019)
- Ebeler, S. 2001. Analytical chemistry: unlocking the secrets of wine flavor. *Food Reviews Internationa*, 17:1, 45-64.
- Egipto, R., Lopes, C., Pedroso, V., Braga, R., Neto, M. e Pinto, P., 2013. Relações entre índices bioclimáticos e composição da uva à vindima: comparação entre índices clássicos e novos índices. 9º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo, Vol. 2, 43-53.
- Falcão, L. D., Revel G., Perello M. C., Moutsiou, A., Zanus, M. C., Bordignonluiz, M. T. 2007. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C13 – norisoprenoids and the sensory profile of brazilian Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 3605-3612.

- Falqué, E., Darriet, P., Fernández, E. e Dubourdieu, D. 2008. Volatile profile and differentiation between Albariño wines from different origins. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 464–475.
- Fernandez-Zurbano, P., Ferreira, V., Escudero, A., Cacho, J. 1998. Role of hydroxycinnamic acids and flavanols in the oxidation and browning of white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 46, n. 12, p. 4937-4944.
- Ferreira, V., Fernandes, F., Carrasco, D., Hernandez, M., Camide, O., Garcia, R., Andrade, P., Valentão, P., Falco, V., Casro, I. 2017. Spontaneous variation regarding grape berry skin color: A comprehensive study of berry development by means of biochemical and molecular markers. *Food Research International* 97 (2017) 149–161.
- Fraga, H., Malheiro, A., Moutinho-Pereira, J., Cardoso, R., Soares, P., Cancela, J., Pinto, J., Santos, J. 2014. Integrated Analysis of Climate, Soil, Topography and Vegetative Growth in Iberian Viticultural Regions. *PLoS ONE* 9(9): e108078
- Fraga, H., Malheiro, A., Pereira, J. e Santos, J., 2014. Climate factors driving wine production in the Portuguese Minho region. *Elsevier, Agricultural and Forest Meteorology*, 185, 26-36.
- Fregoni, M. 1987. *Ecologia Vitícola*. En: FREGONI, M. *Viticultura Generale. Compendio didattici e scientifici*. 2ª reimpressão. Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma, p: 255-291.
- Galhano, A. 1986. *Uma Região Demarcada uma Denominação de Origem: O Vinho Verde*. Porto: Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes.
- Garrido, J. 1984. *Zonagem Vitícola da Sub-Região de Monção: Caso do "Alvarinho"*. Vila Real: Instituto de Gestão e Estruturação Fundiária, Comissão de Viticultura de Região dos Vinhos Verdes, Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Garrido, J. e Castro, R., 1997. *Breves considerações sobre a produção de vinhos tintos na região dos vinhos verdes*. Festa do vinho verde. Escola Profissional de Agricultura, Ponte Lima.
- Genisheva, Z. 2007. *Caracterização aromática varietal das castas brancas recomendadas para a produção de vinho verde*. Dissertação de mestrado em Engenharia Biológica. Universidade do Minho.
- Gonçalves, L. 2010. *Metodologias inovadoras de extração de voláteis do vinho*. QuAQuA - Química analítica e qualidade alimentar. Departamento de química e bioquímica - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Guedes, N., 2008. *Tratado de Viticultura: A videira, a vinha, o terroir*. Primeira, Ed. Chaves-Ferreira. Lisboa.
- Guilloux M., Duteau, J., Seguin, G., 1978. Les grands types de sols viticoles de Pomerol et Saint Emilion. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, Vol. 12, 141-165.
- Gump, B. H., Zoecklein, B. W., fugelsang, K., C., Whiton, R. S. 2002. Comparison of Analytical Methods for Prediction of Prefermentation Nutritional Status of Grape Juice.

- American Journal of enology and viticulture. *Am J Enol Vitic.* January 2002 53: 325-329; published ahead of print January 01
- Herderich, M. J., Siebert, T. E., Parker, M., Capone, D. L., Jeffery, D. W., Osidacz, P. 2012. Spice up your life: analysis of key aroma compounds in Shiraz. *Flavor Chemistry of Wine and Other Alcoholic Beverages*, ACS Symposium Series: 1104, eds M. C. Qian and T. H. Shellhammer (Washington, DC: American Chemical Society), 3–13.
- Hernandez-Orte, P., Cersosimo, M., Loscos, N., Cacho, J., Garcia, E., Ferreira, V. 2009. "Aroma development from non-floral grape precursors by wine lactic acid bacteria". *Food Research International - Volume 42, Issue 7, August, Pages 773-781.*
- Huglin P. e Schneider C., 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. Lavoisier Tec&Doc, 2e Édition.
- Infovini, 2014. Regiões Vitivinícolas. URL: www.infovini.com consultado em 16 Nov 2019.
- IPMA, 2019. Caracterização das regiões vitivinícolas com os índices biotérmicos IW, IH e IF. *Enciclopédia de Agrometeorologia*. URL: www.ipma.pt consultado a 20 Nov 2019.
- IVV, 2014. Alentejo. Instituto da Vinha e do Vinho. URL: www.ivv.gov.pt/np4/56/ consultado em 16 Nov 2019.
- Jorge, E. 2016. 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. Dissertação de Mestrado. Instituto de Contabilidade e Administração do Porto.
- Jvanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., Vivanco, J., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, Volume 83, Issue 4, Pages 547-550.
- Keren, R. 1996. Boron. In *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods- SSSA. Book series nº 5.*
- Kubach, H., 2012. Wine grape suitability and quality in changing climate – An assessment of Adam Country, Pennsylvania (1950-2099). Practical Exam – Shippensburg University.
- Lakanen, E., & Ervio, R. (1971). A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn (123)*, p. 223-232.
- Marques, G. N. 2011. *Do vinho de Deus ao vinho dos Homens: o vinho, os Mosteiros e o Entre Douro e Minho*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V., Carr, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. Crc Press, 3 Edition.
- Ministério da Agricultura e do Mar. 2015. Portaria nº 152/2015. Diário da República nº 101/2015, Série I de 2015-05-26. 3136 - 3145.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods- SSSA. Book series nº 5.*

- Nilson, T., 2010. Influência do clima sobre os estádios fenológicos da videira e sobre a qualidade e quantidade da produção. Ministério da educação. Secretaria da Educação Técnica e Tecnológica. Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.
- Nuñez, J., Ramazzotti, S., Stagnari, F., Pisante, M. 2011. A Multivariate Clustering Approach for Characterization of the Montepulciano d’Abruzzo Colline Teramane Area. *American Journal of Enology and viticulture*, Vol. 62, 239-244.
- Oliveira, J. 2000. Aromas Varietais e de fermentação determinantes da tipicidade das castas loureiro e alvarinho. Dissertação de doutoramento em engenharia química e biológica pela universidade do Minho.
- Oliveira, J. M. 2000. Aromas Varietais e de Fermentação Determinantes da Tipicidade das Castas Loureiro e Alvarinho. Universidade do Minho.
- Oliveira, J. M. M. 2000. Aromas varietais e de fermentação determinantes da tipicidade das castas Loureiro e Alvarinho, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 267 pp.
- Oliveira, J., 2000. Aromas Varietais e de Fermentação Determinantes da Tipicidade das Castas Loureiro e Alvarinho. Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Biológica. Tese de Doutoramento em Engenharia Química e Biológica da Universidade do Minho.
- Pacheco, A., 2000. Iniciação à Enologia. SENAC São Paulo – 3ª Edição da Revisão Anual, 55.
- Padilla, B., Gil, J., Manzanares, P. 2016. Past and Future of Non-Saccharomyces Yeasts: From Spoilage Microorganisms to Biotechnological Tools for Improving Wine Aroma Complexity. *Front. Microbiol.* 7:411.
- Parker, M., Dimitra, C., Francis, I., Herderich, J. 2018. Aroma Precursors in Grapes and Wine: Flavor Release during Wine Production and Consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* - Vol. 66, 10, 2281-2286.
- Peixoto, F.M.C. 1994. Alguns Aspectos Químicos do Odor. *Química*, 52, 30-32.
- Pereira, A.C.G.M. 2010. O justo valor do activo biológico “a vinha” na região demarcada do dão. Mestrado em Finanças Empresariais. Instituto politécnico de Viseu. Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu.
- Pereira, G. 2005. Contribution de la chimiometrie a la caracterisation des fruits: Application des profils metaboliques du raisin a l’etude des effets du climat, du sol et du cepage. Thèse n° 1208 pour le Doctorat de l’Université Bordeaux 2 – Ingénieur Agronome. Sciences Biologiques et Médicales – Enologie et Ampélogie.
- Pérez-Gregório, R., Santos, F., Crespo, A. e Gómez-Gesteira, M., DATA? Influencia del clima sobre la producción y calidad de las diferentes subzonas amparadas por la D.O. Rías Baixas. Universidade de Vigo, *ACT.* 3, 65-73.
- Pretorius, I.S., van der Westhuizen, T.J., Augustyn, O.P.H., 1999. Yeast Biodiversity in Vineyards and Wineries and Its Importance to the South African Wine Industry. A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture.* 20, 61–74.

- Proenol, 2017. As diversas funções do azoto na fermentação alcoólica. Informação prática sobre a elaboração do vinho. The Wine Expert – Lallemand. [http: www.proenol.com](http://www.proenol.com) (Data de consulta: 27/03/2020).
- Pszczółkowski, P., 2004. Utilización del índice de fregoni como herramienta frente al paradigma actual de madurez de uvas para vino. *Revista de Enología*, 4.
- Quénel, H., Monteiro, A., Beltrando, G. e Maciel, A., 2004. Mesures climatiques aux échelles fines (météorologiques et agronomiques) et variabilité spatiale du gel printanier dans le vignoble de Vinho Verde (Portugal). *Norois*, 193, Varia, 117-132.
- Reis, J., 2002. A Região Demarcada dos Vinhos Verdes : um século de história. Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes, 71.
- Ribéreau-Gayon P, Maujean A, Dubourdieu D. 2006. Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. 2nd ed. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A., 2006. Handbook of Enology Volume 1 The Microbiology of Wine and Vinifications 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-470-01034-7.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., e Dubourdieu, D. 2000. Handbook Of Enology, Volume 2: The Chemistry Of Wine And Stabilization And Treatment. John Wiley & Sons Ltd, 2000.
- Rizzon, L. A., Sganzerla, V. M. 2007. Ácido tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. *Cienc. Rural* vol.37 no.3 Santa Maria June 2007.
- Robinson, J., Harding, J., Vouillamoz, J. 2013. Wine Grapes: A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours. UK: Penguin
- Sabate, J., Cano, J., Esteve-Zarzoso, B., Guillamón, J.M., 2002. Isolation and identification of yeasts associated with vineyard and winery by RFLP analysis of ribosomal genes and mitochondrial DNA. *Microbiological Research*. 157, 267–274.
- Schultz, H. e Jones, G. 2010. Climate Induced Historic and Future Changes in Viticulture. *Journal of Wine Research*, 21, 137-145.
- Seguin, G. 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bulletin de OIV*, Vol. 56, N°63, 3-18.
- Seoane, L., 2006: La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinífera, *GeoFocus*, N° 6, 1-32. ISSN: 1578-5157.
- Silva, A. 2012. Avaliação dos compostos fenólicos e voláteis ao longo da vinificação. Mestrado em Biotecnologia. Universidade de Aveiro - Departamento de química.
- Silva, L., Andrade, P., Valentão, P., Seabra, R., Trujillo, M., Velázquez, E. 2005. Analysis of non-coloured phenolics in red wine: Effect of *Dekkera bruxellensis* yeast. *Food Chemistry* 89 (2005) 185-189.

- Sousa, A. 2015. Perfil fenólico como parâmetro de distinção das castas da região do Dão. Dissertação do 2º Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Controlo de Qualidade – Área de Especialização em Água e Alimentos. Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto.
- Sousa, A., 2015. “Perfil fenólico como parâmetro de distinção das castas da região do Dão”. Dissertação do 2º Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Controlo de Qualidade – Área de Especialização em Água e Alimentos. Universidade do Porto - Faculdade de Farmácia.
- Tabares, J., Martin, B., Lopez, M., Diaz, E., Martin, J. 2002. Effet De L’altitude Sur Le Potentiel de Vinification des Cépages de Listan Negro et de Ruby Cabernet Dans Le Sud de L’île de Tenerife. *Int. Sci. Vigne Vin*, 36, N°4, 185-194 Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France).
- Tarara, J. e Lee, J., 2012. An Introduction to Environmental Influences on Ripening in Grapes: Focus on Wine Grapes and Phenolics. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Extension.
- Teixeira, J. 2011. Relatório de atividade profissional - Ao abrigo do Despacho RT-38/2011. Mestrado em Ciências - Formação Contínua de Professores. Área de Especialização em Biologia e Geologia. Universidade do Minho – Escola de Ciências.
- Tomaz, F., 2013. Estudo da Evolução dos Compostos da Uva ao Longo da Maturação em Clima Semi-Árido: Castas Carbenet Sauvignon, Aragonez e Alicante Bouschet. Dissertação de Mestrado em Viticultura e Enologia.
- Tonietto, J. e Carbonneau, A, 2000. Zonificacion Vitivinicola. Atas do 3º Simpósio Internacional. Madrid, 6-13 Maio, Vol. 2, 1-16.
- Van Reeuwijk. 2002. Procedures for soil analysis. Technical Paper 9. ISRIC. FAO.
- Vaudour, E., Costantini, E., Jones, G. e Mocali, S. 2014. An overview of the recent approaches for terroir functional modelling, footprinting and zoning. *Soil Discuss*, 827-906.
- Vilanova, M., Freire, L. 2016. Complementary Effect of Blending on the Volatile Composition of Albariño and Loureira White Wines (*Vitis vinifera* L.) from NW Spain. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 38, No. 1, 2017.
- Vinholes J, Coimbra, M.A., Rocha, S.M. 2009. Rapid tool for assessment of C13 norisoprenoids in wines. *Journal of Chromatography A*. 1216:8398-8403.
- Willey, J., Sherwood, L., Woolverton, C., 2008. Microorganisms in Terrestrial Environments, in: Willey, J., Sherwood, L., Woolverton, C. (Eds.), Prescott, Harley and Klein’s Microbiology. McGraw-Hill, New York, pp. 667–689.
- Wine Tourism, 2019. Regiões Vitivinícolas – Trás-os-Montes. URL: www.winetourismportugal.com/pt/regioes consultado em 16 Nov 2019.
- Zarraonandia, I., Ownes, S. M., Weisenhorn, P., West, K., Hampton-Marcell, J., Lax, S. 2015. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. *mBio* 6:e02527-14. doi: 10.1128.

Zheng, Y., Xu, Ming, Zhao, J., Bei, S. 2010. Effects of inoculated *Microcoleus vaginatus* on the structure and function of biological soil crusts of desert. *Biology and Fertility of Soils* 47(4):473-480.

Zoecklein, B., W., 2001. Grape sampling and maturity evaluation for growers. Department of Foss Science and Technology – VPI&SU, 16, 1.