



**PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS JOVENS TRANQUILOS
BRANCOS E TINTOS COM INDICAÇÃO GEOGRÁFICA
PROTEGIDA. POTENCIAIS MARCADORES DA TIPICIDADE
NUM ESTUDO À ESCALA NACIONAL**

ANÍBAL JOSÉ SIMÕES COUTINHO

ORIENTADOR: Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva

**TESE ELABORADA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
ENGENHARIA ALIMENTAR**

2016

**PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS JOVENS TRANQUILOS BRANCOS E TINTOS COM INDICAÇÃO
GEOGRÁFICA PROTEGIDA. POTENCIAIS MARCADORES DA TIPICIDADE NUM ESTUDO À
ESCALA NACIONAL**

ANÍBAL JOSÉ SIMÕES COUTINHO

ORIENTADOR: Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva

TESE ELABORADA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA ALIMENTAR

JÚRI:

Presidente: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte
Professora Catedrática
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva
Professor Catedrático
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa;

Doutor Timothy Alun Hogg
Professor Associado com agregação
Escola Superior de Biotecnologia
Universidade Católica Portuguesa;

Doutor Luís Miguel Soares Ribeiro Leite da Cunha
Professor Associado
Faculdade de Ciências
Universidade do Porto;

Doutora Maria João Pires de Bastos Cabrita
Professora Auxiliar com agregação
Escola de Ciências e Tecnologia
Universidade de Évora;

Doutora Maria Suzana Leitão Ferreira Dias Vicente
Professora Auxiliar com agregação
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa;

Doutor Manuel José de Carvalho Pimenta Malfeito Ferreira
Professor Auxiliar com agregação
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa.

2016

AGRADECIMENTOS

Desde a sua idealização até à conclusão, este estudo demorou uma década, ou uma geração. Para além do Professor Jorge Ricardo-da-Silva, orientador presente e entusiasta, e da Professora Patrícia Ávila, consultora especializada, e do essencial painel de especialistas, sem o qual *o jardim não teria flores*, fui-me cruzando com inúmeras pessoas que tornaram o meu caminho mais leve, rico e desempoeirado, desde os professores e colegas do Instituto Superior de Agronomia, aos colegas do Coro Gulbenkian, passando por inúmeros profissionais da fileira nacional do vinho. A todos deixo o meu sincero agradecimento; a todos dedico o resultado do meu esforço.

Este trabalho foi realizado com a colaboração essencial da minha família.

Agradeço aos meus filhos João e Nuno, expressando publicamente o nosso amor incondicional.

Devo à Patrícia toda a alegria da minha vida. Foi, é e será, sempre, a minha ajuda e a minha inspiração.

Rezo pelos meus pais e agradeço a Deus a vida que me destinou.

Never stop because you are afraid: you are never so likely to be wrong. Never keep a line of retreat: it is a wretched invention. The difficult is what takes a little time; the impossible is what takes a little longer.

Fridtjof Nansen, Norwegian explorer, 1861-1930

Every song goes through metamorphoses – sometimes startling ones – as it is being composed and recorded. Where a song begins and where it ends up are, in many instances, two extremely different places.

It's been said that the proof of a great song lies in its ability to sustain - indeed to invite and thrive amid – interpretation.

Certainly the composer know the pleasure, the excitement of hearing his songs transformed by other artists who find possibilities in them that might not haven't had occurred to the original writer.

Anthony DeCurtis, *about Sting's Symphoncities*

ÍNDICE

RESUMO	6
ABSTRACT	7
OBJETIVOS DO ESTUDO	8
PRODUÇÃO CIENTÍFICA	9
ESTADO DA ARTE NAS TEMÁTICAS RELEVANTES À PRODUÇÃO CIENTÍFICA	10
I. OS VINHOS REGIONAIS EM PORTUGAL CONTINENTAL: CONCEPÇÕES TERRITORIAIS OU SENSORIAIS?	11
II. MACRO-ZONAMENTOS EM PORTUGAL CONTINENTAL. O CONCEITO DE TIPICIDADE NO VINHO.	23
III. ANÁLISE SENSORIAL DE VINHOS. OS ESPECIALISTAS, AS TÉCNICAS AMOSTRAIS E O PAPEL DA MEMÓRIA.	35
IV. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO VINHO: POTENCIAIS MARCADORES DE TIPICIDADE SENSORIAL	43
BLOCO 1.....	67
PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS TINTOS PORTUGUESES ATRAVÉS DA MEMÓRIA DE LONGO-PRAZO: UMA INOVADORA ABORDAGEM AO NÍVEL DE UM PAÍS.....	73
BLOCO 2.....	115
EM BUSCA DOS MARCADORES SENSORIAIS ENTRE OS COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO TINTO: UMA INOVADORA ABORDAGEM AO NÍVEL DE UM PAÍS.....	123
BLOCO 3.....	147
PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS BRANCOS EM PORTUGAL ATRAVÉS DA MEMÓRIA DE LONGO-PRAZO: UMA INOVADORA ABORDAGEM AO NÍVEL DE UM PAÍS.....	153
BLOCO 4.....	171
CONCLUSÕES E MONOGRAFIAS COM A CARATERIZAÇÃO SENSORIAL DE VINHOS TINTOS E BRANCOS POR CADA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA DE PORTUGAL CONTINENTAL.....	179

PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS JOVENS TRANQUILOS BRANCOS E TINTOS COM INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA. POTENCIAIS MARCADORES DA TIPICIDADE NUM ESTUDO À ESCALA NACIONAL

RESUMO

O perfil sensorial dos vinhos brancos e tintos certificados pelas 12 Indicações Geográficas Protegidas (IGP) de Portugal continental foi estabelecido através da resposta de 20 especialistas profissionais da fileira nacional do vinho a questionários sensoriais. Nenhuma amostra de vinho foi avaliada; este estudo assumiu a obtenção de todos os dados experimentais pela via exclusiva da memória. Uma abordagem complementar incluída neste trabalho consistiu em verificar a possível existência de sinalizadores/marcadores da tipicidade dos vinhos tintos entre os compostos fenólicos e/ou entre indicadores físico-químicos ou bioclimáticos. A Tonalidade da Cor e duas Componentes Principais – designadas PC1 TASTE_seco/adstringente e PC2 TASTE_doce/untuoso – foram sugeridas como fortes marcadores para o zonamento sensorial do vinho. Quatro e Três macro-zonamentos, para os vinhos tintos e vinhos brancos, respetivamente, foram considerados com tipicidade estatisticamente diferenciada, tendo sido sensorialmente descritos. A IGP MINHO foi considerada a mais típica de todas as IGP de Portugal continental, com a maioria de avaliações extremadas, quer na Cor, como no Aroma e no Gosto/Tacto. O macro-zonamento SUL das quatro IGP meridionais apresentou vários máximos e mínimos, demonstrando assim tipicidade, maioritariamente oposta à tipicidade descrita para a IGP Minho. A tonalidade da cor, o teor alcoólico, a acidez e a adstringência, quer nas suas relações bi- e multi-laterais, como nas variações regionais, foram confirmados como fatores-chave para a diferenciação sensorial típica dos macro-zonamentos encontrados. As construções mentais dos especialistas demonstraram uma aproximação sensorial muito significativa entre os vinhos de IGP e os vinhos de Denominação de Origem Protegida, levantando questões acerca da diferenciação da tipicidade sensorial e do seu papel na escolha dos consumidores.

Palavras-chave: VINHO, PERFIL SENSORIAL, MARCADORES, TIPICIDADE, COMPOSTOS FENÓLICOS

SENSORY PROFILE OF PORTUGUESE YOUNG STILL RED AND WHITE WINES WITH PROTECTED GEOGRAPHICAL INDICATION. A NATIONWIDE APPROACH TO TYPICITY SIGNALING

ABSTRACT

Red and White wine sensory profiling of 12 Protected Geographical Indications (PGI) of mainland Portugal was achieved through completion of extended sensory questionnaires by 20 professional wine experts. No samples were assessed; the experiment was based on memory alone. The objective of another work included on this study was to verify the signaling/profiling potential of phenolic compounds, physicochemical and bioclimatic measurements on a nationwide sensory scale of red wine typicity. Following a two-step approach, significant statistical factors confirmed Colour Tonality and two main principal components (PC) – named PC1 *TASTE_drystringent* and PC2 *TASTE_sweetviscous* – as strong profilers for wine zoning, results expressing exclusively a multi-regional sensory assessment by an expert panel. Four and Three macro-zones (respectively) were found and typicity differences were statistically validated and sensory-described. PGI MINHO was found the most typical of all PGI, with several extreme ratings on Color, Aroma and Taste. SOUTHERN cluster of the four Mediterranean PGI presented several extreme, hence typical, sensory assessments, mostly opposite to the profile of single-clustered PGI MINHO. Color tonality, alcohol, acidity and astringency were mutually related and respective variations were expressed as key factors for regional macro-zoning differentiation. Experts' construct showed sensory proximity between wines from PGI and wines from respective Protected Designations of Origin (PDO) located within each Geographical Indication, raising doubts about typicity differentiation and its role on purchase preferences.

Key-Words: WINE, SENSORY PROFILE, TYPICITY, MARKERS, PHENOLIC COMPOUNDS

OBJECTIVOS DO ESTUDO

A produção e comercialização de vinhos revestem-se de carácter essencial desde o início da Nacionalidade. A importância económica e social da vitivinicultura em Portugal fez com que o Estado tivesse, desde cedo, demonstrado preocupações no domínio da recolha da informação (estatística e cartográfica) com intuítos diversos, desde os fiscais até aos de regulação do mercado. Demarcações regionais foram efetuadas e alteradas com base nos sucessivos interesses público-privados, Atualmente, estão consagradas na legislação 12 Indicações Geográficas Protegidas (IGP) em Portugal Continental que cobrem o país, de Norte a Sul e da raia à costa Atlântica.

Será que num país tão pequeno como Portugal, a oferta ao mercado de 12 Vinhos REGIONAIS ou com IGP corresponde a outros tantos processos de decisão de compra baseados na unicidade e tipicidade sensorial de cada uma destas 12 Regiões, tão diferenciadas umas das outras que se posicionam clara e distintamente na memória cognitiva – por oposição à memória emocional ou afetivas – de cada consumidor nacional (ou internacional)?

O presente trabalho explora e caracteriza, portanto, os perfis sensoriais regionais típicos dos vinhos tranquilos jovens e os eventuais macro-zonamentos sensoriais ao nível de um país, tendo os vinhos tintos e brancos das 12 IGP de Portugal Continental como objeto de estudo, algo que encontra pouca ou nenhuma bibliografia similar publicada. Um objetivo complementar deste estudo é a verificação da existência de potenciais sinalizadores ou marcadores de tipicidade regional entre os constituintes físico-químicos – sobretudo os compostos fenólicos – e entre os índices bioclimáticos comumente aceites, para diferenciar regionalmente os vinhos tintos jovens com certificação de IGP.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A presente Dissertação de Tese segue um formato estrutural de compilação de artigos submetidos/publicações científicas, de acordo com o entendimento do Orientador deste estudo, Professor Jorge Ricardo da Silva, e em cumprimento das normas em vigor para o Programa de Doutoramento em Engenharia Alimentar do Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

- Jose-Coutinho, A., Avila, P., & Ricardo-da-Silva, J. M. (n.d.-a). Sensory Profile of Portuguese Red Wines Using Long-Term Memory: A Novel Nationwide Approach. (parcialmente publicado na revista técnica *Enologia* 61 (25-34), ed. Associação Portuguesa de Enologia, 2013; apresentação oral no *Simpósio Vitivinícola das Regiões de Lisboa, Tejo e Península de Setúbal*, Almeirim, 2015 ; apresentação oral no *9.º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, Évora, 2013; apresentação de poster no congresso *EuroSense 2016*, Dijon, ed. *Food Quality and Preference*)
- Jose-Coutinho, A., Avila, P., & Ricardo da Silva, J. M. (2015). Finding Sensory Profilers Amongst Red Wine Composition : A Novel Nationwide Approach. *Ciencia E Tecnica Vitivinicola*, 30(2), 69–83.
- Jose-Coutinho, A., Avila, P., & Ricardo-Da-Silva, J. M. (2015). Sensory Profile of Portuguese White Wines Using Long-Term Memory: A Novel Nationwide Approach. *Journal of Sensory Studies*, 30(5), 381-394.

A apresentação dos três artigos científicos (redigidos em inglês) será precedida pelos respetivos resumos alargados em português, dentro de cada um dos blocos estruturados individualmente. Como quarto bloco adicional, exclusivo desta Dissertação de Tese, o autor desenvolveu uma monografia dedicada às principais conclusões deste estudo que permitem, pela primeira vez, uma caracterização sensorial do perfil típico dos vinhos jovens tranquilos brancos e tintos certificados como de Indicação Geográfica Protegida (IGP) em Portugal Continental (também designados por vinhos *Regionais*), englobando 12 *posters* de fácil leitura gráfica, um para cada IGP.

ESTADO DA ARTE NAS TEMÁTICAS RELEVANTES À PRODUÇÃO CIENTÍFICA

I. OS VINHOS REGIONAIS EM PORTUGAL CONTINENTAL: CONCEPÇÕES TERRITORIAIS OU SENSORIAIS?

A vinha estava confinada ao sul da Península Ibérica antes dos romanos; é provável que estes contribuísem muito para a sua difusão e os mouros continuaram-na. Em Portugal, os vinhedos eram já vulgares nos tempos dos primeiros Reis e poucos são os forais posteriores ao séc. XII, de qualquer região reconquistada, que não mencionem vinhas ou o produto delas (Ribeiro, 1991). O vinho está entre os produtos de valor económico nas primeiras trocas comerciais internacionais documentadas, nos séculos XIV-XV. Os descobrimentos garantiram a Portugal monopólios de matérias-primas como o açúcar e as especiarias. Várias nações europeias estabeleceram residências comerciais no nosso país; os Ingleses chamaram-lhe feitorias (*factories*), a primeira das quais foi estabelecida em Viana do Castelo (Bento-de-Carvalho & Correia, 1979). Os sucessivos entraves colocados pela Inglaterra à importação de vinhos franceses na segunda metade do século XVII forçaram os negociantes britânicos a procurarem vinhos alternativos para abastecer o mercado. Assim, na década de 1660, os feitores ingleses aumentaram as suas compras de vinhos na região duriense e em 1670 fundase no Porto a mais antiga firma inglesa ligada ao comércio dos vinhos de Ribadouro, a *Warre*. O comércio dos vinhos do Douro para a Inglaterra desenvolveu-se de tal modo que em 1675 o vinho começara já a ser conhecido pela designação de vinho do Porto e, em 1678, a Alfândega do Porto passa a fazer o registo anual das quantidades exportadas para aquele país, importador de quase toda a produção duriense (Martins, 1988). A sua popularidade e liderança eram tais que, no ano de 1703, foi assinado com a Inglaterra o Tratado de *Methuen*, pelo qual o vinho do Porto beneficiava de taxas aduaneiras preferenciais (Gonçalves, 1983). Entre 1678 e 1810, as exportações de vinho do Porto aumentaram de forma regular à média de 3,5% ao ano (1678-79 a 1800-09). Os interesses eram altos para as empresas exportadoras, para os grandes senhores do Douro, para a classe política e para a Monarquia. Consequentemente, a quantidade era a diretriz de sentido único, permitindo a entrada de uvas, vinhos e aguardentes para a sua adubação (fortificação) de todas as regiões periféricas, até de outras mais distantes. O novo fenómeno de capitalismo vitivinícola deu origem a situações de sobreprodução pouco qualitativa e de queda dos preços que levaram o Estado a intervir pela primeira vez na região e no sector do vinho do Porto, em 1756,

instituindo a Real Companhia dos Vinhos do Alto Douro, demarcando a região produtora de vinhos de feitoria, de embarque e de ramo, e regulamentando a sua produção, transporte e comercialização. Uns anos mais tarde (em 1776 e 1777) protegeu-se o comércio da concorrência dos restantes vinhos portugueses, proibindo a exportação destes e reservando a barra do Douro exclusivamente para o vinho do Porto (Martins, 1988). A proteção legal do vinho do Porto sugere, pela primeira vez, uma sentida diferença nos atributos sensoriais dos vinhos produzidos com uvas do Douro, face aos mesmos vinhos produzidos com uvas oriundas de outras paragens. Insurgindo-se contra as "confeições" que se faziam com vinhos da Bairrada, mais baratos mas cujo "gosto à terra, falta de cor e de corpo" obrigava a compor para se exportarem como vinho do Porto ou misturados a este, e também contra o facto de os depósitos do Porto estarem cheios de vinhos a que chamavam Douro mas, de facto, o não eram, o Barão de *Forrester* insistiria na necessidade de se voltar a fazer vinhos como antigamente (Martins, 2009). *Joseph James Forrester* chegou a Portugal, em 1831 para trabalhar na exportação de vinhos, precisamente no ano em que a Grã-Bretanha igualou os direitos de todos os vinhos estrangeiros, acabando, assim, com o que ainda subsistia das condições preferenciais acordadas aos vinhos portugueses pelo tratado de *Methuen*. Para restaurar a reputação dos vinhos durienses e ultrapassar as crises que atingiram o sector em 1829-1833 e em 1841-1843, impunha-se que se abandonassem as práticas acima descritas e se seguissem os conselhos que a Companhia deu aos viticultores e mandou afixar em todas as terras do Douro. Foi, aliás, nestas diretrizes que *Forrester* se inspirou para escrever, em 1844, o panfleto "*A word or two on Port Wine*" que dedicou a todos os lavradores do Douro, suplicando-lhes que contribuíssem para a regeneração do comércio do vinho do Porto fazendo vinhos puros, bem fermentados e de acordo com o gosto dos "mais refinados" conhecedores de vinho ingleses (Martins, 2009). Mas *Forrester* é, sobretudo, o pioneiro da cartografia temática da vinha e do vinho em Portugal: os levantamentos topográficos desenvolvidos pelo exército britânico aquando das várias etapas da Guerra Peninsular terão servido como base para a elaboração de dois mapas coordenados por *Joseph James Forrester*, abundantes em informação, que lhe trouxeram fama internacional: O *Mappa do Paiz Vinhateiro do Alto Douro*, editado em 1843 escala aproximada de 1:57.000 (ver figura 1), e o *Douro Portuguez e Paiz*

Adjacente, com tanto do rio quanto se pode tornar navegável em Espanha, publicado em 1848 (Santos-Garcia & Branco, 2008).

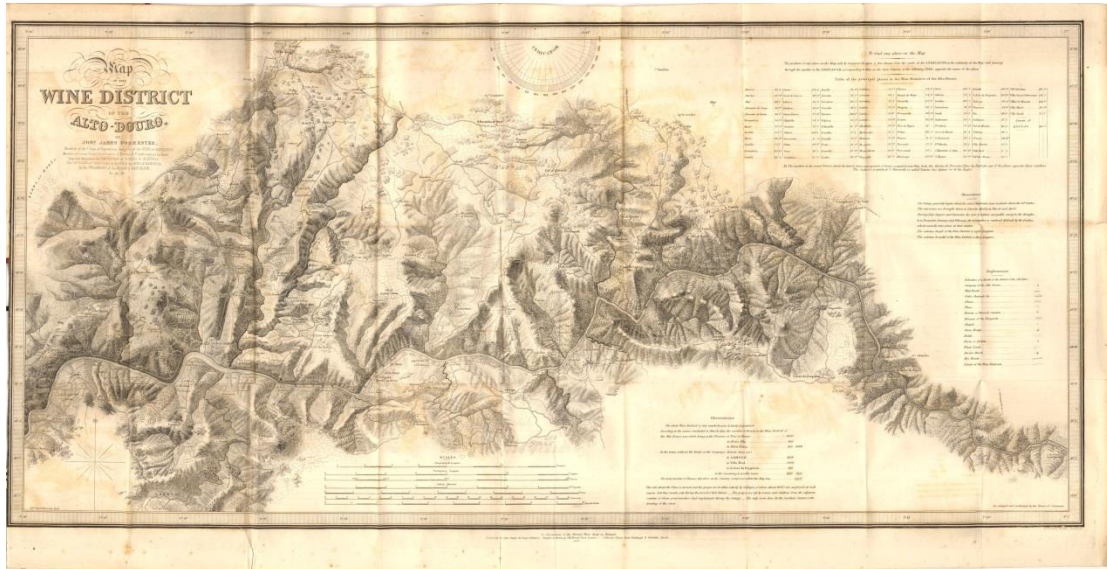


Figura 1: *Map of the Wine District of the Alto Douro*, por Joseph James Forrester, escala 1:57.000, 1843

Sempre com intuito político-administrativo, privilegiando a estatística dos grandes números em detrimento do estudo de tipicidades sensoriais, o aparecimento de cartografia tratando aspetos relacionados com o cultivo da vinha e a produção de vinho foi potenciada pela publicação das 37 folhas da *Carta Corographica do Reino*, na escala 1:100.000, iniciada por Filipe Folque em 1856 e que decorreu até 1904, mas sobretudo pela *Carta Geographica de Portugal*, na escala 1:500.000, publicada em 1865 pelo *Instituto Geographico*. A figura 2 mostra o *Paiz Vinhateiro da Bairrada*, mapa de 1867, executado sobre um extrato copiado da folha nº 13 da *Carta Corographica* 1:100.000 na qual, mantendo a escala, se identifica, a vermelho, a área de produção do vinho tinto de embarque, a amarelo, a do vinho branco de embarque e a sépia, a do vinho de consumo interno. A *Carta Geographica de Portugal* transformar-se-ia num documento incontornável da história da cartografia temática portuguesa, fornecendo a primeira imagem contemporânea da totalidade de Portugal Continental, que podemos considerar relativamente exata (Marques & Fernandes, 2009) e dela emanam os dois primeiros mapas conhecidos representando dados da produção de vinho do país, na escala de 1:1.000.000, ambos denominados *Carta Vinicola de Portugal, produção aproximada, Media 1884 a 1888*, elaborados no âmbito da

estatística agrícola dirigida por *Gerardo Péry* e publicados no Boletim da *Direcção Geral da Agricultura* (1890) e que contemplam já, de forma bem visível, os recortes territoriais das 9 regiões agrónomicas do Continente criadas em 1886 (ver figura 3). A primeira divisão geográfica com impacto na designação de vinhos regionais tinha a seguinte leitura: 1ª Região - Entre Douro e Minho, 2ª Região - Traz os Montes; 3ª Região - Douro; 4ª Região - Beira Litoral (Leiria, Coimbra, Aveiro); 5ª Região - Viseu e Guarda; 6ª Região - Castelo Branco e Portalegre, 7ª Região - Oeste (Lisboa, Santarém, Setúbal), 8ª Região - Beja e Évora; 9ª Região - Algarve.

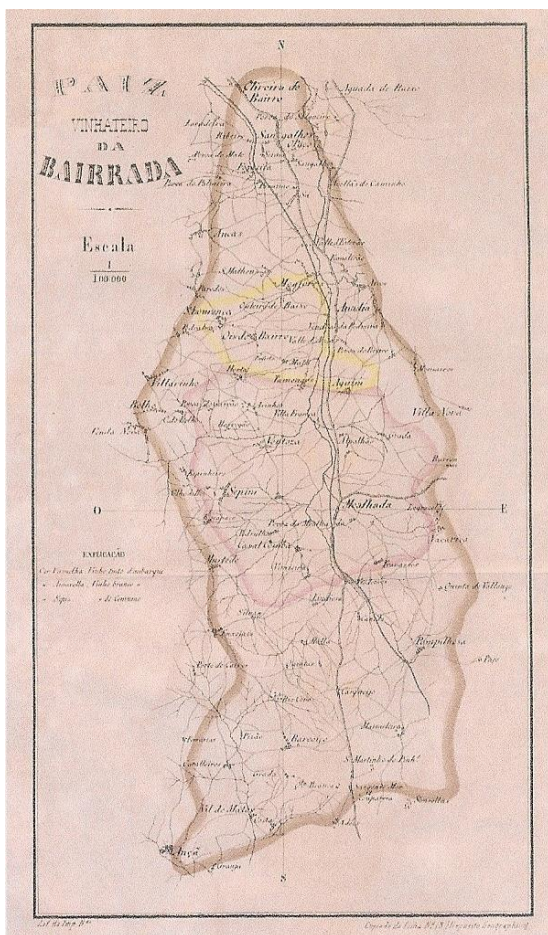


Figura 2: Paiz Vinhateiro da Bairrada, escala 1:100.000, 24x35 cm



Figura 3: Carta Vinicola de Portugal, Produção aproximada, Media 1884 a 1888, escala 1:1.000.000, 42x68 cm

O oídio inaugurou o rol de doenças e pragas que atacaram a *vitis vinifera* na segunda metade do século XIX. Em meados da década de 60, a filoxera foi detetada em Portugal. *António Augusto de Aguiar*, *Ferreira Lapa* e o *Visconde de Vila Maior* formam a comissão encarregada de examinar os principais centros vinhateiros do país e estudar os seus processos culturais e de vinificação, a fim de fornecer ao governo

elementos para que este pudesse preparar o caminho para resolver a questão vinhateira. Os trabalhos desta comissão, provavelmente com alguns apontamentos secundários acerca do perfil sensorial dos vinhos regionais, seriam publicados nos dois anos seguintes com o título *Memória sobre os processos de vinificação empregados nos principais centros vinhateiros do continente*.

Em 1890, apenas o Algarve e o Baixo Alentejo, assim como as vinhas em areias de Colares ou do Sado tinham sobrevivido quase intactas. Desde a crise da filoxera que a problemática da definição territorial das regiões vitícolas assumiu contornos de primeira necessidade e reclamação por parte dos produtores influentes do Norte de Portugal, a braços com a quebra de domínio produtivo que rumou para os terrenos férteis e amplos do Centro-Sul, com uma crise de procura nos principais mercado de exportação, mais tentados pelos vinhos baratos de Espanha e com a promiscuidade de loteamentos de vinhos de várias regiões nacionais, que visavam a oferta do prestígio das regiões afamadas em vinhos de muito baixo preço. Em 1892 é publicada a *Carta Phylloxerica de Portugal*, pela *Direcção Geral da Agricultura*, escala 1:1.000.000 (ver figura 4). Introduzem-se castas de uva com o mero intuito produtivo, de eficaz resistência ao oídio e à filoxera; chegam castas francesas julgadas de melhor qualidade; o resultado foi a erosão rápida da tipicidade regional. Os vinhos portugueses foram, então, apresentados em 3 classes, sendo uma delas de *vinhos de lotação entre varias regiões do paiz, mesmo do sul com o norte, formando typos de vinhos completos para consumo immediato de grandes massas de população*. O Boletim da *Direcção Geral da Agricultura*, de Fevereiro de 1889, indica que estas lotações foram muito apreciadas, *não só por darem um typo semelhante aos Médocs ordinários, mas principalmente pelo seu preço razoável* (Marques, 1998). No pós-filoxera, a carta vinícola nacional e a estrutura produtiva tinham-se alterado. A vinha cobria todo o país, mas as maiores densidades encontravam-se agora na zona Centro/Sul. No início do séc. XX, a produção dos distritos de Leiria, Santarém e Lisboa representava quase metade da produção nacional e a quota do Douro descera para menos de 15%. Paralelamente a este aumento do peso da produção de vinhos comuns, os grandes viticultores do Sul constituíram-se num forte grupo de pressão e a questão vinícola, que até à filoxera tinha estado centrada no Douro, estende-se a todo

o país e transforma-se num desígnio nacional (Martins, 1991). Ambicionando retratar fielmente o Portugal de 1900, o estudo “*Portugal au point de vue agricole*”, coordenado por *Cincinnato da Costa* e *Luiz de Castro*, apresenta, ao longo de textos de vários autores, 14 mapas que constituem o primeiro atlas temático oficial publicado, na escala de 1:2.000.000 (Marques & Fernandes, 2009). Desta obra, apresentada na Exposição Universal de Paris de 1900, destacam-se os mapas *Carte Viticole du Portugal* e *Carte Vitiicole du Portugal*, ambos na escala 1:200.000 (ver figuras 5 e 6).



Figura 4: *Carta Phylloxerica de Portugal*, em 1892, escala 1:1.000.000, 41x68 cm

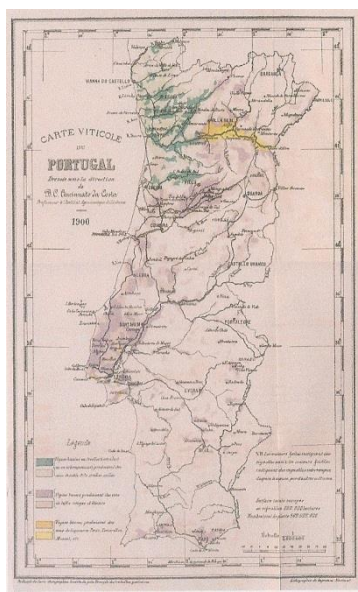


Figura 5: *Carte Viticole du Portugal*, escala 1:2.000.000, 32x21 cm

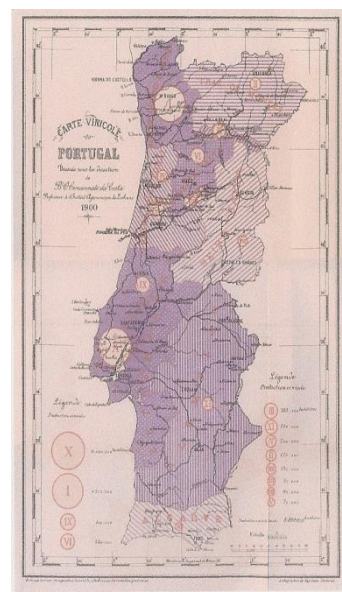


Figura 6: *Carte Vinicole du Portugal*, escala 1:2.000.000, 32x21 cm

Após a demarcação e regulamentação pioneiras do Douro, em 1756, a Carta de Lei de 18 de Setembro de 1908 formaliza as regiões demarcadas mais afamadas, como os Vinhos Verdes, o Dão, Colares ou Setúbal. Esta delimitação decorre de um período em que os viticultores reclamavam medidas que permitissem escoar os vinhos e combater as fraudes que se generalizavam. A legislação dos anos 1907/8 veio impor uma nova disciplina económica e comercial passando esta a constituir um marco na construção e hierarquização do sector vitivinícola nacional. A sua conceção básica foi adotada pelo Estado Novo e ainda subsiste, apesar das correções e adaptações aos novos critérios estipulados pela Organização Comum de Mercado Vitivinícola (OCM) da União Europeia. Após a Constituição de 1933 e o estabelecimento do regime do Estado Novo com a política de controlo governamental sobre a atividade económica do país, surgiram os organismos de coordenação económica, dos quais se destaca, entre outros

organismos do sector, a Junta Nacional do Vinho (JNV). A área de influência ou de ação da JNV exercia-se sobre os vinhos comuns de todo o território nacional, cuja área correspondia à maior parte da produção vinícola, excluindo as regiões demarcadas de então (Dão, Vinhos Verdes, Douro, Moscatel de Setúbal, Bucelas, Carcavelos e Colares), bem como a Madeira e os Açores (Pereira, 2007).

Ao contrário do que ocorreu noutros países vitícolas da Europa, as formas modernas de cooperação foram, em Portugal, não só mais tardias como ainda essencialmente dependentes do financiamento do Estado Novo. Em 1953, face aos enormes excedentes de produção, pulverizados em instalações rudimentares de pequenos e muito pequenos produtores, o Ministério da Economia aprova o plano de construção e apetrechamento de cooperativas na área de jurisdição da Junta Nacional do Vinho, que determina igualmente que os organismos corporativos das regiões vinícolas demarcadas em 1908 elaborassem estudos relativos à constituição das respetivas redes de adegas cooperativas (Marques & Fernandes, 2009), o que veio a suceder entre 1955 e 1957. Foi concebida nova divisão regional do país (ver figuras 7 e 8), visando a planificação do estudo do custo da produção, com finalidades de ordem económica, de novo sem fins de tipicidade sensorial mas antes com base nas clivagens geográficas e ecológicas. Procurando-se definir a região vitícola natural, a Junta Nacional do Vinho estabelece a constituição de 14 zonas de interesse cooperativo: I – Trás-os-Montes, II – Beira Transmontana, III – Lafões, IV – Beira Litoral Norte, V – Bairrada, VI – Baixo Mondego, VII – Leiria, VIII – Baixo Zêzere, IX – Beira Baixa, X – Oeste ou Torres, XI – Ribatejo, XII – Península de Setúbal, XIII – Alentejo, XIV – Algarve.

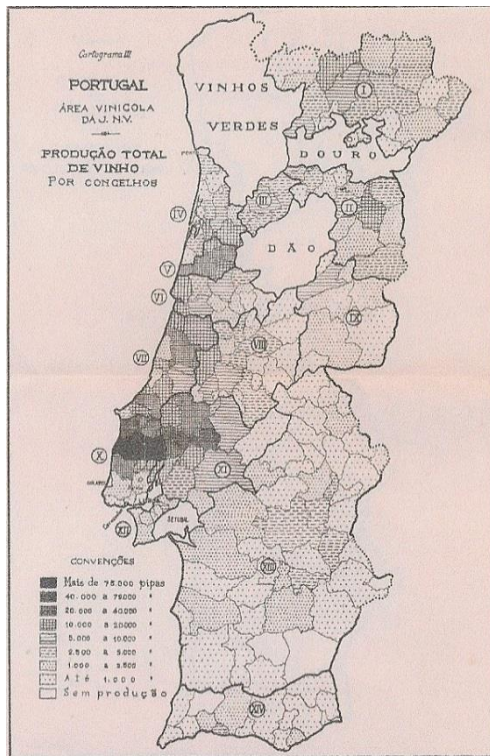


Figura 7: Área Vinícola da J.N.V., Densidade de produção de vinho, por concelhos, em 14 regiões, s/escala

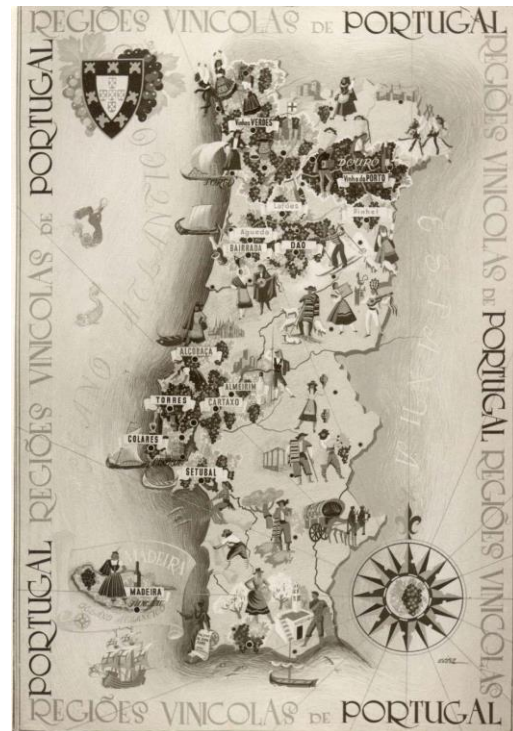


Figura 8: Mapa Ilustrado das Regiões Vinícolas, Mário Costa, Edição da Junta Nacional do Vinho, s/escala

O que verdadeiramente marcou este período, foi o aumento da produção indiferenciada de vinho. Sustentada por um mercado interno e externo (províncias ultramarinas) pouco exigente, por um desenvolvimento técnico que possibilitou o aumento da produtividade e por uma maior estratificação do campesinato ligado a este sector, a oferta de vinho cresceu tendencialmente até atingir um máximo histórico no início dos anos sessenta. A partir daqui, o país entrou num período de transição que conduziu a profundas mutações tanto ao nível da produção, como nas trocas e nos modelos de consumo. A juntar-se às crises *naturais* da segunda metade do séc. XIX e às crises económicas (sobreprodução) do início do século XX, dá-se então início a uma crise de *adaptação* às alterações no consumo a qual culminará, nos anos oitenta, com o arranque da atual reconversão qualitativa da produção. Este período é dominado por três linhas de força: uma mudança no consumo para produtos de qualidade, a proeminência da indústria vinícola na fileira produtiva e uma lógica institucional muito influenciada pela organização comum do mercado (OCM) do vinho da União Europeia. A tradicional divisão muito centrada na dicotomia entre o vinho do Porto e os restantes vinhos evoluiu para uma lógica de valor mais diversificada. A

bipolarização do sector em duas esferas vinícolas encontra-se hoje muito matizada pelo desenvolvimento de produtos intermédios que aumentam a gradação entre os *vinhos de Denominação de Origem* e os *vinhos de mesa com lotação de diversas proveniências*. Assim aparece a categoria de *vinhos regionais* provenientes de determinada *Indicação Geográfica*. Todas as alterações registadas neste domínio nas últimas décadas, tanto ao nível da produção como na circulação ou consumo, tiveram como suporte institucional a adoção da Política Agrícola Comum no que concerne ao sector dos vinhos. Ao nível nacional, a adoção desta política saldou-se por vários acontecimentos maiores. Em primeiro lugar, a passagem de 8 para 48 regiões demarcadas, no período de 1979 a 1994, com todas as alterações institucionais daí decorrentes: adequação dos órgãos de gestão das antigas regiões demarcadas à nova estrutura interprofissional; proliferação deste tipo de organismos na gestão das novas regiões e na certificação dos vinhos regionais; criação e afirmação de associações socioprofissionais para representação de interesses nas novas estruturas. Uma outra consequência da adoção da política vitivinícola comunitária diz respeito à construção de uma nova arquitetura de gestão sectorial, menos ligada à definição das políticas e mais vocacionada para a aplicação da política sectorial nacional e comunitária: extinção dos antigos organismos de coordenação económica e reestruturação dos institutos públicos oficiais de supervisão, nomeadamente os Institutos do Vinho e da Vinha (IVV), do Vinho do Porto (IVDP) e da Madeira (IVBAM) (Simões, 2003).

Operou-se uma alteração significativa associada às características qualitativas do vinho produzido. A produção de vinho com qualidade reconhecida, consequentemente apto à certificação regional IGP ou DOP, tem vindo a ganhar terreno ao longo dos anos, resultando numa melhoria importante das condições de produção e dando resposta à maior exigência de qualidade do consumidor. Quanto às grandes regiões vinhateiras nacionais, ainda se pode reconhecer a linhagem histórica e tradicional, quase desprovida, como vimos, de motivações sensoriais típicas e distintivas, cuja base se mantém inalterada desde a génese da cartografia especializada. O Decreto-Lei n.º 212/2004, de 23 de Agosto, estabeleceu a organização institucional do sector vitivinícola, procedendo a uma reforma profunda, disciplinando o reconhecimento e a proteção das denominações de origem e indicações geográficas utilizadas nos

produtos vitivinícolas, bem como o seu controlo e certificação, definindo, simultaneamente, o regime jurídico aplicável às entidades certificadoras. Com o Despacho n.º 22 522/2006, de 17 de Outubro, foram reforçadas as atribuições das entidades certificadoras e previsto o princípio da concentração das atuais comissões vitivinícolas regionais. Pretende-se reduzir o seu número por forma a obter dimensão crítica, economias de escala e meios humanos e técnicos que permitam o exercício cabal das suas competências, e a sua reorganização, nomeadamente com a supressão do representante do Estado nos órgãos sociais, sendo assegurado pelo conselho fiscal ou pelo fiscal único o acompanhamento da respetiva atividade no plano contabilístico e de gestão. A bondade da política das economias de escala embateu em rivalidades regionais históricas e, talvez, na falta de alinhamento dessas políticas com os perfis de vinho que, como se pode deduzir desta resenha bibliográfica, se diluíram ao longo do tempo e nunca foram devidamente estudados e equacionados por parte das tutelas nacionais e regionais.

Na atualidade (ver figura 9), os vinhedos de Portugal Continental espalham-se por todo o território (aprox. 238.000 ha produzem cerca de 6 milhões de hl), em 12 Indicações Geográficas Protegidas (Fraga et al. 2012) e o consumo *per capita* é inferior a 50 litros. Comparando com o cenário oficial após a adesão à União Europeia e à Política Agrícola Comum (ver figura 10), com as regiões complementares para a divisão cooperativa de Portugal Continental, as regiões demarcadas de 1907/08 e a primeira divisão de 1890, o país vinhateiro mantém a estrutura há muito convencionada, com reajustes significativos no Centro-Norte de Portugal, em resultado da constituição de várias IGP, anteriormente reunidas na grande região das Beiras. O autor acrescenta uma derradeira coluna na Tabela 1 com a proposta de macro-zonamentos sensoriais de tipicidade marcadamente diferenciada (Coutinho, 2009), totalmente enquadrada no desenho atual das regiões vinhateiras nacionais (ver figura 11).



Figura 9: Mapa de 12 Regiões qualificadas para vinhos com Indicação Geográfica e respetivas Denominações de Origem, ViniPortugal, 2011, s/escala

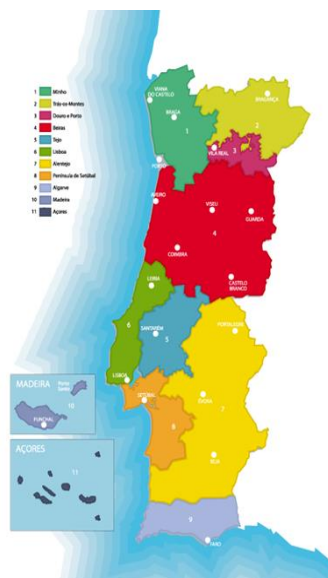


Figura 10: Mapa de 9 Regiões qualificadas para Vinhos Regionais no Continente, IVV, 2010, s/escala

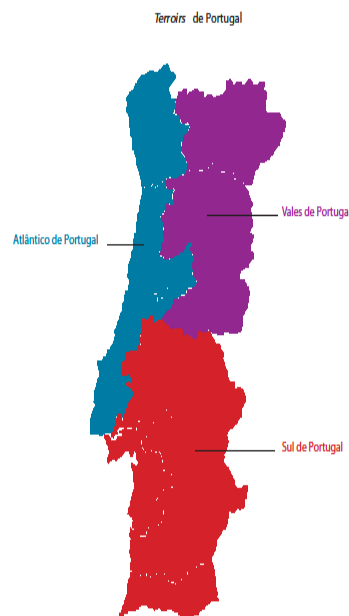


Figura 11: Proposta de três macrozonamentos com tipicidade sensorial em Portugal Continental, por Aníbal Coutinho

Tabela 1: Evolução territorial das regiões vinícolas de Portugal Continental, 1890-2004

Primeira Divisão (1890)	Política do Estado Novo (1957)	Política Agrícola Comum (1994)	Revisão PAC (2004)	Perfis de Vinho por Região (Coutinho, 2009)
3ª - Douro	A - Douro	Regional Duriense	IG Duriense	Vales de Portugal
5ª - Viseu e Guarda	III - Lafões	Regional Beiras	IG Terras do Dão	Vales de Portugal
5ª - Viseu e Guarda	C - Dão	Regional Beiras	IG Terras do Dão	Vales de Portugal
2ª - Trás-os Montes	I - Trás-os-Montes	Regional Transmontano	IG Transmontano	Vales de Portugal
5ª - Viseu e Guarda	II - Beira Transmontana	Regional Beiras	IG Terras da Beira	Vales de Portugal
4ª - Beira Litoral (Coimbra)	VIII - Baixo Zêzere	Regional Beiras	IG Terras da Beira	Vales de Portugal
6ª - Castelo Branco e Portalegre	IX - Beira Baixa	Regional Beiras	IG Terras da Beira	Vales de Portugal
1ª - Entre Douro e Minho	B - Vinhos Verdes	Regional Minho	IG Minho	Atlântico de Portugal
4ª - Beira Litoral (Aveiro)	IV - Beira Litoral Norte	Regional Beiras	IG Beira Atlântico	Atlântico de Portugal
4ª - Beira Litoral (Coimbra, Aveiro)	V - Bairrada	Regional Beiras	IG Beira Atlântico	Atlântico de Portugal
4ª - Beira Litoral (Leiria, Coimbra)	VI - Baixo Mondego	Regional Beiras	IG Beira Atlântico	Atlântico de Portugal
4ª - Beira Litoral (Leiria)	VII - Leiria	Regional Estremadura	IG Lisboa	Atlântico de Portugal
7ª Região - Oeste (Lisboa)	X - Oeste ou Torres	Regional Estremadura	IG Lisboa	Atlântico de Portugal
7ª Região - Oeste (Santarém)	XI - Ribatejo	Regional Ribatejano	IG Tejo	Sul de Portugal
7ª Região - Oeste (Setúbal)	XII - Península de Setúbal	Regional Terras do Sado	IG Península de Setúbal	Sul de Portugal
6ª - Portalegre + 8ª - Beja e Évora	XIII - Alentejo	Regional Alentejano	IG Alentejano	Sul de Portugal
9ª - Algarve	XIV - Algarve	Regional Algarve	IG Algarve	Sul de Portugal

No capítulo seguinte serão evidenciados vários macro-zonamentos temáticos de Portugal Continental. No entanto, a noção de que a cada uma das atuais 12 IGP não correspondem outros tantos perfis sensoriais tipicamente diferenciáveis já tinha sido introduzida pelo geógrafo Orlando Ribeiro (1991) que descreveu *duas áreas distintas*

na viticultura portuguesa: uma abrange os lugares ao sul do (rio) Vouga, e a Terra Quente do Douro e dos seus afluentes menos ocidentais – a dos vinhos maduros e generosos; outra cobre o noroeste atlântico, com o Douro inferior e os vales do Tâmega e do Paiva, e ilhas na Terra Fria transmontana e nas serranias do Zêzere. O travo ácido e picante de vinhos verdes ou quase verdes, feitos de uvas mal amadurecidas durante estios já húmidos, guarda a débil lembrança de outras bebidas fermentadas, como a cidra e a cerveja, que a expansão da vinha suplantou.

Referências

- Bento-de-Carvalho, & Correia, L. (1979). *The Wines of Portugal*. Junta Nacional dos Vinhos.
- Coutinho, A. (2009). *Guia Popular de Vinhos 2010. Copo & Alma*. Editorial Presença.
- Fraga, H., Santos, J. A., Malheiro, A. C., & Moutinho-Pereira, J. (2012). Climate Change Projections for the Portuguese Viticulture using a Multi-Model Ensemble. *Ciencia E Tecnica Vitivinicola*, 27(1), 39–48.
- Gonçalves, F. E. (1983). *Portugal País Vinícola*. Livros Técnicos e Científicos.
- Marques, H. (1998). A Viticultura Portuguesa na Segunda Metade do Século XIX: As Demarcações Regionais e as Denominações de Origem. *4 Journées d'Études Nord Du Portugal-Aquitaine*. Bordeaux.
- Marques, H. & Fernandes, M. (2009). Cartografar para compreender : a viticultura portuguesa , da difusão do filoxera à estruturação da rede das adegas cooperativas pela Junta Nacional do Vinho. In *III Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica* (pp. 1–21).
- Martins, C. A. (1988). Os ciclos do vinho do Porto: ensaio de periodização. *Análise Social*, XXIV(100), 391–429.
- Martins, C. A. (1991). A filoxera na viticultura nacional. *Análise Social*, XXVI, 653–688.
- Martins, C. A. (2009). Forrester, o pais vinhateiro e o retorno ao velho método de fazer vinho do Porto. In *Barão de Forrester - Razão e Sentimento*.
- Pereira, M. C. (2007). *Acção e património da Junta Nacional do Vinho: 1937-1986*. Universidade Aberta, Lisboa.
- Ribeiro, O. (1991). *Portugal, o Mediterrâneo eo Atlântico*. Sá da Costa Editora.
- Santos-Garcia, C. J., & Branco, D. (2008). « Oporto Wine In Maps (1843-1860)»: A Cartografia inglesa do Douro. In *III Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica* (pp. 1–16).
- Simões, O. M. (2003). A regulação do mercado do vinho em Portugal: uma análise de longo prazo. In *V Colóquio Hispano-Português de Estudos Rurais* (pp. 1–21).

II. MACRO-ZONAMENTOS EM PORTUGAL CONTINENTAL. O CONCEITO DE TIPICIDADE NO VINHO.

Uma região geográfica caracteriza-se por certa identidade de aspetos comuns a toda ela. Não apenas as condições gerais do clima e posição, mas ainda as particularidades da natureza e do relevo do solo, o manto vegetal e as marcas da presença humana nos dão o sentimento de não sairmos da mesma terra (Ribeiro, 1991). Em 1900, a *Imprensa Nacional* fazia sair do prelo *Le Portugal au point de vue agricole*, um livro com mil páginas publicado em francês por ocasião da Exposição Universal de Paris. Como já foi referido, o Professor Agrónomo do Instituto da Agricultura de Lisboa, *Bernardino Cincinnato da Costa* coordena o capítulo vitivinícola e assina os mapas do *paiz vinhateiro*. A *Introduction* foi escrita por *Francisco Manuel de Mello Breyner*, Conde de Ficalho. Este homem de estudo, naturalista e botânico, apresenta a divisão do país em três regiões botânicas: mediterrânea (Algarve e maior parte do Alentejo), atlântica e *partie centrale de la Península Ibérique*, ou seja, continental ibérica (Trás-os-Montes e parte da Beira). Apontou-lhes as respetivas áreas de transições, com limites mais ou menos bruscos. Um século mais tarde, permanece, globalmente, a atualidade desta divisão. Para sua demonstração, o Conde de Ficalho utiliza fontes de informação onde a cartografia tem um lugar de destaque. Conhecia certamente os mapas elaborados por *Barros Gomes* (Devy-Vareta, 1999). Este geógrafo pioneiro agregou, na sua *Carta Xilográfica ou Mapa dos Arvoredos* de 1878 (ver figura 12), a proposta de 12 regiões naturais em 3 macro-zonamentos entrando em conta com a área de dominância do pinheiro-bravo, dos carvalhos de folha caduca e dos carvalhos de folha persistente (Costa et al. 1990).



Figura 12: Divisão regional proposta por B. Barros Gomes, sobre um fundo orográfico extraído da Carta Geográfica de Portugal, (1878).

Nem sempre regiões tradicionais ou circunscrições administrativas coincidem com divisões geográficas. *Barros Gomes* distinguiu 12 divisões, *Amorim Girão*, 13, *Lautensach*, 15, escreve *Orlando Ribeiro* (1991), geógrafo fundamental em cuja obra científica propõe a existência de 23 diferentes unidades de paisagem. Mas *Ribeiro* partilha do conceito de macro-zonamentos no território nacional ao referir que, acima das regiões geográficas, fica o agrupamento destas em blocos mais vastos, reunidos por uma tonalidade comum, dada geralmente pela posição e o clima. Sem atender às particularidades que obrigam a separar uma planura de uma montanha, um maciço calcário das humildes colinas areníticas que o rodeiam, um litoral de pesca do seu sertão agrário, é necessário demarcar, no agrupamento das peças do mosaico, as grandes composições. *Orlando Ribeiro* propõe 3 macro-zonamentos de Portugal continental justificados pelo contraste entre as influências mediterrâneas e atlânticas e, nestas, pela sua atenuação com o afastamento do litoral (efeito da continentalidade). *Norte atlântico*, *Norte transmontano* e *Sul* são as divisões fundamentais da terra Portuguesa (*Ribeiro*, 1991). À primeira, essencialmente oceânica, contrapõe-se o bloco de regiões interiores do Nordeste, que as montanhas separam das influências marítimas; o baixo Mondego, a orla do maciço antigo e o sopé da Cordilheira Central limitam os dois macro-zonamentos nortenhos do resto do país a Sul, onde a meridionalidade se traduz pela dominância progressiva do carácter

mediterrâneo. Um dos primeiros autores a tentar uma divisão do país em províncias climáticas foi o geógrafo *Hermann Lautensach*, em 1932. Este autor considera a posição marginal de Portugal como a influência mais marcante no clima global do território, cujas especificidades regionais são função da latitude e da distância à costa. Define assim um primeiro gradiente de variação, de Norte para Sul, ao longo do qual a precipitação decresce fortemente; e um segundo gradiente, do litoral para o interior, que corresponde a uma diminuição da precipitação, mas também a um forte aumento da amplitude térmica anual da temperatura que se traduz num acréscimo da continentalidade. *Lautensach* divide o território em Províncias Climáticas. Estas enquadram-se, antes de mais, numa divisão de Portugal em Norte e Sul e, em seguida, na definição de três grandes macro-zonamentos: Região Marítima, que se prolonga cerca de 40-60 km para dentro da linha de costa; Região Continental, no interior; e Região Montanhosa, correspondente aos territórios acima das cotas 800-1000 m, intercalando-se entre as duas anteriores, na zona norte do país. As províncias climáticas definidas por este autor não foram cartografadas (Fernandes-Mesquita, 2005). Em 1954 o agrónomo *Pina Manique e Albuquerque* apresenta a Carta Ecológica de Portugal na qual apresenta cinco séries bio-climáticas zonais: Litoral, Transversal Norte, Transversal Centro-Sul e duas séries específicas para a Costa Vicentina e para a bacia do rio Guadiana. Na nota explicativa (Albuquerque, 1954) refere que, à medida que se caminha de Norte para Sul pelo Litoral, se observa uma diminuição da pluviosidade, anual e estival, e um aumento das temperaturas anuais. Refere também que a aridez aumenta quando se caminha do litoral para o interior. No zonamento transversal (W-E) do Norte introduz um novo fator – a altitude – que se traduz num aumento da pluviosidade e conseqüente diminuição da aridez. *Alcoforado* (2009) reforça a posição de transição do nosso país entre as regiões atlântica e mediterrânica. A análise de *clusters* que aplica ao conjunto dos índices do seu estudo conclui que Portugal continental pode ser dividido em 5 grandes domínios bioclimáticos: Atlântico, Pré-Atlântico, Pré-Mediterrâneo Litoral, Pré-Mediterrâneo Interior e Mediterrâneo.

Uma equipa de investigadores da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro estudou a influência climática no país vinhateiro referindo que o critério fundamental que preside à demarcação de qualquer região vitícola está inteiramente associado ao

conceito de ecossistema vitícola, definido pela interação do solo, características climáticas e meio biológico, este último representado fundamentalmente pelo conjunto de castas tradicionais dessa região, que conferem, por técnicas vitícolas e enológicas, a personalidade e tipicidade dos seus vinhos. Concluíram que, embora o clima de Portugal Continental seja mediterrânico com dois períodos bem definidos - o estival, quente e seco, e o invernal, frio e chuvoso - se constata, pelo cálculo do balanço hídrico, existir grande diversidade de situações. De uma forma geral pode dizer-se que o clima se torna mais húmido e ameno no litoral do país quando comparado com o interior, sendo o Sul mais quente e seco quando comparado com o Norte, com exceção do Douro e algumas regiões anexas: Planalto Mirandês, Valpaços, Figueira de Castelo Rodrigo e Pinhel. Assim, encontramos a região dos Vinhos Verdes com clima super-húmido e húmido, excetuando-se a sub-região de Monção com moderada deficiência de água no Verão. O clima húmido abrange uma parte do Douro (Vila Real e Régua), conhecida por Baixo Corgo, o Dão, Bairrada, parte da Cova da Beira, Óbidos, Alcobaça, Encostas d’Aire e o Norte do Ribatejo e Alentejo, Tomar e Portalegre, estas duas sub-regiões contrastando com todos os restantes zonamentos do Sul de Portugal, classificados como sub-húmidos. O Douro Superior volta a diferenciar-se de modo extremo com a classificação de sub-árido (Magalhães et al. 1995).

Sendo o clima de uma região definido como o conjunto das condições meteorológicas predominantes nessa mesma área, é possível caracterizá-lo pelo comportamento médio dos elementos meteorológicos nessa região, durante um período de tempo mais ou menos longo (geralmente 30 anos). Como os principais fatores e elementos do clima, com impacto direto sobre o crescimento, o desenvolvimento e o potencial de produtividade das culturas são a radiação solar, a precipitação e a temperatura, é sobre eles que incidirá a presente análise. As grandes variações que se verificam nos elementos acima indicados ao longo do continente, são o resultado da conjugação de quatro grandes tipos de influências que ocorrem sobre o nosso território - atlântica, continental e mediterrânica – a que se junta a orografia do mesmo. Da observação das Figuras 13 e 14, e demais informação estatística (M. A. D. R. P, 2007), podemos afirmar o seguinte:

- A Radiação Solar aumenta de noroeste para sudeste, com valores mínimos (da ordem das 140 Kcal/cm²) nas regiões do Minho e máximos (170 Kcal/cm²) no interior sul e costa algarvia;
- A Temperatura Média Anual apresenta uma variação de Norte para Sul, com valores mínimos de 7,5°C e máximos de 17,5°C;
- A Precipitação média anual é um elemento que apresenta uma variação muito grande, com valores a oscilar entre os 2800 mm (região Noroeste) e os 400 mm (no interior sul do país);
- Idêntico padrão de variação (mas de sentido inverso) é apresentado pela evapotranspiração, com valores mínimos na região do Minho litoral e máximos no interior do Alentejo.

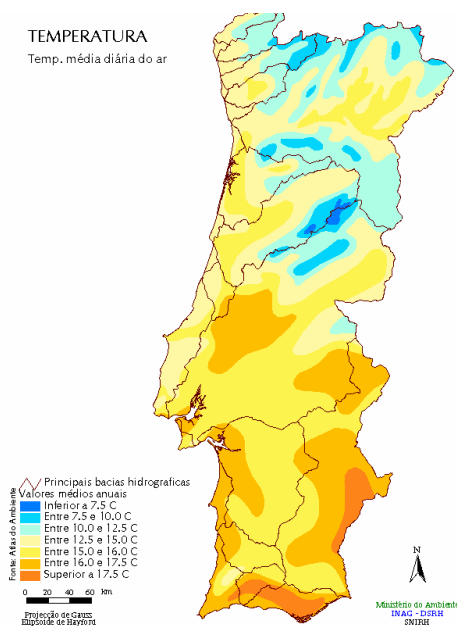


Figura 13. Distribuição regional dos valores de Temperatura Média

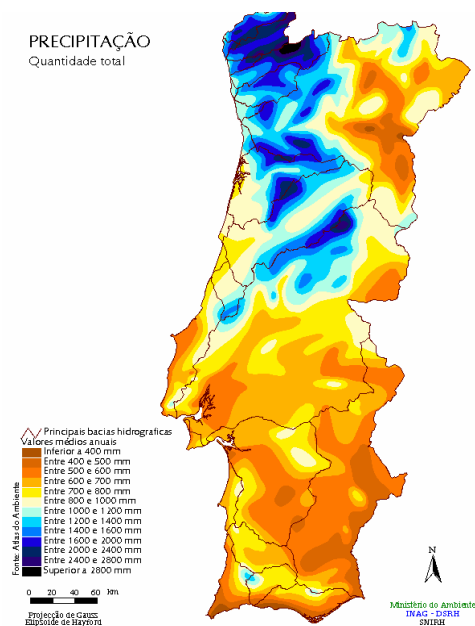


Figura 14. Distribuição regional dos valores de Precipitação

Os estudos de zonamento vitícola podem, globalmente, dividir-se em duas abordagens: a primeira baseia-se, sobretudo, na diferenciação geográfica das características do vinho, das variedades de uva ou do tipo de vinhedos, enquanto a

segunda abordagem se focaliza na diferenciação da capacidade de uso do solo ou em estudos de viabilidade/sustentabilidade vitícola nos quais o solo e o clima são as variáveis-chave, de fundamental hierarquização (Fraga et al. 2013; Santos et al. 2012; Shanmuganathan, 2010; Tonietto et al. 2014). No caso da primeira abordagem, a maioria dos estudos de zonamento baseiam-se na análise da composição físico-química de amostras obtidas em campos experimentais ou em adegas comerciais (Catarino et al. 2012; Kment et al. 2005; Minnaar & Booyse, 2004; Rodrigues et al. 2011; Zou et al. 2011), e apenas poucos cruzam os resultados laboratoriais com a análise sensorial (Bauer et al. 2011; Bester, 2011; Parr et al. 2007; Vilanova et al. 2010). No entanto, a esmagadora maioria dos estudos carecem de referência geo-espacial e/ou demonstram pobre caracterização ambiental. Mais preocupante ainda é o número muito limitado de amostras, sem significado estatístico para a demarcação exacta e robusta dos limites dos zonamentos sensoriais, químicos ou relacionados com a qualidade do vinho/uva. Apesar da diversidade de estudos de zonamento/*terroir*, a investigação acumulada tem prestado pouca atenção à modelação geo-espacial do território e a assuntos relacionados com a escala espacial (Vaudour & Shaw, 2005). Outro problema recorrente é a mistura, em vários desenhos experimentais, de amostras de anos de colheita diferentes, avaliados em fases muito diferenciadas da sua evolução (Bauer et al. 2011). Nas últimas décadas, a maior parte dos estudos de zonamento focalizaram-se na fisiologia das plantas ou em pequenos parcelários relacionados com redes de campos experimentais. Três níveis espaciais ou organizativos (Vaudour & Shaw, 2005), que emanam da climatologia, devem ser considerados e estudados: a *macroescala* ou escala regional (dezenas a centenas de km), a *mesoescala* para dimensão topográfica associada a parcelas/blocos de vinha (dezenas de metros até quilómetros (km)) e a *microescala* para o coberto vegetal (milímetros a metros). Esta dissertação de tese aborda os macro-zonamentos ao nível de um país, algo que não tem bibliografia similar publicada.

Acerca da temática da autenticação de zonamentos, vulgarmente associados à noção francesa de *terroir*, será que a configuração específica de fatores naturais causa impacto estatisticamente diferenciador na composição físico-química do vinho, de modo a que se possa demarcar uma zona pela tipicidade facilmente percebida como

única e irrepetível pelos consumidores? Os principais resultados de um estudo francês que se baseia num inquérito a consumidores experimentados e a novos consumidores de vinho (Jourjon et al. 2013) indicam que os 3 primeiros critérios utilizados para definir *terroir* são o solo, a região e o clima. A casta, a arte de elaborar, a exposição da parcela, a história ou as práticas culturais são citadas com frequência muito mais baixa. Parece, pois, que a maioria dos consumidores não associa diretamente a tipicidade com as características sensoriais do vinho, ou não as menciona de maneira explícita. Pelo contrário, é interessante notar que a maioria dos consumidores explica o conceito de tipicidade fazendo referência expressa ao *terroir*. Outro destaque deste estudo é o facto dos consumidores menos implicados com o vinho se referirem ao zonamento ou região para descrever o *terroir*, enquanto os consumidores mais implicados usam outras características, tais como o solo e o clima.

Um vinho é típico se algumas das suas características podem ser identificadas e facilmente reconhecidas como pertencentes a uma tipologia cultural ou regional, distintiva de todas as outras. O vinho é um dos produtos alimentares cujo conceito de tipicidade é prevalente, especialmente na Europa (Maitre et al. 2010). Já foi sugerido que a tipicidade caracteriza a memória coletiva de um sabor, que se consolidou ao longo do tempo, através de gerações, e se refere a um produto geograficamente referenciado. Por outras palavras, tipicidade é a perceção partilhada, por várias gerações, de como o vinho de um determinado lugar deve saber (Vaudour & Shaw, 2005). Por isso, a tipicidade é um conjunto agregado de dimensões sensoriais, técnicas e ambientais (Sauvageot et al. 2006). A perceção da tipicidade tem o poder de discriminar a decisão de compra (Jackson, 2014). Uma região, no conceito de marca, tende a superar a avaliação cognitiva pois adiciona um lado emocional inerente à origem do produto. Na competição internacional do vinho, em que a mensagem da qualidade enquanto argumento de venda se encontra saturada, o capital que se possa acrescentar à marca pela região de origem do vinho, vai possibilitar que se evite a mudança entre vinhos e que a competição não se faça exclusivamente com base no preço. As imagens das regiões são poderosos estereótipos que influenciam comportamentos de compra (Cravidão, 2010). No entanto, parece existir grande variabilidade sensorial dentro do mesmo espaço sensorial, particularmente no vinho.

De facto, os produtos de uma categoria considerados mais prototípicos são aqueles que partilham todos ou a grande maioria dos atributos entre si e nenhuns ou escassos atributos com produtos de outras categorias. As fronteiras com categorias/zonamentos vizinhos não são bruscas; a afiliação típica não é dicotómica no vinho (sim ou não) mas gradual. Vários estudos demonstram, que as categorias de vinho se definem e organizam ao longo de um gradiente de tipicidade (Cadot et al. 2010).

O primeiro quadro legal europeu que formalizou e regulamentou as Indicações Geográficas e as Denominações de Origem foi criado em 1992 (Regulamento 2081). A atualização deste quadro, em função do desenvolvimento de uma Política Agrícola Comum, deu-se com a introdução Regulamento Comunitário 510, em 2006. A partir de então, a produção vinícola europeia, através das entidades regionais de certificação, passaram a poder fundamentar novas candidaturas a Indicações Geográficas Protegidas (IGP) ou a Denominações de Origem Protegidas (DOP), no seio de uma mais vasta IGP. Ambas as certificações relacionam-se univocamente com um território de proveniência e produção, embora haja diferenças notórias no carácter e extensão dessa relação. Os requisitos para uma DOP são muito mais restritivos, uma vez que o produto, não só tem que demonstrar proveniência zonal como a sua qualidade superior deve ser confirmada, enquanto consequência da histórica qualidade da demarcação e da excepcional particularidade dos fatores humanos e naturais. Um produto com a certificação DOP deve demonstrar inequívoca tipicidade devida à localização. Comparativamente a uma DOP, a Indicação Geográfica Protegida (IGP) está geograficamente referenciada com uma região mais vasta mas de características consensual e historicamente elegíveis, sendo a proveniência da matéria-prima a principal comprovação exigível, dentro de parâmetros de superior qualidade do produto alimentar (Evans, 2010). Ou seja, a ligação com a tipicidade regional é muito mais forte nas DOP do que nas IGP. Esta diferença tem efeitos nas funções jurisdicionais das 2 certificações (Almeida, 2008). Em Portugal, a fileira do vinho tem designações particulares para estas duas certificações: a designação europeia DOP é definida como *Denominação de Origem Controlada* (DOC), enquanto a designação IGP é, tal como noutros países vinhateiros europeus, comum e legalmente designada por

Vinho Regional. É natural que o futuro próximo traga a uniformização das designações em toda a União europeia. Em França, relatos de uma crise anunciada com a proliferação de novas demarcações mostram o lado menos virtuoso: as DOP e IGP asseguram a origem e produção dos vinhos certificados mas não atuam diretamente na qualidade final do vinho. Existem evidências de que os vinhos de certas DOP (AOC, em França) são apenas medianos ou mesmo inadequados para envergar o respetivo selo de origem. Pelo contrário, vinhos certificados como IGP (*Vin de Pays*, em França) apresentam uma qualidade superior, nunca antes confirmada.

Embora o fundamento europeu se escude na qualidade e tipicidade dos produtos alimentares DOP e IGP, a literatura científica destaca outras vantagens para os produtores (diferenciação do produto, acesso a nichos de mercado, maiores lucros) e para os consumidores (controlo alimentar, certificado de origem e de processamento alimentar, compromisso com as envolventes social e ambiental), sublinhando o contributo potencial para o desenvolvimento de áreas rurais especializadas e mais valorizadas. Após cuidadosa revisão bibliográfica, a tentativa de estabelecer uma metodologia fiável para medir as convenções prototípicas do vinho que possam permitir a diferenciação esclarecedora entre DOPs, IGPs (Rodero et al. 2011), ou até países vinhateiros, ainda não foi abordada (Shepherd, 2006). Com a vulgarização das DOP, inicialmente um poderoso meio de diferenciação dos produtos de gama alta, os jovens de hoje e os consumidores de amanhã terão de procurar outros sinais de qualidade, como o preço, a apresentação do produto, as castas ou o país de origem (Simões, 2003).

Referências

- Albuquerque, J. P. M. (1954). *Nota explicativa da Carta Ecológica de Portugal*. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa.
- Alcoforado, M. J. (2009). *Domínios bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger*. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.
- Almeida, A. F. R. (2008). Key differences between trademarks and geographical indications. *EIPR*, 30(10), 406-411.

- Bauer, A., Wolz, S., Schormann, A., & Fischer, U. (2011). Authentication of different terroirs of German Riesling applying sensory and flavor analysis. In *Progress in Authentication of Food and Wine* (pp. 131–149). ACS Symposium Series.
- Bester, I. (2011). *Classifying South African Chenin blanc wine styles*. Institute for Wine Biotechnology, Department of Viticulture and Oenology,. Stellenbosch University, Stellenbosch.
- Catarino, S., Madeira, M., Monteiro, F., Trancoso, I. M., & Martins, P. (2012). Geographical origin of wines based on elemental composition. In *XXXIVth World Congress of Vine and Wine General Assembly of OIV*. Porto.
- Costa, J. C., Aguiar, C., Capelo, J. H., Lousã, M., & Neto, C. (1990). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea*.
- Cravidão, M. (2010). A Importância da Marca Portugal e da Marca Região de Vinhos na Internacionalização de um Produtor. *8º Simpósio de Vitivinicultura Do Alentejo*. Évora.
- Devy-Vareta, N. (1999). Expedição Geográfica revisitando Le Portugal au point de vue agricole (1900) e a obra do Conde de Ficalho. *Finisterra*, XXXIV(67-68), 191–198.
- Evans, G. E. (2010). The Comparative Advantages of Geographical Indications and Community Trade Marks for the Marketing of Agricultural Products in the European Union. *International Review of Intellectual Property and Competition Law*, 41(6), 645–674.
- Fernandes-Mesquita, S. (2005). *Modelação bioclimática de Portugal Continental*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Jones, G. V., Alves, F., Pinto, J. G., & Santos, J. A. (2013). Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine regions: present and future scenarios. *Regional Environmental Change*, 14(1), 295–306.
- Jackson, R. S. (2014). *Wine Science. Wine Science, Principles and Applications*. Academic Press.
- Jourjon, F., Wilson, D., Grappe, L., Vinitera, U. M., & Angers, E. S. (2013). Le terroir : mythe ou réalité pour les consommateurs de vin? *Revue Suisse Vitic Arboric Hortic*, 45(2), 122–125.
- Kment, P., Mihaljevič, M., Ettler, V., Šebek, O., Strnad, L., & Rohlová, L. (2005). Differentiation of Czech wines using multielement composition – A comparison with vineyard soil. *Food Chemistry*, 91(1), 157–165.
- M. A. D. R. P. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas (2007). *Vitivinicultura, Diagnóstico sectorial*.
- Magalhães, N., Oliveira, A., & Caeiro, L. (1995). Contributo para a caracterização climática das Regiões Vitícolas de Portugal Continental. In *3º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo* (Vol. 1, pp. 81–90). Évora.
- Maitre, I., Symoneaux, R., Jourjon, F., & Mehinagic, E. (2010). Sensory typicality of wines: How scientists have recently dealt with this subject. *Food Quality and Preference*, 21(7), 726–731.

- Minnaar, P. P., & Booyse, M. (2004). Differentiation Between Wines According to Geographical Regions in the Western Cape (South Africa) Using Multivariate Analyses Based on Selected Chemical Parameters in Young Red Wines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 25(2), 89–93.
- Parr, W. V, Green, J. A., White, K. G., & Sherlock, R. R. (2007). The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon blanc: Sensory characterisation by wine professionals. *Food Quality and Preference*, 18(6), 849–861.
- Ribeiro, O. (1991). *Portugal, o Mediterrâneo eo Atlântico*. Sá da Costa Editora.
- Rodero, V., Sanchez, J. L., Aparicio, J., & Alonso, J. L. (2011). How to measure Conventions? Testing a Quantitative Methodology. In *4th International Conference on Economics, Management Sciences and History of Wine*.
- Rodrigues, S. M., Otero, M., Alves, A. A., Coimbra, J., Coimbra, M. A., Pereira, E., & Duarte, A. C. (2011). Elemental analysis for categorization of wines and authentication of their certified brand of origin. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5), 548–562.
- Santos, J., Malheiro, A., Pinto, J., & Jones, G. (2012). Macroclimate and viticultural zoning in Europe: observed trends and atmospheric forcing. *Climate Research*, 51(1), 89–103.
- Sauvageot, F., Urdapilleta, I., & Peyron, D. (2006). Within and between variations of texts elicited from nine wine experts. *Food Quality and Preference*, 17(6), 429–444.
- Shanmuganathan, S. (2010). Viticultural Zoning for the Identification and Characterisation of New Zealand “Terroirs” Using Cartographic Data. *GeoCart’2010 and ICA Symposium on Cartography*. New Zealand.
- Shepherd, B. (2006). Costs and Benefits of Protecting Geographical Indications: Some Lessons from the French Wine Sector. *GW Paper*.
- Simões, O. (2003). A regulação do mercado do vinho em Portugal: uma análise de longo prazo. In *V Colóquio Hispano-Português de Estudos Rurais*. Bragança.
- Tonietto, J., Ruiz, V. S., Zanusi, M. C., & Montes, C. (2014). The Effect of Viticultural Climate on Red and White Wine Typicity. Characterization in Ibero-American grape-growing regions. *Journal Internacional de La Scienc de La Vigne et Du Vin*, (Special Laccave), 19–23.
- Vaudour, E., & Shaw, A. B. (2005). A Worldwide Perspective on Viticultural Zoning. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 26(2), 106–115.
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., & Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albarino wines. *Microchemical Journal*, 95(2), 240–246.
- Zou, J., Zhao, L., Wu, Y., Duan, C., & Pan, Q. (2011). Geographical differentiation of China ’s young Cabernet Sauvignon Wines based on volatile compounds. *African Journal of Food Science and Technology*, 2(9), 189–197.

III. ANÁLISE SENSORIAL DE VINHOS. OS ESPECIALISTAS, AS TÉCNICAS AMOSTRAIS E O PAPEL DA MEMÓRIA.

A ciência sensorial é um campo interdisciplinar que compreende a medição, interpretação e compreensão das respostas humanas face a estímulos externos e internos percebidos pelos sentidos, como a visão, a audição, o paladar, o olfato ou o tato. Os sentidos não são recetores passivos. Pelo contrário, operam de modo ativo e fundamental para os seres humanos e para a sua relação com o mundo exterior. A percepção é o ato de nos tornarmos conscientes de um estímulo e respetiva qualidade, através das sensações que nos causa e a interpretação dessas sensações com base nas experiências anteriores (Lawless & Heymann, 2010). Uma multiplicidade de estímulos químicos e físicos externos (ex. comida, música, gráficos) interage com inúmeros estímulos internos e mentais (ex. memória, experiências anteriores, expectativa, condição física) tendo como resultante um enorme repertório de respostas (ver Figura 15). A resposta pode ser descritiva, verbal, emocional ou comportamental.

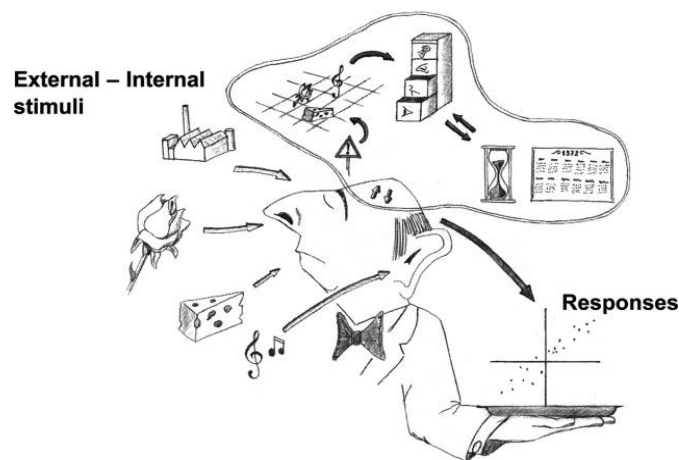


Figura 15. Percepção enquanto processamento de informação, segundo Martens & Tschudi (2010).

Os aromas e sabores característicos das variedades da *Vitis Vinifera* são produzidos como resultado da envolvente física e cultural (Parr et al. 2007). Em cada variedade podemos identificar estilos de vinho diferentes como resultado de decisões culturais (ex. níveis de açúcar e acidez à vindima), de processos de vinificação (ex. tipo de levedura), de protocolos de estágio e conservação (ex. tipo e duração de estágio em madeira), entre outros métodos diferenciados. Por isso, torna-se essencial a investigação de metodologias sensoriais passíveis de ser aplicadas para classificar e

descrever vários estilos de vinho e estabelecer quais os fatores produtivos que predominam nas preferências dos consumidores (Bestler, 2011). Apesar de os sentidos humanos se revelarem o mais preciso instrumento de avaliação sensorial, este incorpora, estruturalmente, uma quantidade de incerteza e imprecisão aos dados de trabalho, uma vez que diferentes provadores percebem, preferem e hierarquizam diferentemente os atributos sensoriais de um dado produto. Torna-se, portanto, fundamental reduzir a variabilidade dos dados; ainda assim, nenhuma resposta na ciência sensorial está isenta de incerteza.

Os avanços das técnicas de estatística multivariada contribuíram largamente para o desenvolvimento de metodologias para a análise de dados sensoriais e hedónicos, assim como as respetivas interações (Tuorila & Monteleone, 2009). Um vasto leque de metodologias sensoriais tem sido usado pelos provadores profissionais para descrever uma categoria de vinho (variedade de uva ou DOP). Os cientistas testaram diferentes abordagens sensoriais, embora os métodos perceptuais baseados na prova de amostras, tais como a Análise Descritiva Quantitativa (Perrin et al. 2008), Técnicas de Seleção (Parr et al. 2007) ou Métodos de Acreditação (usados pelos painéis de provadores de todas as Entidades Certificadoras Portuguesas), dominem inteiramente o desenho experimental (Maitre et al. 2010). Globalmente, podemos considerar três metodologias de ensaio na análise sensorial: métodos discriminativos, descritivos e afetivos (Lawless & Heymann, 2010). Todos estes testes são usados para atingir objetivos específicos. Nos testes de discriminação o objetivo é investigar se os vários produtos de um conjunto amostral têm algum tipo de diferenças. Os provadores convidados para os testes analíticos devem ser treinados (especialistas ou inexperientes/amadores). Pelo facto de os consumidores serem os destinatários do vinho, é importante avaliar o método por eles usado durante a avaliação cognitiva do produto. Parece que os consumidores tendem a selecionar produtos pela sua semelhança e pouco se interessam pelos aspetos individuais (Parr et al. 2011). As técnicas de seleção são o exercício natural e diário que os consumidores levam a cabo uma vez que não necessitam de respostas quantitativas, mais associados a processos cognitivos longamente treinados e usuais durante as clássicas construções de um perfil de produto. Geralmente, quer os estudos de produtos alimentares como de não-

alimentares indicam que as técnicas de seleção são um método eficiente e económico para a obtenção de informação acerca de diferenças sensoriais entre produtos, com aplicação eficaz a um campo amostral numeroso (Abdi et al. 2007). Por seu lado, os testes descritivos têm como objetivo a quantificação das diferenças sensoriais específicas entre dois produtos de conjunto amostral. Somente provadores altamente treinados são utilizados para realizar este teste analítico. Escalas lineares (contínuas ou discretas) são utilizadas pelo painel de provadores para treino e recolha de informação na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A direção da escala vai da esquerda para a direita de acordo com um gradiente de intensidades (ex. fraco para forte, pouco para muito). Os resultados são a fonte para práticas estatísticas que sirvam a finalidade do projeto. Métodos estatísticos, tais como análise multivariada de variância, análise de componentes principais, análise fatorial, análise de *clusters*, podem ser amplamente aplicados ao conjunto das avaliações/classificações geradas pelo painel de provadores; valores médios de cada atributo/descritor da mesma categoria sensorial podem ser representados graficamente (Fernández de Simón et al. 2008) num *diagrama em aranha* (ver figura 16).

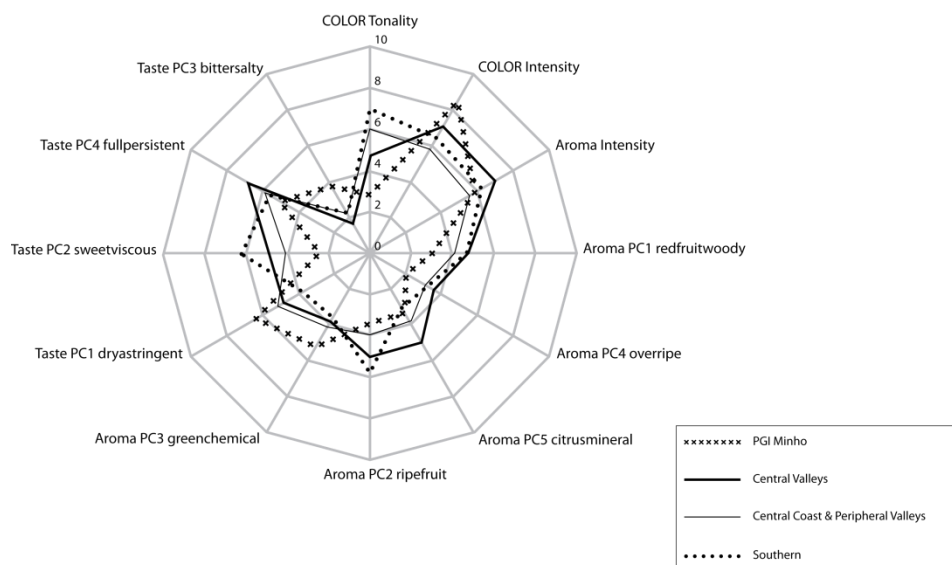


Figure 16. Delineamento gráfico de atributos sensoriais baseados nos resultados de uma ADQ

Finalmente, os métodos afetivos visam estabelecer a hierarquia dos incluídos num conjunto de amostras específico, em função do desejo ou da preferência. Também

designados como hedónicos, estes testes recorrem a consumidores comuns, balizados ou não, num determinado segmento/alvo.

Em resumo, painéis de provadores especialistas/treinados são requeridos para a elaboração de perfis sensoriais enquanto painéis de consumidores/amadores são convocados para a categorização hedónica. Perfis sensoriais sugeridos por consumidores/amadores tendem a não obedecer a duas qualidades fundamentais: consenso entre os provadores (reprodutibilidade) e mesma avaliação do mesmo produto pelo mesmo provador (Worch et al. 2010)

Globalmente, os métodos apresentados parecem adaptados quando a descrição genérica é pretendida. Possibilitam, portanto, a obtenção de categorização (espaço) do produto que pode ser comparável à obtida pela análise descritiva convencional. No entanto, a análise descritiva parece ser mais apropriada quando o objetivo do investigador é o estudo de pequenas diferenças na intensidade de um determinado atributo, como muitas vezes ocorre, por exemplo, na otimização de um produto (Valentin et al. 2012). A preocupação centrada na escassez do número de amostras avaliadas sempre minou os resultados das investigações acerca da tipicidade. Podem, 6, 10 ou 14 amostras de vinho validar estatisticamente a representação e explicação da tipicidade? Como exemplo, um estudo tentou obter descrições detalhadas da diferenciação de quatro regiões de origem francesas, quer por via da composição química como por análise sensorial, através de 22 vinhos (Sivertsen et al. 1999). Esta problemática do número de amostras pode ser uma inconformidade para qualquer investigador que busca caracterizar a tipicidade no vinho (Maitre et al. 2010). Para além disso, se as amostras de vinho forem avaliadas numa sucessão rápida, o aumento na perceção aparente da adstringência ou a variabilidade no teor de álcool podem resultar em erros sequenciais significativos (Jackson, 2014).

Apesar de continuada controvérsia, o papel da especialização de um provador parece bem documentado. Investigadores já publicaram inúmeros documentos acerca da especialização da prova de vinhos nos quais se destaca a importância da experiência e da memória de longo-prazo como precursores de desempenhos extraordinários. Concordância clara entre especialistas quanto a avaliações de tipicidade (Ballester et

al. 2008) e a existência de construções cognitivas partilhadas acerca da tipicidade (Urdapilleta et al. 2011) já foram demonstradas. O domínio específico de especialização no campo vinícola já provou ser influente nos processos psicolinguísticos implicados na avaliação de vinhos e no comportamento do provador (Parr et al. 2011). No seio da indústria do vinho, provadores especialistas/treinados são comumente usados para a avaliação de limiares de deteção/perceção ou reconhecimento (Prescott et al. 2005). Brochet (2001) sugeriu que as descrições dos especialistas se baseiam no encaixe em protótipos, ou seja, em tipos de vinho, e não numa abordagem sensorial analítica clássica das terminologias da visão, do olfato e do paladar. A memória conceptual de curto-prazo é central para o processamento cognitivo. O reconhecimento de estímulos significativos, como palavras ou objetos, ativa rapidamente a informação conceptual e leva à recuperação de informação complementar relevante que consta da memória de longo-prazo (Potter, 1993). Os aromas e sabores (tradução de *flavor*) podem ser processados pelos provadores como uma construção psicológica, tornando os resultados mais consistentes com o processo perceptual/cognitivo, e menos relacionados ou consequentes com estratégias de classificação (Prescott, 1999).

A avaliação sensorial por provadores especialistas é usada para a definição/aprovação de vinhos de qualidade típica, produzidos numa demarcação vinícola específica, de acordo com a legislação da União Europeia (Sivertsen et al. 1999b). A norma ISO (5492:1992) define *especialista* como a pessoa que, através do seu conhecimento e da sua experiência, tem competência para formular uma opinião no campo/âmbito para o qual for consultada. Especificamente, um provador especialista é definido pela *American Society of Testing Materials* (ASTM, 2005) como uma pessoa com experiência extensa numa determinada categoria de produto, com a capacidade de desempenhar avaliações perceptuais que possam servir de conclusão para a avaliação do efeito, no produto respetivo, de variações nas matérias-primas, no processo produtivo, na armazenagem, conservação, entre outros. No domínio da enologia, um especialista de vinho deve ser mais repetível do que um amador no emprego de vocabulário para descrição de atributos sensoriais, em virtude da sua superior memória especializada (Parr et al. 2004). Os especialistas de vinho confiam na

descrição prototípica de um vinho (“*se é um Sauvignon Blanc, então deve cheirar a espargos ou a xixi de gato*”) em vez de se concentrarem exclusivamente nas percepções sensoriais durante um ensaio/prova (Lesschaeve & Noble, 2005).

No âmbito da investigação agora publicada, uma seleção ainda mais restritiva do que a aplicada por Parr et al. (2002) foi feita, tendo em conta os seguintes requisitos de elegibilidade para a definição (e subsequente convite) de provador especialista:

- Enólogo de referência da fileira nacional do vinho, com mais de 4 ocorrências semanais em funções de prova, com vinhos de 2 ou mais regiões vinícolas portuguesas;
- Investigadores e docente em viticultura e enologia com envolvimento regular na vinificação e/ou na análise sensorial de vinhos;
- Profissionais da fileira nacional do vinho (ex. *Master of Wine*, jurados experimentados, jornalistas de vinho, distribuidores de vinho);
- Exigência de um mínimo de 15 anos de experiência de trabalho na fileira nacional do vinho.

Estudantes em níveis de especialização, consumidores de forte afiliação ao vinho e outros entusiastas, apesar de poderem apresentar um cúmulo de mais de 15 anos de experiência, não foram considerados elegíveis para o grupo de provadores especialistas.

Se os resultados sugerem que a especialização na prova de vinhos será uma competência cognitiva e não uma habilidade perceptiva; se todas as técnicas baseadas na percepção contêm um persistente problema de amostragem pouco significativa devido a problemas vários, tais como limitações logísticas, temporais ou financeiras, parece legítimo perguntar porque é que as metodologias conceptuais, baseadas na memória de longo-prazo, quer dos provadores especialistas (Parr et al. 2002), quer dos *guardadores da memória* (Maitre et al., 2010), não são equacionadas e testadas?

O interesse da investigação em ciência alimentar é diverso e a maior parte da análise sensorial focaliza-se na resolução de problemas práticos muito específicos. Essa

investigação tende a realizar-se de modo *tradicional*, sem uma análise crítica de novas práticas. Enquanto um problema específico pode ser resolvido, a contribuição para compreensão fundamental do fenómeno sensorial é escasso. Investigação fundamental e inovadora, que busque as grandes premissas, explicações ou o conhecimento de base pode estar em vias de extinção se os testes e resultados aplicados se tornarem o maior desígnio da disciplina sensorial. Com questões e recursos adequados, a análise sensorial pode contribuir significativamente na construção de categorias de produtos e não apenas de produtos, funções e atributos muito específicos (Tuorila & Monteleone, 2009).

Referências

Abdi, H., Valentin, D., Chollet, S., & Chrea, C. (2007). Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Quality and Preference*, *18*(4), 627–640.

ASTM American Society of Testing Materials (2005). *Standard Terminology Relating to Sensory Evaluation of Materials and Products. E-253*. ASTM International.

Ballester, J., Patris, B., Symoneaux, R., & Valentin, D. (2008). Conceptual vs. perceptual wine spaces: Does expertise matter? *Food Quality and Preference*, *19*(3), 267–276.

Bester, I. (2011). *Classifying South African Chenin blanc wine styles*. Institute for Wine Biotechnology, Department of Viticulture and Oenology. Stellenbosch University, Stellenbosch.

Brochet, F. (2001). *La Degustation. Etude des représentations des objets chimiques dans le champ de la conscience*. Academie Amorim.

Fernández de Simón, B., Cadahía, E., Sanz, M., Poveda, P., Perez-Magariño, S., Ortega-Heras, M., & González-Huerta, C. (2008). Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) oak wood barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(19), 9046–55.

Jackson, R. S. (2014). *Wine Science. Wine Science, Principles and Applications*. Academic Press.

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer.

Lesschaeve, I., & Noble, A. C. (2005). Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(1 Suppl), 330S–335S.

Maitre, I., Symoneaux, R., Jourjon, F., & Mehinagic, E. (2010). Sensory typicality of wines: How scientists have recently dealt with this subject. *Food Quality and Preference*, *21*(7), 726–731.

- Martens, M., & Tschudi, F. (2010). Multivariate Psychophysics, Multivariate Data: Human Senses and Their Measurement. *Biological Theory*, 5(4), 337–343.
- Parr, W. V, Green, J. A., White, K. G., & Sherlock, R. R. (2007). The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon blanc: Sensory characterisation by wine professionals. *Food Quality and Preference*, 18(6), 849–861.
- Parr, W. V, Heatherbell, D., & White, K. G. (2002). Demystifying wine expertise: olfactory threshold, perceptual skill and semantic memory in expert and novice wine judges. *Chemical Senses*, 27(8), 747–55.
- Parr, W. V, Mouret, M., Blackmore, S., Pelquest-Hunt, T., & Urdapilleta, I. (2011). Representation of complexity in wine: Influence of expertise. *Food Quality and Preference*, 22(7), 647–660.
- Parr, W. V, White, K. G., & Heatherbell, D. A. (2004). Exploring the nature of wine expertise: what underlies wine experts' olfactory recognition memory advantage? *Food Quality and Preference*, 15(5), 411–420.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maitre, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pages, J. (2008). Comparison of three sensory Napping (R) procedure: Case of methods for use with the ten wines from Loire valley. *Food Quality and Preference*, 19(1), 1–11.
- Potter, M. C. (1993). Very short-term conceptual memory. *Memory & Cognition*, 21(2), 156–161.
- Prescott, J. (1999). Flavour as a psychological construct: implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. *Food Quality and Preference*, 10(4-5), 349–356.
- Prescott, J., Norris, L., Kunst, M., & Kim, S. (2005). Estimating a “consumer rejection threshold” for cork taint in white wine. *Food Quality and Preference*, 16(4), 345–349.
- Sivertsen, H. K., Holen, B., Nicolaysen, F., & Risvik, E. (1999a). Classification of French red wines according to their geographical origin by the use of multivariate analyses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 115(January 1998), 107–115.
- Sivertsen, H. K., Holen, B., Nicolaysen, F., & Risvik, E. (1999b). Classification of French red wines according to their geographical origin by the use of multivariate analyses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(1), 107–115.
- Tuorila, H., & Monteleone, E. (2009). Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 20(2), 54–62.
- Urdapilleta, I., Parr, W., Dacremont, C., & Green, J. (2011). Semantic and perceptive organisation of Sauvignon blanc wine characteristics: Influence of expertise. *Food Quality and Preference*, 22(1), 119–128.
- Valentin, D., Chollet, S., Lelièvre, M., & Abdi, H. (2012). Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(8), 1563–1578.
- Worch, T., Lê, S., & Punter, P. (2010). How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference*, 21(3), 309–318.

IV. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO VINHO: POTENCIAIS MARCADORES DE TIPICIDADE SENSORIAL

a) Atributos da Cor

Os atributos visuais de um vinho dependem do modo como as suas partículas constituintes e respetiva composição química transmitem, absorvem e refletem a radiação visível. A cor de um vinho contribui significativamente para a avaliação da sua qualidade e proporciona ao provador e ao consumidor informação relacionada com a perceção de defeitos, virtudes, idade, evolução e estado de conservação (Jackson, 2014). Os provadores usam termos como rubi ou granada, ou a combinação de ambos, para descrever e classificar a cor de um vinho tinto. O julgamento visual é, por isso, um processo classificativo. Após a avaliação da cor, outros atributos sensoriais são avaliados. Este processo global depende fortemente do nível de especialização do avaliador/provador. A aquisição da especialidade e da competência, complementando o apelo vocacional que, em países vinhateiros seculares, como Portugal, se cruza com a herança familiar, baseia-se em instrução e formação adequadas e é desenvolvida e potenciada por prática e experiência acumuladas. É, pois, natural ouvir-se dizer que a prova de vinho é uma arte.

A composição fenólica de um vinho pode ser considerada uma das componentes principais da sua qualidade. Relativamente aos principais compostos da cor, as uvas tintas e os vinhos tintos jovens contêm antocianinas coradas (localizadas na película e nas três ou quatro primeiras camadas da hipoderme, com a exceção de algum teor na polpa de castas tintureiras) e flavonóis incolores (localizados sobretudo nas grainhas). Durante a fermentação e conservação (estágio) do vinho as antocianinas têm a capacidade para se ligar a outros polifenóis por reações de co-pigmentação ou de auto-associação. Ocorre, portanto, uma redução no teor de antocianinas livres devido ao aumento dos pigmentos derivados de antocianinas que se formam com a participação de metabolitos das leveduras. Outros pigmentos derivados são formados a partir de reações entre flavanóis monoméricos e proantocianidinas, as últimas conhecidas por taninos condensados. Uma revisão mais extensa acerca dos pigmentos derivados é recolhida por Quijada-Morín (2014), por Monagas *et al.* (2005) ou pela

equipa de investigadores sob a direção do Professor Victor de Freitas (2001) . Uma das possíveis classificações dos polifenóis (ver figura 17) das uvas e dos vinhos é a sua divisão em compostos flavonoides e em não flavonoides. Do primeiro grupo fazem parte as flavanas, os flavonóis e as antocianinas, estas últimas apenas existentes nas uvas tintas, e ao segundo grupo pertencem os ácidos benzóicos e os ésteres tartáricos dos ácidos da série cinâmica. Existem ainda outros compostos fenólicos como os estilbenos (Cabrita *et al.*, 2003). A reatividade dos compostos fenólicos advém de uma característica estrutural comum a todos eles que é a presença de um anel aromático hidroxilado. A forma mais simples deste elemento estrutural é o fenol, que assim dá o nome a esta série de compostos.

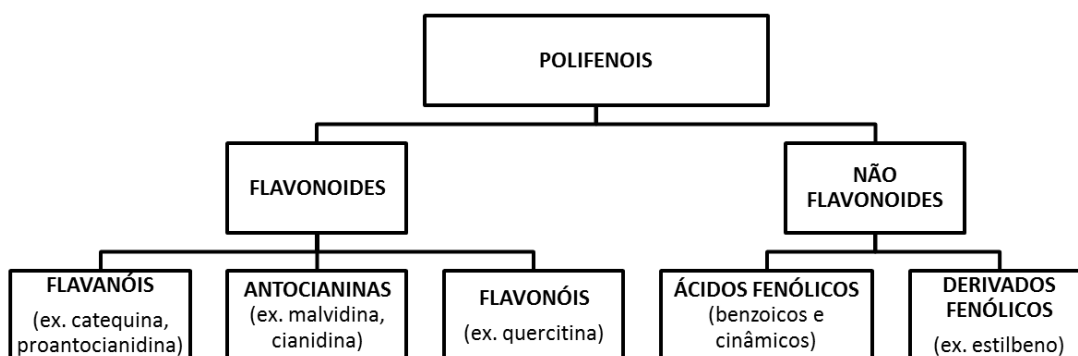


Figura 17. Possível classificação dos polifenóis das uvas e dos vinhos

As antocianinas são responsáveis pelas cores vermelha, violeta e azul presente nas frutas, vegetais e grãos. É comum designar 6 antocianinas - Pelargonidina, Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Petunidina e Malvidina – cujas estruturas variam em função da substituição glicosídica nas posições 3 e 5 (ver figura 18). Variações adicionais podem ocorrer por acetilação de monossacáridos ou dissacáridos com ácidos orgânicos (Lea *et al.*, 1985).

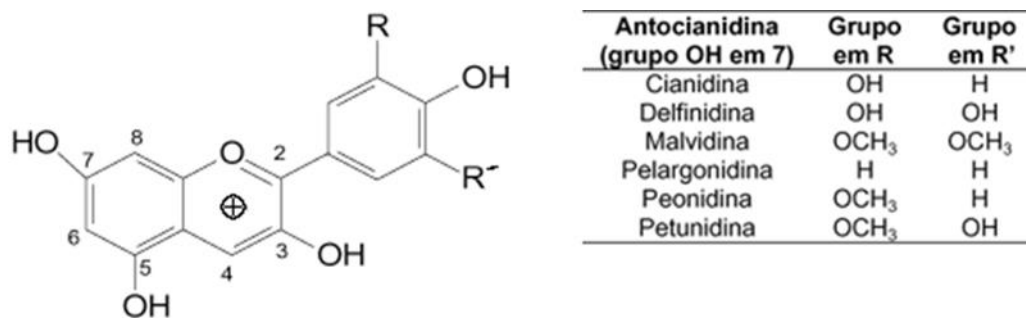


Figura 18. Estrutura genérica das antocianinas.

As antocianinas apresentam elevada reatividade química, promovendo a formação de novos pigmentos mais estáveis, cuja explicação tem sido proposta por via de diferentes mecanismos. Alguns envolvem a condensação direta de antocianinas e flavanóis sem a presença de oxigénio mas a maior parte da investigação aponta para o envolvimento do oxigénio. Durante a fermentação e a conservação do vinho, decorre uma auto-oxidação do etanol que, na presença de compostos fenólicos, origina pequenas quantidades de acetaldeído, também designado por etanal. Este reage com flavanóis para induzir a formação de carbocatiões promotores de reações flavanol-flavanol ou flavanol-antocianinas. Todas estas reações resultam em alterações graduais da cor do vinho, desde os violetas-vermelhos iniciais até aos avermelhados-castanhos (Kontoudakis *et al.*, 2011). O catião *flavilium* (cor vermelha) é a principal estrutura antociânica em meios muito ácidos, de pH baixo (como o vinho) mas a sua concentração diminui à medida que o pH sobe, o que promove o aumento dos teores da base quinoidal (cor azul), por desprotonização, e/ou da forma hemiacetal designada por pseudobase carbinol (incolor), por desidratação e desprotonização. Desta última forma, com o aumento do pH, ocorre a quebra do anel heterocíclico (pirano) e a formação de estruturas designadas chalconas (cor amarela). Do ponto de vista sensorial, quanto mais baixo o pH do vinho maior será a proporção da forma catião *flavilium* e, conseqüentemente, maior a contribuição da coloração vermelha (Kontoudakis *et al.*, 2011). As cores das antocianinas e dos pigmentos derivados de antocianinas são afetadas pelo meio envolvente. Os dois fatores mais importantes para a definição da cor de um pigmento são o pH do meio e o efeito lixiviante do SO₂ (Birse, 2007).

Para que se produza o fenómeno da percepção da cor é necessário, para além de um observador (provador) que seja capaz de perceber as cores, que exista uma fonte de iluminação que emita nos comprimentos de onda visível, entre 380 e 780 nm, e um objeto que deixe passar uma parte do reflexo da luz que recebe (transmitância) e que absorva a outra parte (absorvância). A luz transmitida pelo objeto pode ser detetada pela retina e interpretada pelo cérebro, dando lugar ao estímulo da cor (Quijada-Morín, 2014). Este estímulo cromático divide-se em três modalidades diferenciadas que dão à cor o seu carácter tridimensional:

1. Tonalidade (designado *hue*, em inglês) é o atributo que nos permite classificar as cores como *avermelhados*, *amarelados*, etc. Está relacionado com as diferenças de absorvância da energia radiante em diferentes comprimentos de onda. É o atributo *qualitativo* da cor.
2. Luminosidade é o atributo que permite classificar a cor como clara ou escura.
3. Saturação (designado *chrome*, em inglês) é o atributo que classifica a proporção do tom puro predominante, referindo-se à nossa percepção da diferença numa dada cor relativamente à cor branca ou cinzenta. Por exemplo, o cor-de-rosa é menos saturado que o vermelho e mais saturado que o branco. É o atributo *quantitativo* da cor.

Estes três atributos permitem definir qualquer cor. A precisão que se necessita, em qualquer estudo, para definir estes estímulos, assim como o facto da cor ser uma apreciação subjetiva, justificaram o desenvolvimento de estratégias metodológicas para a avaliação da cor que se dividem em dois grandes grupos:

1. Medição visual da cor (âmbito da análise sensorial). Baseia-se no contributo de um painel de provadores que efetuam uma descrição da cor por comparação com padrões (ex. *construções mentais da memória de longo-prazo*, *escalas gráficas*, *atlas de cor*).
2. Medição instrumental da cor. Mais rigorosa e precisa, realiza-se com recurso a instrumentos laboratoriais. Duas metodologias são amplamente aceites para a análise da cor de um vinho: os parâmetros-base propostos por Sudraud em

(1958) são a intensidade (ou saturação) da cor ($CI = A420 + A520 + A620$), a tonalidade da cor ($H = A420/A520$), luminosidade da cor ($L = A420 + A520$) e as percentagens de amarelo ($100 \times A420/CI$), vermelho ($100 \times A520/CI$) e azul ($100 \times A620/CI$). Comprimentos de onda específicos também já foram utilizados para a quantificação da cor de vinhos brancos, em particular a absorvância a 420 nm ($A420$), usada como marcador de acastanhamento (Sáenz Gamasa *et al.*, 2009). A outra metodologia usa as coordenadas cromáticas CIELAB (L^* : Luminosidade; H^* : Tonalidade angular; a^* : contribuição das cores vermelho-verde; b^* : contribuição das cores amarelo-azul; C^* : Saturação) tal como definido em 1986 pela *Comission Internationale de L'Éclairage*.

Os provadores especialistas descrevem a cor usando designações específicas, tais como Rubi ou Granada, para o vinho tinto, Amarelo-Palha ou Amarelo-Citrino, para o vinho branco. Embora seja imediata a categorização de quaisquer amostras de vinho, já a nomeação/designação das categorias propostas torna-se um problema delicado porque não existe um acordo amplo e internacional para a descrição cromática do produto. O presente estudo limitou a potencial ambiguidade ao adotar, para vinhos tintos, quatro categorias de cor (1-Violeta/Púrpura; 2-Púrpura/Rubi; 3-Rubi/Granada; 4-Granada/Tijolo) com designações usadas em recentes publicações internacionais (Hernández *et al.*, 2009). O mesmo critério foi aplicado para vinhos brancos (Sáenz Gamasa *et al.*, 2009), com a adoção de três categorias (1-Amarelo-Esverdeado (Citrino) 2-Amarelo-Palha; 3-Amarelo-Dourado). Embora os designativos cromáticos possam diferir regionalmente, parece existir um amplo consenso de que as tonalidades violáceas ocorrem em vinhos tintos extremamente jovens, enquanto as tonalidades acastanhadas caracterizam vinhos com idade. A mudança de tonalidade está relacionada com a formação de pigmentos mais estáveis, como as vitisinas A e B e respetivos derivados de antocianinas, mas também com o acastanhamento oxidativo (McRae & Kennedy, 2011). Tal como nos restantes segmentos de qualquer avaliação sensorial, há uma componente subjetiva inerente à classificação da cor, particularmente quando não existem referências normativas para comparação e tudo depende da experiência, formação e vocação pessoais (Hernández *et al.*, 2009). O uso

do teor e tipo de antocianinas, e o seu efeito na intensidade e tonalidade do vinho, foi confirmado como possível marcador regional e varietal (Gonzalez-San Jose *et al.*, 1990).

b) Atributos do Aroma

A avaliação clássica do aroma de um vinho consiste em efetuar perfis sensoriais por um determinado método de análise descritiva, como está bem evidenciado na abundante literatura científica existente a este respeito, recolhida por Campo *et al.* (2008). Nestes métodos, um número relativamente baixo de famílias (séries) aromáticas (entre 5 e 20) é quantificado por um painel de provadores especialistas que respondem a uma escala de intensidade. Os dois problemas mais frequentes na aplicação destes métodos, já descritos em capítulos anteriores, são a diferente interpretação individual das designações aromáticas e a dificuldade no preenchimento de escalas de intensidade (Lawless & Heymann, 2010). Por outro lado, a evidência de interações várias entre as perceções do aroma vs. gosto tem sido amplamente documentada, confirmando que os aromas podem suprimir ou intensificar sensações gustativas (Sáenz-Navajas *et al.*, 2010) e vice-versa (Pozo-Bayon & Reineccius, 2009).

O aroma de um vinho depende de inúmeros fatores, estando a variedade da uva e os processos de maceração, vinificação e conservação entre os mais importantes. Durante estas etapas, o aroma de um vinho muda. Para além da *sua parcela varietal*, espontaneamente detetável nas uvas ou mosto, encontramos compostos precursores não-voláteis (polióis, glicósidos diversos e até polióis glicosilados) que se revelam nas fases *pré-fermentativa* (mosto) ou durante a fermentação, tornando-se voláteis por reações enzimáticas, químicas ou físicas (Ricardo-da-Silva, 2008). Uma revisão dos glico-conjugados é proposta por Baumes (2009). A riqueza aromática de um vinho cresce significativamente na *fase fermentativa*, com os contributos bioquímicos de leveduras e bactérias, e continua a complexar-se durante as fases *pós-fermentativas de conservação e estágio*, com ou sem contacto com *madeira*. O estabelecimento de limiares de identificação, explicados pela quantidade de um determinado composto aromático que é necessária para que mais de 50% do painel de provadores produza uma resposta válida e não-aleatória, já foi proposto e quantificado através de estudos publicados (Cacho *et al.*, 2000; Rocha *et al.*, 2004) ou em revisões bibliográficas

(Francis & Newton, 2005; Gómez-Míguez *et al.* 2007; Saenz-Navajas *et al.* 2010). As variedades de uva que descendem da *Vitis Vinifera* e que são as usualmente empregues no vinho da Europa ocidental não apresentam um aroma característico expressivo. O designado *aroma varietal (ou primário)* só se encontra acima de limiares de deteção em variedades muito específicas tais como as *Moscatel* – devido à contribuição de monoterpenoides voláteis – ou na *Cabernet Sauvignon* e outras relacionadas – devido à contribuição de metoxipirazinas para aromas de pimento verde, catalogados na *série vegetal* (Roujou-de-Boubee *et al.*, 2000). Em Portugal, alguns estudos apontam para a existência de aromas varietais terpénicos acima dos limiares de identificação noutras castas ibéricas, como *Loureiro* e *Alvarinho* (Oliveira *et al.*, 2004), ou autóctones como *Fernão-Pires* (Rocha *et al.*, 2007). Além dos compostos terpénicos, responsáveis pela maior contribuição para as *séries floral* e de *frutos cítricos* dos aromas do vinho, está amplamente documentada o carácter varietal de álcoois aromáticos, tais como *álcool benzílico* e *2-feniletanol*. A presença destes álcoois contribui, também para a *série floral* (Rocha *et al.*, 2007). Outro álcool aromático linear, o *1-Hexanol*, pode contribuir para a *série herbal* dos aromas de um vinho (Coelho *et al.*, 2009). Alguns aldeídos aromáticos, como o benzaldeído (aroma da *série dos frutos secos*) ou a vanilina (aroma da *série alimentar e pastelaria*), também existem no bago da uva, para além da sua origem no vinho poder ser fermentativa ou por cedência a partir da madeira (Ricardo-da-Silva, 2008). A degradação oxidativa de carotenoides (tetraterpenos com 40 carbonos) produz derivados com 9, 10, 11 ou 13 átomos de carbonos. Entre estes compostos, os norisoprenoides em C₁₃ possuem aroma. O derivado β-damascenona contribui para as *séries fruta desidratada* e *flores secas* (Conde *et al.*, 2007; Ugliano & Henschke, 2009) enquanto a β-ionona, com caraterístico aroma a violeta (*séries floral* e *flores secas*), pode ser considerado marcador varietal para a casta tinta autóctone Touriga-Nacional (Guedes-de-Pinho *et al.*, 2007). Entre os precursores não-voláteis, assumem um enorme destaque e atualidade enológica os S-conjugados da cisteína, com extensas revisões bibliográficas (Baumes, 2009; Dubourdieu & Tominaga, 2009). Os compostos sulfurados denominados de tióis voláteis apresentam aromas mais representativos de buxo, toranja, espargo, folha de tomateiro ou maracujá, participando maioritariamente na expressão das *séries de fruta tropical, fruta cítrica* e *vegetal*. Um trabalho de cientistas

portugueses (Ferreira *et al.*, 2011) demonstra a existência de tióis voláteis em várias castas usadas em Portugal, com destaque para as variedades autóctones *Arinto*, *Antão-Vaz* e *Viosinho*. A maioria dos compostos em C₆ presentes no vinho deriva de ácidos gordos insaturados, precursores cujas vias bioquímicas de degradação (aldeídos C₆ – álcoois C₆ – ésteres) contribuem para a possibilidade de os seus derivados serem considerados marcadores de origem do vinho (Oliveira *et al.*, 2006). Entre os mais importantes encontram-se o (E)-3-hexenol e o (Z)-3-hexenol, ambos contribuindo, apenas timidamente para as séries *herbal* e *vegetal*. Outro grupo de precursores aromáticos – os ácidos fenólicos - apresenta semelhante escassez. Os fenóis voláteis derivados desempenham papel menor no aroma da maioria dos vinhos (jovens) e o seu contributo, para a *série animal*, é essencialmente depreciativo (Baumes, 2009; Valentão *et al.*, 2007), muitas vezes amplificado pelo estágio em madeira (de Simon *et al.*, 2008). Finalmente, o *dimetilsulfureto* (DMS), derivado de aminoácidos sulfurados ou do *dimetilsulfóxido* (embora ao teor de DMSO em mostos seja vestigial), é um odorante potente, marcador-chave do aroma a trufa e, por isso, participa das séries *vegetal* (Baumes, 2009) e *química*, devido ao teor sulfurado.

A fermentação anaeróbia dos açúcares (hexoses) do mosto de uvas, por leveduras, gera uma ampla variedade de metabolitos odorantes que contribuem fortemente para o perfil sensorial de um vinho. Podemos dizer que a fermentação é, de certo modo, o *caldeirão* aromático e a maior fonte de compostos voláteis do vinho. Os mais importantes são os ésteres, os álcoois superiores, os ácidos gordos voláteis, os compostos carbonílicos (aldeídos, cetonas, lactonas), assim como os compostos sulfurados voláteis. Os ésteres fermentativos são amplamente responsáveis pelo carácter frutado, ou seja, pela maior parte das famílias aromáticas frutadas dos vinhos brancos e tintos jovens (Ugliano & Henschke, 2009), tais como as séries de *frutos vermelhos*, *frutos pretos*, *frutos brancos*, *frutos de caroço* e *frutos tropicais*. Escudero *et al.* (2007) confirmam que aos aromas frutados são o resultado de uma interação complexa entre os ésteres frutados, o etanol (que esconde a fruta à medida que o seu teor aumenta), de norisoprenóides (que acentuam as séries de *fruta desidratada* e *fruta compotada*), de DMS (que acentua as séries *frutadas* e contribui para a *série química*) e, provavelmente, de outros compostos odorantes. Os álcoois superiores são,

quantitativamente, o mais importante grupo de compostos voláteis produzido pelas leveduras (Ugliano & Henschke, 2009) e contribuem para as séries de aromas *floral*, *caramelizada* e *química* (Li *et al.*, 2007). Entre os ácidos gordos voláteis, o ácido acético domina e contribui para a série aromática *química*. Esta família de compostos também contribui para a série aromática *alimentar e pastelaria* (Rocha *et al.*, 2004). Contributos para esta mesma série derivam de furanos e lactonas, compostos carbonílicos de menor teor mas de forte impacto aromático, com participações noutras séries como *frutos vermelhos*, *caramelizados* e *frutos secos* e *frutos de caroço*, sobretudo *pêssego* (Sáenz-Navajas *et al.*, 2010). Mas os mais importantes destes compostos são os aldeídos e as cetonas, com destaque para o elevado teor de acetaldeído (Ugliano & Henschke, 2009) que contribui para as séries de *frutos compotados*, de *frutos secos* e *caramelizados*. Para além dos já referidos compostos sulfurados com revelação aromática varietal, muitos outros aparecem associados à fase fermentativa. Quase todos avaliados como sensorialmente negativos (Mestres *et al.*, 2000), contribuem decisivamente para as séries *vegetal* e *química*. Os aromas pós-fermentativos derivam de procedimentos técnicos ou tipológicos, tais como a aguardentação (Porto), envelhecimento biológico com leveduras de flor (Jerez), estufagem (Madeira), autólise de leveduras (removimento de borras, espumantização) ou estágios em barricas ou alternativos de madeira. Outros aromas associados a novos compostos odorantes desenvolvem-se durante a conservação e a permanência do vinho em garrafa (Jackson, 2014). Durante a fermentação e/ou a conservação em contacto com a madeira, o vinho passa por um complexo processo de transformações que podem resultar em mudança no perfil e na composição aromática. A madeira tostada contém compostos aromáticos potentes como a vanilina e seus derivados, fenóis voláteis e lactonas. A acumulação e as transformações químicas (sobretudo por reações de redução) destes compostos durante o contacto com o vinho resultam num aumento significativo de descritores sensoriais nas séries aromáticas de *especiarias*, *madeira*, *frutos secos*, *alimentares e pastelaria* e *animais* (Fernández de Simón *et al.*, 2008). A mineralidade sempre foi associada a qualidade, evocando a ligação entre o solo e o vinho. No entanto, o significado sensorial da mineralidade e da constituição da série aromática *mineral*, está pouco estudado e muito menos compreendido (Heymann *et al.*, 2014). Os descritores mais recolhidos na literatura são pederneira,

pedras molhadas, giz, iodo, maresia, grafite e querosene (Ballester *et al.*, 2013). Um melhor consenso na terminologia dos descritores aromáticos seria muito benéfico, quer para o trabalho científico, como para a indústria e, sobretudo, para os consumidores. De vital importância para este objetivo é a publicação de amostras odorantes representativas. No âmbito deste estudo foram consultadas várias listas de famílias/séries aromáticas (Ballester *et al.*, 2009; Bester, 2011; Campo *et al.*, 2010; Escudero *et al.*, 2007; Gómez-Míguez *et al.*, 2007; Parr *et al.*, 2003; Perrin *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2010; Vilanova *et al.*, 2010;), algumas delas sob a forma de rodas de aromas (Bester, 2011; Fischer *et al.*, 1999; Noble *et al.*, 1987). Nas figuras 19 a) e b) mostram-se as rodas de aromas propostas para vinhos tintos e brancos alemães pela equipa do Professor Ulrich Fischer, citada anteriormente.

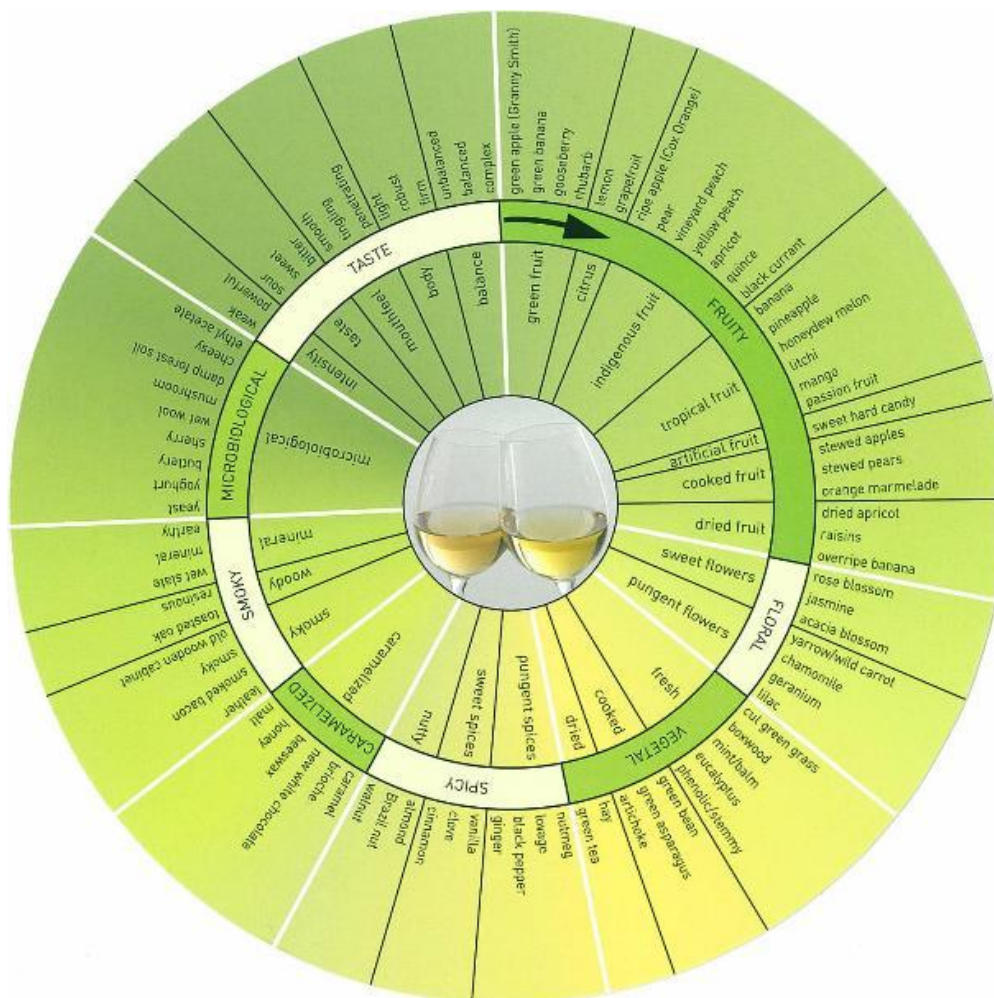


Figura 19 a. Roda de Aromas para o vinho branco alemão, segundo Fischer *et al.* (1999)

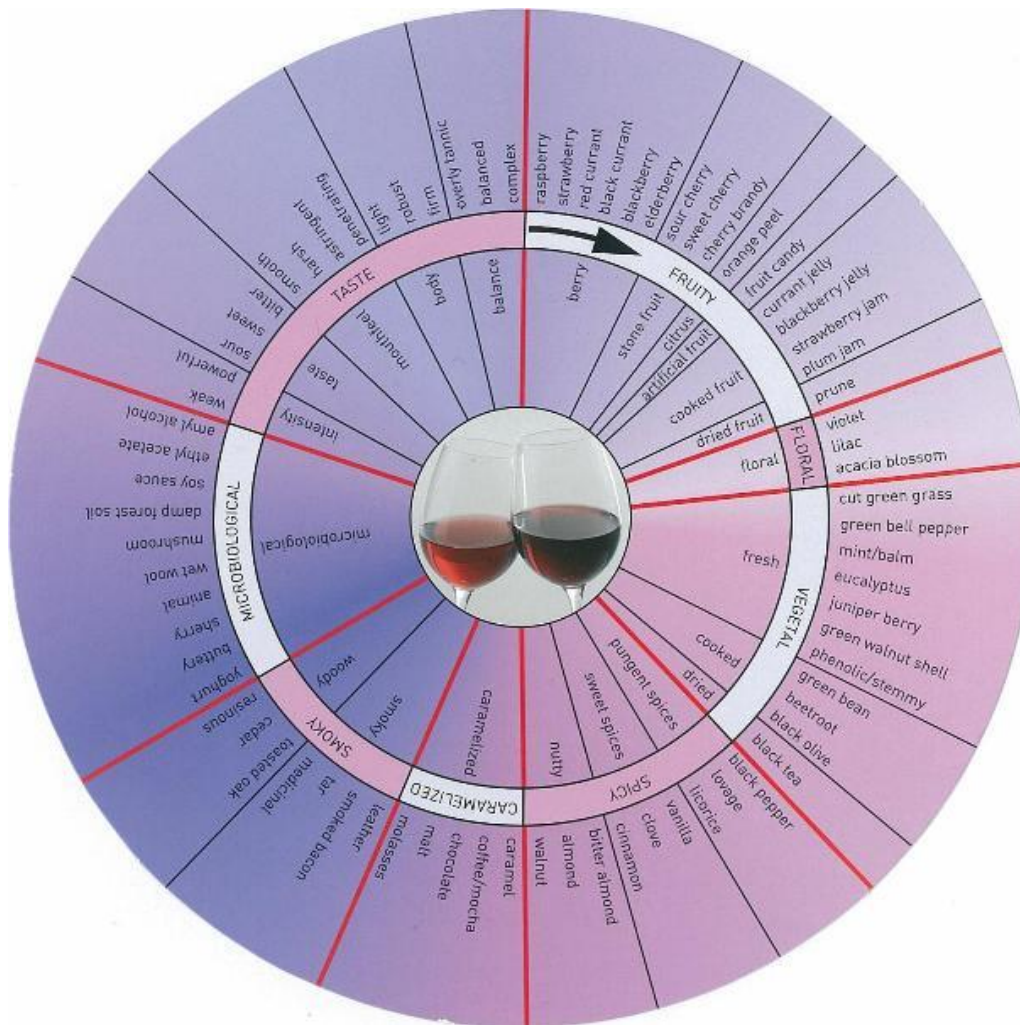


Figura 19 b. Roda de Aromas para o vinho tinto alemão, segundo Fischer *et al.* (1999)

Quanto à eventualidade de encontrar marcadores de diferenciação geográfica entre a composição aromática dos vinhos, um estudo relativo à região do Alentejo chegou a conclusões negativas, quer para os aromas varietais, como para os fermentativos (Cabrita *et al.*, 2007).

c) Atributos do Gosto e do Tacto.

Como já foi relatado, embora as antocianinas, isoladamente, possam não contribuir para o gosto do vinho, elas desempenham funções de modulação da percepção de adstringência e do amargor no vinho através da retenção de flavanóis e outros compostos fenólicos nos complexos de copigmentação, ou seja, reduzindo a quantidade das respectivas formas livres (Boulton, 2001).

A adstringência de um vinho é influenciada por vários fatores, incluindo as estruturas e a quantidade de polímeros fenólicos, a presença de macromoléculas tais como os polissacáridos e açúcares residuais, a concentração de pequenas moléculas como as antocianinas e monómeros de catequinas, a acidez e o teor alcoólico. Do ponto de vista físico-químico, considera-se que o mecanismo principal envolvido na percepção da adstringência é a precipitação de proteínas salivares, o que leva a uma diminuição da lubrificação do epitélio oral, percebido como texturas secas, granuladas, ou rugosidade (aspereza). Recentemente, surgiram novas abordagens (complementares), tais como a presença de partículas coloidais dissolvidas ou a ativação de recetores do tipo laminina na mucosa lingual (Quijada-Morín, 2014). Entre as proteínas e as glicoproteínas que formam parte da saliva, considera-se que as proteínas ricas em prolina (PRP), as histidinas e as mucinas são as mais relacionadas com a percepção da adstringência, todas elas capazes de se unir a polifenóis (Gawel, 1998). Os flavanóis produzem sensações de adstringência na comida e bebida, sendo essenciais na formação da estrutura e corpo de um vinho tinto (McRae & Kennedy, 2011). Abordando apenas os trabalhos de equipas ibéricas, várias são as revisões bibliográficas centradas na caracterização fenólica (Cabrita *et al.*, 2003; Monagas *et al.*, 2005) e no impacto sensorial e interações com a composição do vinho (Gonzalo-Diago *et al.*, 2013; Ricardo-da-Silva, 2011). De entre os flavanóis salientam-se os 3-flavanóis e as proantocianidinas. Os 3-flavanóis caracterizam-se por possuírem um anel heterocíclico saturado. Nas películas das uvas a catequina é o 3-flavanol mais representativo e a epicatequina aparece em menores quantidades nas uvas (Cabrita *et al.*, 2003). Entre outros compostos fenólicos presentes nas películas e grainhas das uvas, as proantocianidinas, também conhecidas por taninos condensados, são principais determinantes das sensações tácteis que percebemos na cavidade oral, tais como o corpo, o amargor e a adstringência (Kontoudakis *et al.*, 2011) de um vinho. Por outro lado, as proantocianidinas das uvas e do vinho estão maioritariamente presentes sob formas poliméricas (60-80%), seguindo-se o conteúdo oligomérico (15-30%), enquanto que os monómeros 3-flavanóis representam apenas uma pequena proporção (menos de 10%), de acordo com Sun & Spranger (2005). As proantocianidinas são compostos que libertam antocianidinas quando aquecidas em meio fortemente ácido e alcoólico, mediante a rutura das ligações entre as unidades

monoméricas. Consoante se liberte cianidina ou delfinidina, estas moléculas recebem o nome de procianidinas ou prodelfinidinas. Assim, a unidade fundamental das proantocianidinas são as moléculas de 3-flavanóis, e consoante o número de vezes que esta unidade se repete, assim as proantocianidinas podem ser dímeras, trímeras, oligoméricas ou polímeros. As proantocianidinas das uvas e dos vinhos são sobretudo procianidinas, ou seja oligómeros e polímeros de catequina e epicatequina unidas por ligações C₄-C₈ e, em menor quantidade, por ligações C₄-C₆. As suas unidades monoméricas estão diferenciadas e representadas graficamente na figura 20.

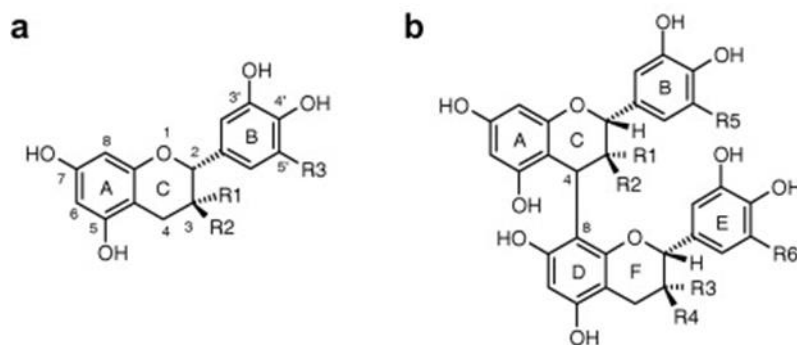


Figura 20. (a) Estrutura das unidades de flavan-3-ol: catequina (R1 = H, R2 = OH, R3 = H), epicatequina (R1 = OH, R2 = R3 = H), galocatequina (R1 = H, R2 = R3 = OH), epigalocatequina (R1 = OH, R2 = H, R3 = OH); (b) procianidina dímero (R1 = H, R2 = OH, R3 = H, R4 = OH, R5 = R6 = H); prodelfinidina dímero (R1 = H, R2 = OH, R3 = H, R4 = R5 = OH, R6 = H), B9 (R1 = OH, R2 = H, R3 = H, R4 = R5 = OH, R6 = H).

Em vinhos brancos, onde existe um limitado contacto com as películas, as catequinas são os principais flavonóides. O tamanho molecular e a composição monomérica das proantocianidinas têm uma enorme influência na sensação de adstringência. Concretamente, quanto maior for o grau de polimerização e a percentagem de galoição, maior será a sensação de adstringência (Laudy *et al.*, 2008). Outros estudos, embora reconhecendo a importante relação entre o grau médio de polimerização (mDP) e a intensidade sensorial do amargor e da adstringência, chegam a conclusões diversas. A influência de estruturas mais polimerizadas é controversa. Alguns autores publicaram que, sob forte polimerização (mDP > 7), os polifenóis tornam-se muito insolúveis para serem adstringentes (Lea, 1985) enquanto que outros confirmam a solubilidade das grandes cadeias (até mDP 70) e o contributo crescente para a adstringência (Cheynier *et al.*, 2013; Vidal *et al.*, 2004). Numa extensa revisão bibliográfica acerca deste tema (Ricardo-da-Silva, 2011) relata-se que o mDP é maior nos taninos presentes na película (27-45) do que na polpa (18-21) e nas grainhas (8-

16). As formas monómeras e oligómeras ($1 < \text{mDP} < 6$) são, essencialmente, amargas mas, quando muito concentradas, podem ser adstringentes (Noble, 1994). Entre os monómeros, a catequina é mencionada como menos amarga do que a epicatequina. Quanto à percepção da adstringência, os taninos condensados da película revelam-se menos adstringentes do que os da polpa e das grainhas, em iguais concentrações. A esterificação com o ácido gálico (galoilação) aumenta a sensação adstringente e a ligação C₄-C₆ entre monómeros contribui mais para a adstringência do que a ligação C₄-C₈. Também a maturação das uvas influencia fortemente a composição fenólica do vinho, sobretudo do vinho tinto: quanto maior for a maturação, mais suave é a percepção da adstringência. Este efeito é particularmente confirmado no caso das grainhas. Nestas, no entanto, a concentração de proantocianidinas é proporcional ao crescimento da sensação adstringente. O impacto da concentração tem comportamento inverso nas películas porque, mais do que o maior mDP, o efeito de polissacáridos e da copigmentação pode modular consideravelmente a maior suavidade adstringente (Llaudy *et al.*, 2008).

O gosto amargo é um atributo importante para os vinhos tintos, considerado indesejável nos vinhos brancos. Apesar do amargor ser ativado por um amplo leque de compostos químicos (Noble, 1994), pensa-se que a sua fonte primária é a classe dos compostos fenólicos (Fischer & Noble, 1994). O *amargor* é um dos quatro gostos essenciais que a nossa língua pode interpretar, juntamente com a *acidez*, o *doce* e o *salgado*. A adstringência, por sua vez, é uma sensação táctil, descrita com atributos como encortiçado e seco, nos casos de extrema percepção (Noble, 1994). Nos vinhos tintos, a percepção do gosto amargo pode ser confundida ou mascarada pela percepção táctil da adstringência (Jackson, 2014). O etanol (*álcool* maioritário no vinho) aumenta a sensação de causticidade, assim como a percepção doce do vinho. Também ocorre a diminuição do amargor com o aumento da percepção doce, do teor de glicerol e da viscosidade (Lesschaeve & Noble, 2005; Lubbers *et al.*, 2001). A diminuição do etanol aumenta a adstringência nos vinhos tintos e o gosto ácido nos vinhos brancos. Além disso, quanto maior for a concentração de etanol maior é a lubrificação da cavidade oral, talvez causada pela redução da percepção de texturas *granulada* e *rugosa* (Fischer, 2009). O aumento da acidez é proporcional à percepção crescente da adstringência

(Oberholster *et al.*, 2009). As diferenças de pH podem ter impacto nas mudanças de adstringência. Ao baixarmos o pH, confirmou-se o aumento da percepção adstringente e um aumento da agregação tanino-proteína. No entanto, se estas agregações se efetuarem preferencialmente com resíduos proteicos e polissacáridos constituintes do vinho, então ocorre a redução de tanino disponível para a combinação com proteínas salivares, reduzindo-se o efeito adstringente (McRae & Kennedy, 2011).

Os polissacáridos presentes no vinho podem ser classificados em função da sua origem, distinguindo-se os que provêm das paredes celulares das uvas daqueles que são constituintes das paredes celulares das leveduras. As uvas transferem para o vinho polissacáridos ricos em arabinose e galactose (PRAG) e as ramnogalacturonas. As leveduras cedem manoproteínas e, de forma minoritária, glucanas. Ambas as frações polissacarídicas incrementam significativamente a percepção de *corpo cheio* de um vinho. A ramnogalacturona II atenua a classificação de atributos associados com a adstringência, tais como a *secura*, a *textura rugosa* ou a *textura granulada*. Estes resultados confirmam o papel dos polissacáridos nas propriedades gustativas de um vinho, com proporcionalidade direta face à percepção de *cobertura de boca* (Vidal *et al.*, 2003). O estado da arte relativamente aos polissacáridos e respectivas interações e percepções sensoriais está bem documentado (Carvalho *et al.*, 2006; Quijada-Morín *et al.*, 2014; Vidal *et al.*, 2004). A figura 21, adaptada de Kennedy (2008) é uma boa forma de conceptualizar as interações entre os grupos gustativos da composição do vinho e a sua influência na percepção sensorial.

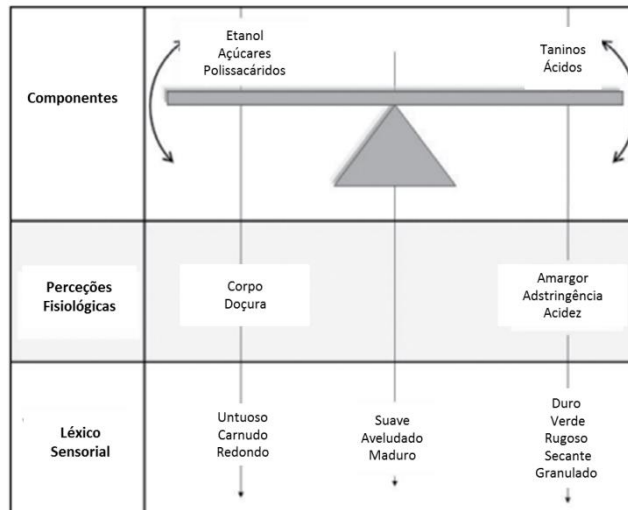


Figura 21. Representação esquemática do léxico sensorial gustativo em função da composição do vinho

A complexidade das interações gustativas e tácteis gerou a proliferação de um extenso vocabulário usado pelos provadores especialistas. Numa tentativa científica de categorizar e uniformizar o léxico descritivo, Gawel *et al.*, (2000) desenvolveram uma roda de sensações gustativas e tácteis para vinhos tintos (australianos e italianos) que se apresenta da figura 22. Por sua vez, Pickering & Demiglio (2008) fizeram o mesmo trabalho para vinhos brancos, com a respetiva roda apresentada na figura 23.

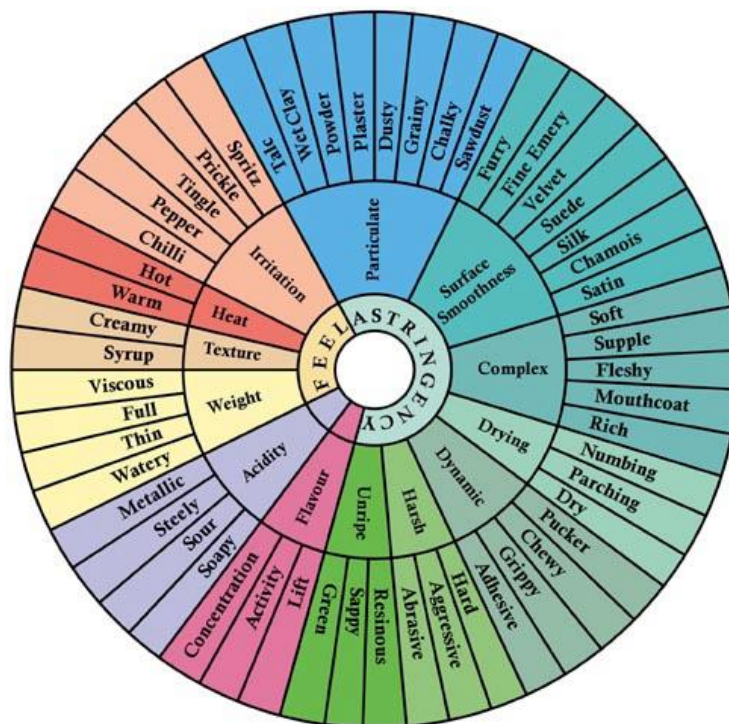


Figura 22. Roda de sensações gustativas e tácteis aplicáveis aos vinhos tintos

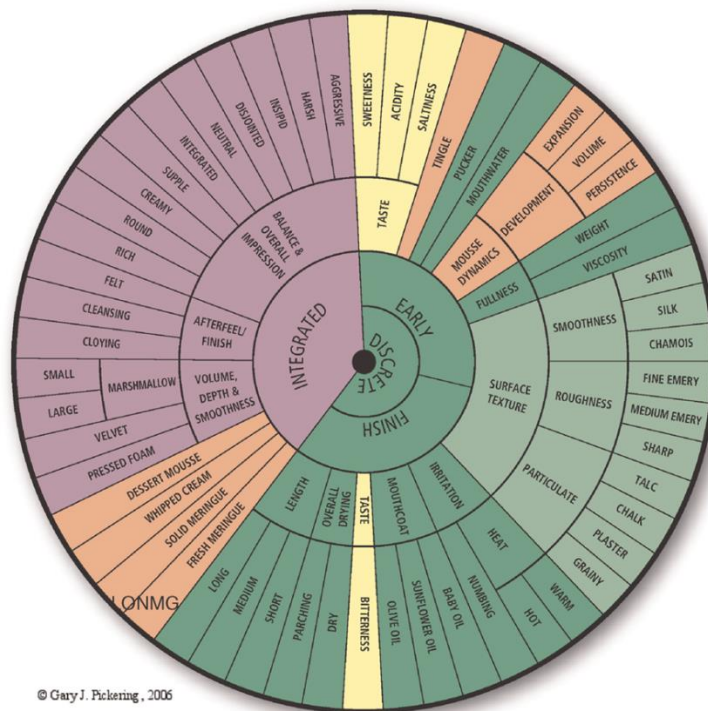


Figura 23. Roda de sensações gustativas e tácteis aplicáveis aos vinhos brancos

À escala portuguesa, um estudo focalizado na categorização de perfis de adstringência, como resposta a diferentes mDP, listou a seguinte lista lexical: Suave/Salgado; Granulado/Fino; Verde; Seco/Granulado; Seco/Rugoso/Granulado e Redondo/Suave (Vieira-de-Moura *et al.*, 2007).

Uma nota final relativa à temática do léxico sensorial do vinho para referir um estudo que analisou descritores em centenas de notas de prova (Coutier, 1994). A conclusão é que existem duas temáticas metafóricas privilegiadas associadas ao léxico sensorial: o corpo humano (antropomórfico) e a realidade espacial. O estudo corrobora as notas de Peynaud & Blouin (1980) que sugerem a *imagem física do vinho*, moldando-o como uma *substância tridimensional*. No diagrama de Vedel, citado por Bruce (2012), a categorização mais ampla e dual é a associada ao género humano. Os descritores são facilmente reconhecidos como estereótipos standardizados: duro, rugoso, robusto, associados com a masculinidade; carnudo, untuoso, melado, suave, aveludado, associados com a feminilidade.

Os estudos apontam para a maior homogeneidade lexical de provadores especialistas face a outros grupos de consumidores (Langlois *et al.*, 2011). Recentemente foi

publicada uma revisão bibliográfica atualizada sobre a temática do léxico sensorial (Lawless & Civille, 2013).

Referências

- Ballester, J., Abdi, H., Langlois, J., Peyron, D., & Valentin, D. (2009). The Odor of Colors: Can Wine Experts and Novices Distinguish the Odors of White, Red, and Rosé Wines? *Chemosensory Perception*, 2(4), 203–213.
- Ballester, J., Minea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, (19), 140–152.
- Baumes, R. (2009). Wine aroma precursors. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 251–274). Springer.
- Bester, I. (2011). *Classifying South African Chenin blanc wine styles*. Institute for Wine Biotechnology, Department of Viticulture and Oenology,. Stellenbosch University, Stellenbosch.
- Birse, M. J. (2007). *The Colour of Red Wine*. University of Adelaide. Retrieved from <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/42834>
- Boulton, R. (2001). The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine : A Critical Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2(March 2000), 67–87.
- Bruce, N. (2012). Classification and hierarchy in the discourse of wine: Émile Peynaud's The Taste of Wine. *ASP*, 26(1999), 23–26.
- Cabrita, M. J., Costa Freitas, a. M., Laureano, O., Borsa, D., & Di Stefano, R. (2007). Aroma compounds in varietal wines from Alentejo, Portugal. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 375–390.
- Cabrita, M. J., Ricardo-da-Silva, J. M., & Laureano, O. (2003). Polyphenolic Compounds of Grapes and Wines. In *1st International Seminar of Viticulture and Wine Making* (pp. 61–102). Ensenada, Mexico.
- Cacho, J. F., Ferreira, V., & Lo, R. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1667(March), 1659–1667.
- Campo, E., Ballester, J., Langlois, J., Dacremont, C., & Valentin, D. (2010). Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference*, 21(1), 44–55.
- Campo, E., Do, B. V., Ferreira, V., & Valentin, D. (2008). Aroma properties of young Spanish monovarietal white wines: a study using sorting task, list of terms and frequency of citation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 14(2), 104–115.

- Carmen del Llaudy, M., Canals, R., Miquel Canals, J., & Zamora, F. (2008). Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins, seeds and stems to phenolic composition and astringency in wine-simulated macerations. *European Food Research and Technology*, 226(3), 337–344.
- Carvalho, E., Mateus, N., Plet, B., Pianet, I., Dufourc, E., & De Freitas, V. (2006). Influence of wine pectic polysaccharides on the interactions between condensed tannins and salivary proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8936–8944.
- Cheyrier, V., Comte, G., Davies, K. M., Lattanzio, V., & Martens, S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 1–20.
- Coelho, E., Coimbra, M. a., Nogueira, J. M. F., & Rocha, S. M. (2009). Quantification approach for assessment of sparkling wine volatiles from different soils, ripening stages, and varieties by stir bar sorptive extraction with liquid desorption. *Analytica Chimica Acta*, 635, 214–221.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A., Tavares, R. M., Sousa, M. J., ... Gerós, H. (2007). Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Food*, 1(1), 1–22.
- Coutier, M. (1994). Tropes et termes: le vocabulaire de la dégustation du vin. *Meta*, XXXIX(4), 662–675.
- de Simon, B. F., Cadahia, E., Sanz, M., Poveda, P., Perez-Magarino, S., Ortega-Heras, M., & Gonzalez-Huerta, C. (2008). Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) oak wood barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 9046–9055.
- Dubourdieu, D., & Tominaga, T. (2009). Polyfunctional thiol compounds. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 275–293). Springer.
- Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2007). Analytical Characterization of the Aroma of Five Premium Red Wines . Insights into the Role of Odor Families and the Concept of Fruitiness of Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (55), 4501–4510.
- Fernández de Simón, B., Cadahía, E., Sanz, M., Poveda, P., Perez-Magariño, S., Ortega-Heras, M., & González-Huerta, C. (2008). Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) oak wood barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 9046–55.
- Ferreira, D., Moreira, N., Vasconcelos, I., Ricardo-da-Silva, J. M., & Guedes-de-Pinho, P. (2011). Pesquisa de compostos voláteis de enxofre varietais em vinhos brancos elementares de castas Portuguesas. *Enovitis*, (25), 34–37.
- Fischer, U. (2009). Sensory Impact of Ethanol. *ASEV High Brix Winemaking Symposium*. Napa, California.
- Fischer, U., Christmann, M., Heeß, U., Hoffmann, U., Eisenbarth, J., & Tesch, H. (1999).

- Development of an Aroma Wheel for German White and Red Wines. In *24th OIV World Vine and Wine Congress* (Vol. Section 2, pp. 201–207). Mainz.
- Fischer, U., & Noble, A. C. (1994). The Effect of Ethanol, Catechin Concentration and pH on Sourness and Bitterness of Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, *45*(1), 6–10. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1994NC22400002
- Francis, I. L., & Newton, J. L. (2005). Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *(11)*, 114–126.
- Gawel, R. (1998). Red wine astringency: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *(4)*, 74–95.
- Gawel, R., Oberholster, a., & Francis, I. L. (2000). A “Mouth-feel Wheel”: terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *6*(3), 203–207.
- Glories, Y. (1984). Le couleur des vins rouges, 2e partie: Mesure, origine et interpretation. *Connaissance de La Vigne et Du Vin*, *(18)*, 253–271.
- Gómez-Míguez, M. J., Cacho, J. F., Ferreira, V., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry*, *100*, 1464–1473.
- Gómez-Míguez, M. J., Gómez-Míguez, M., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type. *Journal of Food Engineering*, *79*(3), 758–764.
- Gonzalez-San Jose, M. L., Santa-Maria, G., & Diez, C. (1990). Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region, and wine-making methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, *3*(1), 54–66.
- Gonzalo-diago, A., Dizy, M., & Fernandez-Urbano, P. (2013). Taste and Mouthfeel Properties of Red Wines Proanthocyanidins and Their Relation to the Chemical Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *(61)*, 8861–8870.
- Guedes-de-Pinho, P., Falqué, E., Castro, M., E Silva, H. O., Machado, B., & Ferreira, A. C. S. (2007). Further Insights into the Floral Character of Touriga Nacional Wines. *Journal of Food Science*, *72*(6), S396–S401.
- Hernández, B., Sáenz, C., de la Hoz, J. F., Alberdi, C., Alfonso, S., & Diñeiro, J. M. (2009). Assessing the color of red wine like a taster’s eye. *Color Research & Application*, *34*(2), 153–162.
- Heymann, H., Hopfer, H., & Bershaw, D. (2014). An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, *29*(1), 1–13.
- Jackson, R. S. (2014). *Wine Science. Wine Science, Principles and Applications*. Academic Press.
- Kennedy, J. A. (2008). Grape and wine phenolics : Observations and recent findings. *Ciencia Y Investigacion Agraria*, *35*(October 2007), 107–120.
- Kontoudakis, N., Gonzalez, E., Gil, M., Esteruelas, M., Fort, F., Miquel Canals, J., & Zamora, F. (2011). Influence of Wine pH on Changes in Color and Polyphenol Composition Induced by Micro-oxygenation. *Journal of Agricultural and Food*

- Chemistry*, 59(5), 1974–1984.
- Langlois, J., Dacremont, C., Peyron, D., Valentin, D., & Dubois, D. (2011). Lexicon and types of discourse in wine expertise: The case of vin de garde. *Food Quality and Preference*, 22(6), 491–498.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer.
- Lawless, L., & Civille, G. V. (2013). Developing lexicons: a review. *Journal of Sensory Studies*, 28(4), 270–281.
- Lea, A. G. H. (1985). Bitterness and Astringency in fermented apple ciders. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society*, 189(APR-), 134–AGFD. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1985APH0100131
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269–1278.
- Lesschaeve, I., & Noble, A. C. (2005). Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1 Suppl), 330S–335S. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15640499>
- Li, H., Tao, Y.-S., Wang, H., & Zhang, L. (2007). Impact odorants of Chardonnay dry white wine from Changli County (China). *European Food Research and Technology*, 227(1), 287–292.
- Lubbers, S., Verret, C., & Voilley, A. (2001). The Effect of Glycerol on the Perceived Aroma of a Model Wine and a White Wine. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 34, 262–265.
- Mateus, N., Silva, a. M. S., Vercauteren, J., & De Freitas, V. (2001). Occurrence of anthocyanin-derived pigments in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4836–4840.
- McRae, J. M., & Kennedy, J. A. (2011). Wine and Grape Tannin Interactions with Salivary Proteins and Their Impact on Astringency: A Review of Current Research. *Molecules*, 16(3), 2348–2364.
- Mestres, M., Busto, O., & Guasch, J. (2000). Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. *Journal of Chromatography A*, 881, 569–581.
- Monagas, M., Bartolomé, B., & Gómez-Cordovés, C. (2005). Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(February), 85–118.
- Noble, A. C. (1994). Bitterness in Wine. *Physiology & Behaviour*, 56(6), 1251–1255.
- Noble, A. C., Arnold, R. A., Buechsenstein, J., Leach, E. J., Schmidt, J. O., & Stern, P. M. (1987). Modification of a Standardized System of Wine Aroma Terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38(2), 143–146.
- Oberholster, A., Francis, I. L., Iland, P. G., & Waters, E. J. (2009). Mouthfeel of white

- wines made with and without pomace contact and added anthocyanins. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(1), 59–69.
- Oliveira, J. M., Araújo, I. M., Pereira, Ó. M., Maia, J. S., Amaral, A. J., & Maia, M. O. (2004). Characterization and differentiation of five “vinhos Verdes” grape varieties on the basis of monoterpenic compounds. *Analytica Chimica Acta*, 513(1), 269–275.
- Oliveira, J. M., Faria, M., Sá, F., Barros, F., & Araújo, I. M. (2006). C6-alcohols as varietal markers for assessment of wine origin. *Analytica Chimica Acta*, 563(1-2 SPEC. ISS.), 300–309.
- Parr, W. V., Geoffrey White, K., & Heatherbell, D. a. (2003). The nose knows: influence of colour on perception of wine aroma. *Journal of Wine Research*, 14(2-3), 79–101.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Asselin, C., Maitre, I., Pages, J., & Jourjon, F. (2007). Métodos espontâneos para a análise sensorial dos vinhos. In *OIV Congress*.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pagès, J. (2008). Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case of ten wines from Loire valley. *Food Quality and Preference*, 19(1), 1–11.
- Peynaud, E., & Blouin, J. (1996). *The Taste of Wine: The Art Science of Wine Appreciation*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Pickering, G. J., & Demiglio, P. (2008). The White Wine Mouthfeel Wheel: A Lexicon for Describing the Oral Sensations Elicited by White Wine. *Journal of Wine Research*, 19(1), 51–67.
- Pozo-Bayon, M. A., & Reineccius, G. (2009). Interactions between wine matrix macro-components and aroma compounds. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 417–435). Springer New York.
- Quijada-Morín, N. (2014). *Influencia de la composición fenólica y polisacarídica en las características organolépticas de los vinos tintos*. Universidad de Salamanca.
- Quijada-Morín, N., Williams, P., Rivas-Gonzalo, J. C., Doco, T., & Escribano-Bailón, M. T. (2014). Polyphenolic, polysaccharide and oligosaccharide composition of Tempranillo red wines and their relationship with the perceived astringency. *Food Chemistry*, 154, 44–51.
- Ricardo-da-Silva, J. M. (2008). Precusores de aroma em castas cultivadas em Portugal. In *Confeências da Tapada*.
- Ricardo-da-Silva, J. M. (2011). *O Amargo e a Adstringência. Controlo e Composição Físico-Química do Vinho*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Rocha, S. M., Coutinho, P., Barros, A. S., Delgadillo, I., & Coimbra, M. A. (2007). Establishment of the varietal volatile profile of musts from white *Vitis vinifera* L. varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1667–1676.
- Rocha, S. M., Coutinho, P., Coelho, E., Barros, A. S., Delgadillo, I., & Coimbra, M. a. (2010). Relationships between the varietal volatile composition of the musts and white wine aroma quality. A four year feasibility study. *LWT - Food Science and Technology*, 43(10), 1508–1516.

- Rocha, S. M., Rodrigues, F., Coutinho, P., Delgadillo, I., & Coimbra, M. A. (2004). Volatile composition of Baga red wine assessment of the identification of the would-be impact odourants. *Analytica Chimica Acta*, 513(1), 257–262.
- Roujou-de-Boubee, D., Van Leeuwen, C., & Dubourdieu, D. (2000). Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red bordeaux and loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4830–4834.
- Sáenz Gamasa, C., Hernández, B., Santiago, J. V., Alberdi, C., Alfonso, S., & Diñeiro, J. M. (2009). Measurement of the colour of white and rosé wines in visual tasting conditions. *European Food Research and Technology*, 229(2), 263–276.
- Saenz-Navajas, M.-P., Campo, E., Fernandez-Zurbano, P., Valentin, D., & Ferreira, V. (2010). An assessment of the effects of wine volatiles on the perception of taste and astringency in wine. *Food Chemistry*, 121(4), 1139–1149.
- Sáenz-Navajas, M.-P., Campo, E., Fernández-Zurbano, P., Valentin, D., & Ferreira, V. (2010). An assessment of the effects of wine volatiles on the perception of taste and astringency in wine. *Food Chemistry*, 121(4), 1139–1149.
- Sun, B., & Spranger, M. I. (2005). Review : Quantitative Extraction and Analysis of Grape and Wine Proanthocyanidins and Stilbenes. *Ciência E Tecnica Vitivinicola*, 20(2), 59–89.
- Ugliano, M., & Henschke, P. A. (2009). Yeasts and wine flavor. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 313–392). Springer.
- Valentão, P., Seabra, R. M., Lopes, G., Silva, L. R., Martins, V., Trujillo, M. E., ... Andrade, P. B. (2007). Influence of *Dekkera bruxellensis* on the contents of anthocyanins, organic acids and volatile phenols of Dão red wine. *Food Chemistry*, 100, 64–70.
- Vidal, S., Francis, L., Noble, A., Kwiatkowski, M., Cheynier, V., & Waters, E. (2004). Taste and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine. *Analytica Chimica Acta*, 513, 57–65.
- Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., & Waters, E. (2004). The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food Chemistry*, 85, 519–525.
- Vidal, S., Williams, P., Doco, T., Moutounet, M., & Pellerin, P. (2003). The polysaccharides of red wine: Total fractionation and characterization. *Carbohydrate Polymers*, 54, 439–447.
- Vieira-de-Moura Ricardo-da-Silva, J.M., Laureano, O., A. M. (2007). Percepção Sensorial do Amargor e da Adstringência de Proantocianidinas com diferentes Graus de Polimerização. 7^o Simpósio de Vitivinicultura Do Alentejo. Évora.
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., & Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albarino wines. *Microchemical Journal*, 95(2), 240–246.

BLOCO 1.

**PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS TINTOS
PORTUGUESES ATRAVÉS DA MEMÓRIA DE
LONGO-PRAZO: UMA INOVADORA ABORDAGEM
AO NÍVEL DE UM PAÍS.**

RESUMO ALARGADO

Um amplo número de metodologias sensoriais tem sido usado por cientistas e provadores profissionais para o estudo de propriedades sensoriais de uma categoria de vinhos (castas ou regiões). O perfil sensorial dos vinhos tintos certificados como de Indicação Geográfica Protegida (IGP, ou PGI em inglês) de Portugal Continental foi obtido mediante a aplicação de extensivos questionários sensoriais a 20 especialistas profissionais da fileira nacional do vinho. Este pode bem ser o primeiro estudo científico desenhado para apresentar resultados de tipicidade regional e caracterização sensorial a nível nacional. Dúvidas levantadas pela escassez, e consequente falta de representatividade, de amostras de vinho analisadas têm sido apontadas como fator negativo que prejudica os estudos sobre tipicidade, baseados em métodos percetivos, como a Análise Descritiva Quantitativa. No presente estudo, não foram avaliadas quaisquer amostras; a experiência baseou-se exclusivamente na memória. Apesar da controvérsia, o papel da especialização na prova sensorial parece bem documentada. Os investigadores desenvolveram estudos acerca da especialização dos provadores de vinho que destacam a importância da experiência e da memória de longo-prazo para o desempenho extraordinário, sugerindo que as descrições dos especialistas são, sobretudo, baseadas na busca de protótipos, ou seja, de tipologias de vinho, e muito menos na abordagem sensorial analítica que usa termos visuais, olfativos e gustativos. Vinte especialistas nacionais foram selecionados. Este grupo de provadores destacados e reconhecidos pela fileira do vinho nacional é de impossível concentração simultânea no mesmo espaço físico, dada a sua atividade profissional itinerante. Os especialistas foram convidados pelo coordenador deste estudo e, após uma breve explicação da metodologia e objetivos, receberam 12 questionários sensoriais, um por cada IGP. A questão fundamental que deveria presidir ao preenchimento destes 12 questionários foi. “Como definiria sensorialmente um típico vinho tinto jovem e comercial de uma dada IGP e como o avaliaria numa dada escala, nos seus mais diversos atributos de cor, aroma e gosto?” Não foram realizadas provas de aferição ou quaisquer pré-testes. A cor foi avaliada na sua intensidade e na sua tonalidade, esta última com quatro categorias usuais em vinhos tintos jovens: violeta-púrpura, púrpura-rubi, rubi-granada e granada-tijolo. O aroma foi avaliado com uma medição da intensidade global e 18 classificações em famílias aromáticas que resume o

conhecimento científico, maioritariamente apresentado em publicações de referência sob a forma de rodas de aromas. O gosto foi avaliado com 14 medidas incluindo os gostos essenciais (ácido, doce, salgado e amargo) e categorias gustativas e tácteis que resultam da percepção de vários tipos de adstringência na interação com outros compostos do vinho ou com a constituição da cavidade oral, para além de outras percepções como efervescência leve, cobertura da boca ou persistência. Após a redução das medições sensoriais iniciais, recorrendo à análise de componentes principais, uma nova comparação das 12 IGP com base nos descritores agregados (em componentes principais) e de algumas variáveis primárias foi realizada com o auxílio da análise de *clusters*. Mais detalhadamente, mantendo a medição inicial da intensidade aromática global do vinho tinto típico de cada IGP, os 18 descritores iniciais do aroma foram, de acordo com as respostas do painel especialista, agrupados em cinco componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às famílias aromáticas: **PC1 Aredfruitwoody (Afruta vermelha/madeira)**, **PC2 Aripefruit (Afruta madura)**, **PC3 Agreenchemical (Averde/químico)**, **PC4 Aoverripefruit (Afruta sobremadura)** and **PC5 Acitrusmineral (Acítrico/mineral)**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 66,7% da variância total do desenho experimental. Quanto à caracterização do gosto do vinho típico de cada uma das 12 IGP, os 14 descritores iniciais foram, finalmente, agrupados em quatro componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às quatro percepções clássicas do gosto e investigação de referência acerca de outras sensações tácteis e gustativas: **PC1 Tdryastringent (Tseco/adstringente)**, **PC2 Tsweetviscous (Tdoce/untuoso)**, **PC3 Tbittersalty (Tamargo/salgado)** and **PC4 Tfullpersistent (Tcheio/persistente)**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 75% da variância total do desenho experimental, apoiando a noção de uma discriminação robusta com categorias mais simplificadas, nomeadamente no campo dos descritores relativos à percepção táctil dos taninos. Quatro macro-zonamentos foram detetados e diferenças sensoriais entre eles foram robustamente validadas e sensorialmente descritas. A IGP MINHO foi avaliada como a mais típica IGP de Portugal Continental, acumulando classificações extremadas em quase todos os descritores da cor, do aroma e do gosto. Os resultados da análise de *clusters* fundamentaram o seu isolamento final em virtude

da força igual ou superior desta IGP face a outros macro-zonamentos compostos por IGP agregadas. O *cluster* SUL das quatro IGP meridionais (IGP Península de Setúbal, IGP Tejo, IGP Alentejano e IGP Algarve) fundamentou-se na acumulação de várias classificações estremes, e por isso típicas, nos descritores avaliados, quase sempre em oposição sensorial ao zonamento individualizado da IGP MINHO. Uma ampla porção centro-norte interior de Portugal Continental foi sensorialmente considerada como macro-zonamento agregado: as IGP Terras do Dão e IGP Terras do Douro foram *clusterizadas* de modo claro e o macro-zonamento foi designado por VALES CENTRAIS, dada a geografia central no planalto continental e montanhoso. As restantes IGP continentais, agregadas no quarto macro-zonamento, juntam o *sub-cluster* dos VALES PERIFÉRICOS com outro *sub-cluster*, sensorialmente aproximado, da COSTA CENTRAL.

A tonalidade da cor, o teor alcoólico, a acidez e a adstringência apresentam relações duais, de proporcionalidade, inversa ou direta, muito acentuada, de tal modo que as variações respetivas justificam a elegibilidade enquanto marcadores-chave para a diferenciação e tipicidade regional. A construção mental, decifrada mediante a avaliação expressa pelos provadores especialistas, demonstrou uma proximidade sensorial muito significativa entre vinhos tintos certificados para a Indicação Geográfica Protegida e vinhos tintos certificados para a(s) Denominação(ões) de Origem Protegida(s) (DOP ou DOC, PDO em inglês) que se inserem geograficamente dentro da IGP respetiva (IGP Minho e DOC Vinho Verde, por exemplo), levantando dúvidas razoáveis relativas à diferenciação da tipicidade em Portugal Continental e o seu papel nas preferências dos consumidores.

22-Sep-2015

Dear Mr. Jose-Coutinho:

Your manuscript entitled "SENSORY PROFILE OF PORTUGUESE RED WINES USING LONG-TERM MEMORY: A NOVEL NATIONWIDE APPROACH" by Jose-Coutinho, Anibal; Ricardo-da-Silva, Jorge; Avila, Patricia, has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in Journal of Sensory Studies.

Co-authors: Please contact the Editorial Office as soon as possible if you disagree with being listed as a co-author for this manuscript.

Your manuscript ID is JOSS-OA-15-0111.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to Manuscript Central at <https://mc.manuscriptcentral.com/joss> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc.manuscriptcentral.com/joss>.

Thank you for submitting your manuscript to Journal of Sensory Studies.

Sincerely,

Journal of Sensory Studies Editorial Office

TITLE: SENSORY PROFILE OF PORTUGUESE RED WINES USING LONG-TERM MEMORY: A NOVEL NATIONWIDE APPROACH

AUTHORS: Anibal Jose-Coutinho ^{a+}, Patricia Avila ^b, Jorge M. Ricardo-da-Silva ^a

ADDRESS:

^a Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape Environment Agriculture and Food (LEAF), Laboratório Ferreira Lapa (Sector de Enologia), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal.

^b Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Departamento de Métodos de Pesquisa Social, Av. das Forças Armadas, 1649-026 Lisbon, Portugal.

⁺ Corresponding Author: Anibal Jose-Coutinho (ajosecoutinho@gmail.com)

1 **ABSTRACT**

2 Red wine sensory profiling of 12 Protected Geographical Indications (PGI) of mainland
3 Portugal was achieved via the completion of extended sensory questionnaires by 20
4 professional wine experts. No samples were assessed; the experiment was based on
5 memory alone. Four macro-zonings were found, the typicality differences were
6 statistically validated and sensory-described. Alcohol, acidity, bitterness and
7 astringency were cross-linked; the respective variations were correlated with
8 published literature and expressed as key factors for the regional macro-zoning
9 differentiation. Bitterness and astringency were found sensory different and orthogonally
10 related in a macro-scale geography, as bitterness was primarily affected by inland-coastal
11 influence while astringency confirmed its customary north-south dependence, this finding to
12 be considered novel. Moreover, with the proposed methodology it was possible to
13 achieve a novel nationwide sensory characterization of PGIs, overcoming ongoing
14 macro-scaling and sample representativeness limitations and envisaging new nation-
15 sized sensory studies.

16

17 (Practical Applications) This innovative nationwide study on red wine typicality, namely
18 on sensory profiles of PGI certified wines, may contribute to the debate of scale factors
19 that result in significant gains in areas such as wine certification (3 to 5 certification
20 boards instead of existent 12), admission of trans-regional wine certification for high
21 volume brands and a better and clearer communication and marketing that would
22 reach a larger group of consumers with condensed information on typicality.

23 Moreover, to develop a method that bypass the sampling problem of wines that would
24 be representative of a given PGI or, in general, a nation-sized area may be considered
25 useful and widely applicable to sensory studies.

26

27

1. INTRODUCTION

Research is showing that geographical origin of wine has strong impact on consumers (Hughson and Ashman 2004). Results from the conjoint assessment of wine product concepts indicated that price and wine region were of greatest utility (Chrea *et al.* 2011). A wine is typical if some of its own characteristics can be identified and if it is recognizable as belonging to a regional or cultural type that is distinctive from others. Wine is a product in which the concept of typicality (as written) is prevalent, especially in Europe (Maitre *et al.* 2010). In France the concepts of the *cru* and *terroir* describe tasters' detection of regionality of wine (McCloskey *et al.* 1996). For all Protected Geographical Indications (PGI) and Protected Designation of Origin (PDO) products, quality control based on sensory parameters is fundamental for preserving the market position, maintaining consumer confidence and loyalty, because perceived sensory characteristics represent the most important key factors for typicality of a product (Endrizzi *et al.* 2013).

A large number of sensory methodologies have been used with professional tasters to show the sensory properties of a wine category (wine variety or PDO). Scientists have tested different sensory approaches, but the perceptual methods that are based on sample tasting, such as Analytical Sensory Evaluation (Stone 2015), Sorting Tasks (Courcoux *et al.* 2015), or Accreditation Methods (used by tasting panels from all Portuguese certification boards), may be considered the most commonly used.

Moreover, qualitative methods can be applied to enhance quantitative studies (Jervis and Drake 2014). Concerns regarding the scarcity of samples that are assessed have always undermined typicality results (Johnson *et al.* 2013). Do 6 (Ross *et al.* 2012), 10 (Carlucci and Monteleone 2008; Vilanova 2006), 13 (Varela and Gámbaro 2006), 17 (Runnebaum *et al.* 2011), 19 (Etaio *et al.* 2007), 20 (Scacco *et al.* 2007) or 23 (Campo *et al.* 2008) wine samples statistically represent and explain typicality over a vast wine region? Fifty-six wines from seven Argentine viticulture regions were assessed in order to sensory describe the Malbec variety, only (Goldner and Zamora 2007). The idea of sample representativeness may be a concern for those that attempt to characterize wine typicality (Maitre *et al.* 2010). These approaches work correctly if the samples are grouped in well- separated regions; however, in more complex distributions, their

60 classification power becomes poor (Piclin *et al.* 2007). Furthermore, if wine samples
61 are tasted in quick succession, the increase in apparent astringency or the variability in
62 alcohol content can produce tasting sequence errors (Jackson 2014). A recent study
63 stated that a sample-tasting panel did not discriminate among the wines for
64 astringency and bitterness, probably because the samples were inexpensive wines
65 with very similar phenolic contents (Heymann *et al.* 2012).

66 Despite the ongoing controversy, the role of expertise seems to be well documented.
67 Researchers have described theories of wine expertise which highlight the importance
68 of experience and long-term memory for extraordinary performance. Wine
69 professionals (winemakers, wine journalists,...) are often non-available for testing
70 (Perrin *et al.* 2008), hence our experts were not formally trained, as usually done in
71 quantitative descriptive analysis. Thanks to their high level of expertise, the abstraction
72 of sensory prototypes is memorized and could be considered as a synthesis of all
73 previous tasting experiences of samples from the category (Maitre *et al.* 2010).

74 Therefore, this nationwide study was built on the case that senior experts have
75 common mental representations of typical wines from each PGI, resulting in a feasible
76 assessment of predetermined attributes and respective lexicon (Lawless and Civille
77 2013) which can be used to describe the sensory characteristics of a typical exemplar
78 of the category or prototype. Clear agreement between experts concerning typicality
79 scores (Ballester *et al.* 2008) and existence of shared cognitive constructs of typicality
80 (Urdapilleta *et al.* 2011) have been demonstrated. Descriptions stored in long-term
81 memory can be used to generate images of objects and scenes (Tempere *et al.* 2014).

82 Flavor may be processed by tasters as a psychological construct, the data being more
83 consistent with a perceptual/cognitive process rather than a consequence of rating
84 strategies (Prescott 1999). The literature does not always clearly delineate what
85 constitutes training and what is experience. Experience relates to a familiarity with a
86 product class resulting from long term exposure to a wide variety of members
87 representing that class (Gawel *et al.* 1997). Several studies indicate that the main
88 difference between trained and untrained subjects is the quality of the vocabulary
89 used (Chollet and Valentin 2000). Recognition of meaningful stimuli such as words or
90 objects rapidly activates conceptual information and leads to the retrieval of additional
91 relevant information from long-term memory (Potter 1993). If results suggest that

92 wine expertise may be more of a cognitive skill rather than a perceptual one, and if all
93 of the perceptually-based techniques have a persistent low wine sampling hazard due
94 to the logistical and/or time-consuming factors, then why are conceptual techniques,
95 based on the long-term semantic memory from wine experts (Parr *et al.* 2002) and
96 keepers of memory (Maitre *et al.* 2010), not accepted and not tested?

97 In 2012, 32% the total wine volume in Portugal was produced, certified and labeled as
98 from a Protected Designation of Origin (PDO), and 23% of that volume was from
99 Protected Geographical Indications (PGI). Currently, there are 12 Protected
100 Geographical Wine Indications (PGI) in mainland Portugal. For such a small country,
101 does the actual range of 12 PGI's offer 12 single and typical wine sensory profiles, so
102 different from one another that typicality governs consumers on their purchasing
103 decisions?

104 This study builds on the suggestion, which is commonly expressed in the popular
105 Portuguese and Anglophone wine press, that still red wines from 12 of the official PGIs
106 of mainland Portugal do not correspond to the typical 12 different sensory profiles for
107 each Geographical Indication (see Figure 1). The supporting evidence for the feasibility
108 of the clustering of the PGI can be found in bioclimatic (Fraga *et al.* 2013; Magalhães *et al.*
109 *et al.* 1995; Tonietto *et al.* 2014) and biogeographical zoning studies (Costa *et al.* 1990).
110 The phenolic composition (Sun *et al.* 2001; Sun *et al.* 2013) and aroma (Vilanova and
111 Soto 2005) exhibited zonal differences. Indeed, the authentication of origin using
112 elemental analysis has already been suggested (Catarino *et al.* 2011).

113 In South Africa, the differentiation of red wines according to their geographical origin,
114 which is based on selected chemical parameters, has been achieved (Minnaar and
115 Booyse 2004).

116 Is it possible to obtain an agreement on the sensory typicality inside a vast PGI) or even
117 in smaller Protected Designation of Origins (PDO) that are legally and geographically
118 located inside a PGI? When there is a consensus, which methodology should be used
119 to describe it? Those key questions remain answered. There has been no research on
120 the sensory typicality of the current Portuguese PGI.

121 Here, we determined which sensory descriptors are important to characterize red wine
122 typicality on a nationwide scale. We also determined which aggregate components

123 allow a significant discrimination in the different PGI red wines that might support and
124 sensory-profile the new found clustered macro-zonings.

125

126 2. MATERIALS AND METHODS

127

128 2.1. Subjects

129 When compared with Parr *et al.* (2002) more stringent criteria were applied , as the
130 definition of an expert considered the following categories:

- 131 • renowned winemakers with tasting activity of >4 times per week in at least 2
132 Portuguese wine regions;
- 133 • wine-science researchers and teaching staff who were regularly involved in
134 wine-making and/or wine evaluation;
- 135 • wine professionals (e.g. Master of Wine, wine judges, wine writers, wine
136 retailers);
- 137 • experts with an extensive (>15 years) history of wine involvement.

138

139 As this method is mostly dependent of undisputable knowledge – brought by the
140 *alpha-group* of senior Portuguese professionals - graduate wine students, wine
141 consumers and enthusiasts, even with >15 years of wine involvement, were not
142 considered amongst the group of wine experts.

143 The sensory output of this work was generated by 20 renowned winemakers,
144 referenced scholars, opinion leaders and other senior professionals from the
145 Portuguese wine industry. Recent literature showed that the number of panelists is
146 well above the necessary to ensure a statistically robust outcome (Heymann *et al.*
147 2012).

148 2.2. Questionnaire

149 The questionnaire was designed according to the classical three-tier sensory method of
150 assessment: visual, aromatic and gustatory/tactile attributes. Figure 2 illustrates an
151 example of the questionnaire. in which two aromatic categories are assessed on a 0
152 (no trace) to 10 (extremely intense) integer value scale (see full questionnaire in
153 Supporting Information 1).

154 The color was assessed in its intensity and tonality, including categories for young red
155 wines (Hernández *et al.* 2009). The aroma was evaluated with 1 overall intensity

156 measure and 18 aromatic categories that summarize a significant amount of scientific
157 research (Ballester *et al.* 2009; Etaio *et al.* 2007), much of which has already been used
158 in the form of aroma wheels (Noble *et al.* 1987; Fischer *et al.* 1999; Lawless *et al.*
159 2012). The taste of red wines was evaluated using 14 measures, including essential
160 tastes (sour, sweet, salty, bitter), mouthfeel categories resulting from the various types
161 of astringency (Gawel *et al.* 2001; Gawel *et al.* 2000), prickling, weight, persistence and
162 mouth-coat sensation (Jackson 2014; Lawless and Civille 2013).

163 With the exception of color tonality, the questionnaire used an 11-integer point rating
164 scale. On the left was written: “no trace of the attribute” (score 0), and on the right
165 was written: “extreme intensity of the attribute” (score 10). The color tonality results
166 were standardized to match the same scale because the previously reported research
167 justified the use of a 4-integer point scale with 1 Violet-Purple, 2 Purple-Ruby, 3 Ruby-
168 Garnet and 4 Garnet-Brick (Hernández *et al.* 2009).

169 2.3. Procedure

170 Respondents were invited and briefed by the same experimenter. They received oral
171 instructions on how to respond to the questionnaire. The main question that the
172 experts were expected to answer was “How would you define a typical young
173 commercial red wine from this particular PGI and score each sensory attribute
174 accordingly?” Despite some reasonable doubts on similar cognitive construct within
175 the panel (Lawless 1997), no training phase or levelling pre-stage was performed. No
176 wine samples were assessed. All experts independently completed individual
177 questionnaires by scoring several sensory attributes that characterized their own
178 expert construct for what is a typical PGI young red wine of each of the 12 Portuguese
179 wine regions.

180 2.4. Data analysis

181 Descriptive statistics (central tendency and dispersion) were computed for each
182 sensory attribute (Scaman *et al.* 1998). Bivariate statistics, such as one-way anova,
183 were performed in order to reveal whether or not there exists an association, the
184 strength of such an association or whether there is a difference between the sensory
185 attributes, when the twelve PGIs are compared. This was followed by the completion
186 of principal components analysis (PCA) with a *varimax* rotation which sought to

187 explore the possibility of reducing the initial amount of sensory variables into fewer
188 dimensions - the principal components (PC). Principal component analysis of sensory
189 data permitted the differentiation among geographic areas (Vilanova and Soto 2005).
190 The number of retained components was based on the Kaiser criterion (according to
191 which the components with an eigenvalue greater than or equal to 1 are retained), and
192 occasionally, the next principal component was also retained. Latent variables
193 encompassing different initial variables found to be highly correlated on each PC were
194 estimated, named accordingly and new descriptive statistics (mean and standard
195 deviation) was computed (see table 1) on the basis of such aggregate latent variables
196 (three initial variables were kept isolated: color intensity, color tonality and aromatic
197 intensity). Given that the central hypothesis of this study anchored on the proximity of
198 some regions in relation to their typical wine sensory profiles, global research of this
199 proximity was assessed by hierarchical cluster analysis (HCA) which is an exploratory
200 data analysis tool that aims at sorting different objects (the 12 PGIs) into groups in a
201 way that the similarity between two objects is maximal if they belong to the same
202 group and minimal otherwise. The squared Euclidean distance was taken as measure
203 of the similarity between the different PGIs, and the complete linkage method
204 algorithm was used to group the PGIs. Raw data from the above-mentioned three
205 initial sensory variables excluded from the PCA, as well the means of the latent sensory
206 variables that emerged from the PCA outcome were lined up as the HCA input.
207 Clustered groups were, finally, sensory-described on the basis of mean scores
208 comparison as the anova results confirmed the statistical robustness of our design (see
209 table 2).

210

211 3. RESULTS AND DISCUSSION

212

213 3.1. Sensory differentiation

214 12 Protected Geographical Indications, memory assessed by the typicality of their
215 respective PGI red wines, were sensory validated since all PGIs showed differences
216 with significant statistical meaning (at least in 1 attribute) which was verified by the
217 anova method, considering one fixed factor: the Geographical Indication. Multivariate
218 statistical methods showed evidence of sensory aggregations between PGIs and

219 extended geographical clusters or macro-zonings with similar sensory profile were
220 proposed. Relative Standard Deviation, also known as Coefficient of Variation (Abdi
221 2010), showed a lower percentage for the majority of the sensory attributes which
222 indicates low variability in the data set means (see table 1).

223 3.2. Representation of Aroma

224 Except for the aromatic intensity assessment, the 18 initial aroma descriptors were
225 grouped into five Principal Components (see table 3) that were named according to
226 the previously reported literature on aromatic series: **PC1 Aredfruitwoody, PC2**
227 **Aripefruit, PC3 Agreenchemical, PC4 Aoverripeness and PC5 Aflorcitrusmineral.**

228 It was possible to find an aggregate sensory measurement that explained 66.7% of
229 the total variance. The simplification procedure that was based on the expert panel
230 assessments may be optimal for macro-zoning profiling purposes in contrast to the
231 previously reported use of highly specific, isolated and less obvious sensory
232 descriptors. This idea is gaining support within the research community (Quandt
233 2007).

234 3.3. Representation of Taste

235 The application of PCA to all tastant and mouthfeel categories simplified the
236 characterization of the taste of the PGI young red wines.

237 The 14 initial taste descriptors were grouped into four principal components (see Table
238 4) that were named according to the classical tastes and contributing research on
239 mouthfeel perceptions, reported above: **PC1 Tdryastringent, PC2 Tsweetviscous, PC3**
240 **Tbittersalty and PC4 Tfullpersistent.**

241 We found an aggregate sensory measurement that explained 75% of the total
242 variance, again supporting the role of the simplified procedure on the tannins tactile
243 range of descriptors (Gawel *et al.* 2001). Wine phenolic derivatives may either taste
244 astringent, bitter or both (Valentova *et al.* 2002). Furthermore, mutual suppression is a
245 fundamental property amongst all tastes. However, this does not occur with
246 astringency (Gawel 1998) because this tactile sensation plays a strong role as a key
247 sensory profiler. Despite the close relationship between bitterness and astringent
248 (Lesschaeve and Noble 2005), our group of experts placed major factor loadings for
249 each one in different principal components hence endorsing the greater sensitivity and

250 lingual acuity of our super-tasters (Pickering and Robert 2006). Although the significant
251 grouping of the originally segmented terms may lead to doubt about their usefulness
252 for providing quality data regarding the astringency of the wines (Gawel *et al.* 2001),
253 our results suggest that the variation in the PC1 *Tdryastringent* that was elicited by the
254 red wines can be differentiated and rated.

255 3.4. Typical wine profiles of the new-found macro-zonings

256 The experts' typicality construct for the PGI red wines from mainland Portugal led to a
257 sensory aggregation of 4 clusters (see Figures 3 and 4) that were named according to
258 their respective geography and a combination of geomorphological and bioclimatic
259 characteristics (Fraga *et al.* 2013) :

260

- **Cluster #1: SOUTHERN** (PGI Pen. Setubal (PS) + PGI Tejo (T) + PGI Alentejano (AL) + PGI Algarve (AG))
 - **Cluster #2: CENTRAL VALLEYS** (PGI Duriense (D) + PGI Terras do Dao (TD))
- **Cluster #3: CENTRAL COAST & PERIPHERAL VALLEYS** (PGI Beira Atlantico (BA) + PGI Lisboa (L)) & (PGI Terras Beira (TB) + PGI Transmontano (TM) + PGI Terras Cister (TC))
 - **(Single PGI) Cluster#4: PGI MINHO (M)**

261

262 The sensory profiles of the red wines from the new-found clustered macro zones in
263 mainland Portugal were described and compared with previous literature.

264 3.4.1. Typical young red wine profile of the SOUTHERN macro-zoning

265 The final sensory attributes reveal some characteristics that sustain the fast clustering
266 dynamics that encompass the 4 SOUTHERN PGIs (PGI Peninsula de Setubal, PGI Tejo,
267 PGI Alentejano and PGI Algarve) (see Figure 4), thus enabling the creation of a typical
268 sensory profile for this macro-zoning (see also Figure 5). In agreement with our results,
269 similar geoviticultural (temperate hot climate, temperate warm nights, and a
270 moderately strong drought) and sensory analysis (high alcohol content, intense
271 aromatic ripe fruity wines) groupings were reported for these same 4 PGIs (Climaco *et*
272 *al.* 2012).

273 3.4.1.1. Color

274 The color tonality got the highest assessment, indicating a Ruby-Garnet hue, and color
275 intensity rated 2nd low. Temperatures of 30°C and higher led to lower anthocyanin
276 synthesis (Mira de Orduña 2010). Lower acidity levels are usually correlated with
277 higher grape pH, although the relation is affected by potassium accumulation, which is
278 itself temperature dependent. At a higher pH, the chalcone form (slightly yellow)
279 increases progressively over the hemiketal (colorless), the quinoidal (blue) and the
280 flavylum cation (red) anthocyanin structures (Alcalde-Eon *et al.* 2006; Kontoudakis *et*
281 *al.* 2011). Comparable to higher maturations, one study showed that raising
282 decreased the lightness and increased the color saturation and tonality (Figueiredo-
283 Gonzalez *et al.* 2013). These findings may explain the ruby-garnet dominant tonality
284 and the low color intensity of typical young red wines from the SOUTHERN macro-
285 zoning.

286 3.4.1.2. Aroma

287 For aroma, the lowest assessments were given to PC3 *Agreenchemical* and PC5
288 *Aflorcitrusmineral*. Inversely, PC1 *Aredfruitwoody* and PC2 *Aripefruit* received higher
289 scores. Published results indicate that a masking effect of vegetative aromas by fruit
290 aromas may occur (Hein *et al.* 2009).

291 The aroma profile showed an intense raisiny and jammy character with dominant black
292 and stone fruit; however, the experts noted that the aromas were also woody, spicy
293 and of young yeasty red fruits. Red wine fruitiness may correlate directly with the
294 ethanol enhancement because studies on red wine aroma have confirmed that when
295 ethanol is enhanced the intensity of the fruity odor increases (Escudero *et al.* 2007).
296 Additionally, the existence of inodorous constituents in red grape skins, which are
297 extractible by ethanol and transformed by yeasts, produced a specific aroma of red-
298 and black-berry fruit in the finished wines (Pineau *et al.* 2011). The SOUTHERN macro-
299 zoning ranked second on the aromatic intensity scale and received the lowest scores
300 for mineral, floral and citrus fruit. Chemical and vegetal notes were almost
301 nonexistent.

302 3.4.1.3. Taste

303 For taste, the lowest assessment was given to PC1 *Tdrystringent*, and the highest
304 assessment was given to PC2 *Tsweetviscous*.

305 The taste characterization demonstrated a clear typicality for the sweet and oily
306 intensive textures, which are higher alcohol-driven tactile sensations, with a weakness
307 in the fresh acidic taste and tannin smoothness. Lower levels of dry, astringent, rough
308 and grain tannin-related mouthfeels are frequent in these medium bodied immediate
309 southern red wines. An oily viscosity enhancement results in a smoother palate texture
310 (Jones *et al.* 2008) and reduces the astringency (Gawel 1998). Wines with high levels of
311 polysaccharides tend to decrease the impact of the bitterness and astringency
312 (Carvalho *et al.* 2006). The phenol composition may be due to macro-zoning
313 differentiation because the amount of epigallocatechin (EGC) was negatively
314 correlated with the perceived astringency (Quijada-Morín *et al.* 2012) and could
315 decrease the coarse perception (Vidal *et al.* 2004). PC2 *Tsweetviscous* encompassed
316 alcohol, sweet taste, smooth mouthfeel and oily mouthcoat sensations as positively
317 correlated; however, published results from other researchers indicate that ethanol
318 and glycerol do not significantly contribute to viscous mouthfeel (Runnebaum *et al.*
319 2011).

320

321 3.4.2. Typical young red wine profile of the CENTRAL VALLEYS macro-zoning

322 A portion of inner center-northern Portugal was sensory-zoned. PGI Terras do Dao and
323 PGI Terras do Douro were immediately clustered and named CENTRAL VALLEYS
324 because of their centered geography on the mountainous continental plateau (see
325 Figure 4).

326 The CENTRAL VALLEYS macro-zoning was presented as an immediate clustering
327 output. According to the cluster analysis method and based on the related isolated and
328 aggregate means, the sensory profile is explained using the following characterizations
329 (see also Figure 5):

330 3.4.2.1. Color

331 For color, the 2nd lowest assessment was for *C Tonality*, indicating a Purple-Ruby hue,
332 and the 2nd highest assessment was for *C Intensity*.

333 The color tonality is typically Purple/Ruby, which is characteristic of fresh/cool
334 continental regions with extreme thermal amplitudes, and this explains the high color
335 intensities (Mateus *et al.* 2002).

336 3.4.2.2. Aroma

337 For the aroma, there was a strong typicality with the 3 highest assessments for
338 *Aintensity*, *Aoverripeness* and *Aflorcitrusmineral*.

339 The red wine aromatic intensity (*Aintensity*) was the highest for the CENTRAL VALLEYS
340 macro-zoning. Additionally, the floral and citrus fruit notes (*PC5 Aflorcitrusmineral*)
341 may be related to the *Touriga Nacional* cultivar (representative of PGI Terras do Dão
342 and PGI Duriense) because they exhibited maximum scores (Guedes-de-Pinho *et al.*
343 2007). The highest mineral character (Heymann *et al.* 2014) and the exhibited essence
344 of dried fruits and flowers from *PC4 Aoverripeness* are attributes that may result from
345 the heterogeneous mountain that is known to have significant gaps in altitude and
346 semi-arid locations, especially near the Spanish border (Magalhães *et al.* 1995). This
347 may explain the observed proximity with the Southern regions, as shown in the
348 clustering dendogram (Figure 3).

349 3.4.2.3. Taste

350 For taste, the lowest assessment was for *PC3 Tbittersalty*, and the highest assessment
351 was for *PC4 Tfullpersistent*.

352 The taste characterization exhibited a clear typicality based on the extremely long
353 persistence, which relates with the highest assessment of fullness. This feature may
354 relate to the high grape density and phenolic content (Fernandes *et al.* 2010;
355 Kontoudakis *et al.* 2011). Both the main yeast polysaccharides (mannoproteins) and
356 the principal grape polysaccharides (arabinogalactan-proteins and
357 rhamnogalacturonans) increase the perception of body (Vidal *et al.* 2004). Recently, an
358 expert panel analysis demonstrated that the wine matrix affects finish duration and
359 the acceptance of that finish, with ethanol playing a greater role than tannin (Baker
360 and Ross 2014). Similar to the Southern reds, wines from the CENTRAL VALLEYS
361 exhibited the lowest salty, bitter and bubbly sensation levels, suggesting the partial
362 proximity. The bitterness intensities elicited by ethanol–sugar mixtures are lower than

363 those elicited by unmixed ethanol solutions (Nurgel and Pickering 2006), these findings
364 in perfect alignment with our results.

365

366 3.4.3. Typical young red wine profile of the CENTRAL COAST & PERIPHERAL VALLEYS
367 macro-zoning

368 For the remaining continental PGIs, which are listed under the PERIPHERAL VALLEYS
369 cluster, they were sensory-assessed similar to the CENTRAL COAST PGIs, and the data
370 were combined (see Figure 4). Interestingly, the late PGI Beiras, which encompass the
371 administrative merging of coastal and inner wine regions (PGI Terras da Beira (TB), PGI
372 Terras de Cister (TC) and PGI Beira Atlantico (BA)), was officially extinct after the
373 harvest of 2011.

374 3.4.3.1. Color

375 The color tonality of the red wines was rated from Purple/Ruby to Ruby/Garnet,
376 halfway between typical fresh and warm region hues. Indeed, this peripheral setting
377 includes a vast macro-zoning border that may explain the wider values observed in our
378 results. The color intensity received the lowest score.

379 3.4.3.2. Aroma

380 The aromatic intensity of PERIPHERAL VALLEYS & CENTRAL COAST red wines was the
381 lowest amongst all of the macro-zonings, which is another difference with the
382 neighboring Central Valleys and is a similarity with the Northern-coastal PGI Minho.

383 3.4.3.3. Taste

384 The taste characterization showed long mouthfeel persistence, and it ranked second
385 highest for the assessment of full bodied taste, a feature that is similar to the
386 neighboring Central Valleys. The levels of salty, bitter and tactile bubbly were slightly
387 increased, suggesting a similarity with the Northern-coastal PGI Minho and some
388 typicality in the acidic-fresh sensory profile (see also Figure 5).

389

390 3.4.4. Typical young red wine profile of the single-clustered PGI MINHO

391 The northern-coastal PGI MINHO is a wine region where the world-renowned PDO
392 Vinho Verde is located. This region presented the highest primary typicality

393 assessments, according to the stand-alone cluster analysis results (see Figure 4). This
394 result was strongly supported by 10 of the 12 analyzed variables that had extreme
395 scores. Similar observations were previously reported by Climaco *et al.* (2012), which
396 were based on their geoviticultural multicriteria climatic classification system (Tonietto
397 and Carbonneau 2004) and sensory analysis. The sensory attributes revealed
398 characteristics that allowed clustering dynamics and helped establish a typical sensory
399 profile:

400 3.4.4.1. Color

401 For color, the highest assessment was for *C Intensity*, and the lowest assessment was
402 for *C Tonality*, indicating a Violet-Purple hue.

403 The high intensity is related to the inky local red cultivar, *Vinhão*, which has been
404 shown to have anthocyanin levels that are twenty four times higher than other
405 cultivars (Dopico-García *et al.* 2008). A correlation between the anthocyanic content
406 and the bitterness that is elicited was recently published (Gonzalo-Diago *et al.* 2014).
407 Moreover, the lowest assessment for PC2 *Tsweetviscous* correlates with the highest
408 acidity levels, and it thus correlates with the lowest pH, explaining the highest content
409 of the colored anthocyanins (Kontoudakis *et al.* 2011). The tonality assessment that
410 indicated a violet-purple hue is aligned with the first-year consumption of extremely
411 young reds (Hernández *et al.* 2009), which is typical of PGI Minho and its inner PDO
412 Vinho Verde.

413 3.4.4.2. Aroma

414 Aroma was considered to be typical as the experts scored one highest assessment for
415 PC3 *Agreenchemical* and 3 lowest assessments for PC1 *Aredfruitwoody*, PC2 *Aripefruit*
416 and PC4 *Aoverripeness*.

417 The aromatic profile is built on several extreme assessments. The high levels of green
418 and chemical notes and the low levels of ripe fruit may relate to the cool climate and
419 the low ripening conditions (Gómez-Míguez *et al.* 2007). An average intensity was
420 found for the PGI MINHO red wines with an extremely low presence of woody, spicy
421 and young yeasty red fruit notes.

422 3.4.4.3. Taste

423 The taste was considered to be typical as the experts scored the highest assessment
424 for PC1 *Tdryastringent* and PC3 *Tbittersalty* and the lowest assessment for PC2
425 *Tsweetviscous* and PC4 *Tfullpersistent*.

426 Located on the extreme northwest corner of mainland Portugal, the PGI MINHO
427 sensory profile exhibited typical gustatory characteristics, such as the highest intensity
428 of dryness, astringency, roughness and grain tannin mouthfeel, which are related to
429 the greener ripeness (Sun *et al.* 2001). Polyphenols are recognized as substances that
430 provide astringency sensation. However, other substances such as organic acids,
431 sugars and ethanol can also influence this sensation (Goldner and Zamora 2010). The
432 fresh profile was amplified to its peak by the highest presence of salty, bitter and
433 bubbly sensations. The bubbly sensations were due to typical carbonic gas addition.
434 Inversely, these reds were assessed as light bodied wines with a fair persistence, low
435 alcohol-driven tactile sensations, and reduced tannin smoothness. The lowest
436 assessments were for sweet and oily textures. The highest assessment of astringency
437 occurred for the low alcoholic wines (Fontoin *et al.* 2008). The maximal rate of fresh
438 acidic taste was found for the PC2 *Tsweetviscous*, and this is also typical of the PGI
439 MINHO profile (see also Figure 5). Furthermore, the lack of ethanol and
440 proanthocyanidins greatly increased the perceived acidity (Gonzalo-Diago *et al.* 2013).
441 The combination of the effect of excess acidity and astringency was termed *Green* by a
442 panel of experienced wine-tasters (Gawel *et al.* 2001). Acidity reduces the perception
443 of body (Jackson 2014). The results of this study contradict the reports of enhanced
444 bitterness by alcohol (Fischer and Noble 1994), although some authors suggest that
445 alcohol may suppress the bitter taste when held in the mouth (Le Berre *et al.* 2007).

446 3.5 Astringency vs. Bitterness: a novel macro-scale orthogonal approach

447 The fact that four PCs - **PC1 *Tdryastringent*, PC2 *Tsweetviscous*, PC3 *Tbittersalty* and**
448 **PC4 *Tfullpersistent*** – explained 75% of the total variance of our experiment, justified
449 further research on potential correlation with an orthogonal mapping of the leading
450 sensory attributes of each PC, envisaging red wine PGI typicality. Pearson Correlation
451 was computed between those four PCs (table 5) and results showed expected
452 significant correlation between PC1 and PC2. The coefficient of -0.957 (close to
453 maximum -1) between PC1 *Tdryastringent* and PC2 *Tsweetviscous* reflected a strong

454 linear mapping of mainland Portugal PGIs, enabling a clear sensory profiling statement,
455 virtually with a North-South reading, as shown in Figure 6a. Astringency was assessed
456 as drier and rougher in the north and smoother in the South. The bi-plot in figure 6a
457 also showed a clear northward decrease in alcohol content. Conversely, acidity was
458 enhanced northwards. The sensory measure PC3 *Tbittersalty* included bitterness,
459 saltiness and fizziness (natural or added CO₂) perceptions as its leading scores. The
460 interpretation must be merely indicative, as the explained variance was weaker than
461 PC1 and PC2 levels; however, those three aggregate perceptions seemed to act as key
462 profilers for sensory differentiation, as showed in figures 6b and 6c. This finding even
463 became statistically significant as a negative correlation of PC3 *Tbittersalty* with PC2
464 *Tsweetviscous* may suggest an inland to coastal increase in bitterness, leading to a
465 well-defined cluster including super humid coastal PGI Minho and temperate coastal
466 PGI Beira Atlantico and PGI Lisboa, as well as a surprising stand-alone southern coastal
467 region (PGI Peninsula de Setubal), which was replaced, in its customary cluster, by a
468 sweet, lowest bitter-salty, north-continental PGI Duriense (figure 6c). The nationwide
469 differentiation of astringency and bitterness introduced an orthogonal reading (N
470 north- S south vs. E inland-W coastal, respectively), rather than a linear one, these
471 findings adding novelty to sensory research. The weakest contributing PC4
472 *Tfullpersistent* presented several inverse scores when compared to PC3 *bittersalty*
473 (figure 6d) and this finding, lacking statistical significance, may justify new and
474 comprehensive studies to confirm the following orthogonal sensory mapping **PC1**
475 **(northward) – PC2 (southward) – PC3 (coastal westward) – PC4 (inland eastward)**,
476 the geographical reading showed in figure 1.

477 4. CONCLUSIONS

478 Although the results on wine typicality and territorial clustering might be considered
479 encouraging in terms of future research within this unexplored macro-scale sensory
480 profiling investigation, several vulnerabilities and limitations were stated and
481 discussed. In this study, the sensory profiling validity and results were analyzed based
482 on a conceptual memory construct of several attributes, including Color, Aroma and
483 Taste. Four macro-zonings, encompassing the 12 mainland Portugal Protected
484 Geographical Indications, were found, and the typicality differences were statistically

485 validated and sensory described. PGI MINHO was found to be the most typical of all
486 PGIs, with several extreme rates for the Color, Aroma and Taste. Including the four
487 Mediterranean PGIs, the SOUTHERN cluster presented several extreme sensory
488 assessments that were in opposition to the single-clustered PGI MINHO's profile. Color
489 tonality, alcohol, acidity, bitterness and astringency were mutually related, and their
490 respective variations were expressed as key profilers for the regional macro-zoning
491 differentiation. Bitterness and astringency were found sensory different and orthogonally
492 related in a macro-scale geography, as bitterness was primarily affected by inland-coastal
493 influence, this finding to be considered novel.

494 In a small country such as Portugal that encompasses low-yield viticulture and
495 dominance of old vines in small parcels that are owned by small producers, scientific
496 research studies on macro-zoning and, specifically, on sensory profiles of PGI certified
497 wines is of value for the promotion of further debates on scale factors. Consequently,
498 such studies may lead to significant impacts for several areas, such as in wine
499 certification (3 to 5 certification boards instead of 12), the admission of trans-regional
500 wine certification for high volume brands and the optimized communication and
501 marketing of these products. The results could lead to condensed information on
502 typicality, which may allow Portuguese wines to reach a larger group of consumers.

503

504 References

505

506 Abdi, H. (2010). Coefficient of variation. In *Encyclopedia of Research Design* (pp. 1–5).
507 SAGE.

508 Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailon, M. T., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C.
509 (2006). Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity
510 and ageing - A comprehensive study. *Anal. Chim. Acta*, **563**(1-2), 238–254.

511 Baker, A. K., & Ross, C. F. (2014). Sensory Evaluation of Impact of Wine Matrix on Red
512 Wine Finish: A Preliminary Study. *J. Sens. Stud.*, (29), 139–148.

513 Ballester, J., Abdi, H., Langlois, J., Peyron, D., & Valentin, D. (2009). The Odor of Colors:
514 Can Wine Experts and Novices Distinguish the Odors of White, Red, and Rosé
515 Wines? *Chemosens. Percept.*, **2**(4), 203–213.

- 516 Ballester, J., Patris, B., Symoneaux, R., & Valentin, D. (2008). Conceptual vs. perceptual
517 wine spaces: Does expertise matter? *Food Qual. Prefer.*, **19**(3), 267–276.
- 518 Campo, E., Do, B. V., Ferreira, V., & Valentin, D. (2008). Aroma properties of young
519 Spanish monovarietal white wines: a study using sorting task, list of terms and
520 frequency of citation. *Aust. J. Grape Wine Res.*, **14**(2), 104–115.
- 521 Carlucci, A., & Monteleone, E. (2008). A procedure of sensory evaluation for describing
522 the aroma profile of single grape variety wines. *J. Sens. Stud.*, **23**(6), 817–834.
- 523 Carvalho, E., Mateus, N., Plet, B., Pianet, I., Dufourc, E., & De Freitas, V. (2006).
524 Influence of wine pectic polysaccharides on the interactions between condensed
525 tannins and salivary proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 8936–8944.
- 526 Catarino, S., Madeira, M., Monteiro, F., Trancoso, I. M., & Martins, P. (2012).
527 Geographical origin of wines based on elemental composition. In *XXXIVth World
528 Congress of Vine and Wine General Assembly of OIV*. Porto.
- 529 Chollet, S., & Valentin, D. (2000). Impact of training on beer flavor perception and
530 description: are trained and untrained subjects really different? *J. Sens. Stud.*,
531 **16**(2001), 601–618.
- 532 Chrea, C., Melo, L., Evans, G., Forde, C., Delahunty, C., & Cox, D. N. (2011). An
533 investigation using three approaches to understand the influence of extrinsic
534 product cues on consumer behavior: An example of Australian wines. *J. Sens.
535 Stud.*, **26**(1), 13–24.
- 536 Climaco, P., Ricardo-da-Silva, J., Laureano, O., Castro, R., & Tonietto, J. (2012). O Clima
537 Viticola das Principais Regioes Produtoras de Uvas para Vinho de Portugal. In *O
538 Clima Viticola das Principais Regioes Produtoras de Uvas para Vinho de Portugal
539* (CYTED). Madrid.
- 540 Costa, J. C., Aguiar, C., Capelo, J. H., Lousã, M., & Neto, C. (1990). Biogeografia de
541 Portugal Continental. *Quercetea*.
- 542 Courcoux, P., Qannari, E. M., & Faye, P. (2015). *Rapid Sensory Profiling Techniques*.
543 *Rapid Sensory Profiling Techniques*. Elsevier.
- 544 Dopico-García, M. S., Figue, A., Guerra, L., Afonso, J. M., Pereira, O., Valentão, P., ...
545 Seabra, R. M. (2008). Principal components of phenolics to characterize red Vinho
546 Verde grapes: anthocyanins or non-coloured compounds? *Talanta*, **75**(5), 1190–
547 202.
- 548 Endrizzi, I., Aprea, E., Biasioli, F., Corollaro, M. L., Demattè, M. L., Penasa, M., Gasperi,
549 F. (2013). Implementing Sensory Analysis Principles in the Quality Control of PDO
550 Products: A Critical Evaluation of a Real-World Case Study. *J. Sens. Stud.*, **28**(1),
551 14–24.

- 552 Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2007). Analytical
553 Characterization of the Aroma of Five Premium Red Wines . Insights into the Role
554 of Odor Families and the Concept of Fruitiness of Wines. *J. Agric. Food Chem.*,
555 (55), 4501–4510.
- 556 Etaio, I., Albisu, M., Gaston, E., Ojeda, M., & Schlich, P. (2007). the Description of
557 Young Red Wines From. *J. Sens. Stud.*, **23**(2008), 631–655.
- 558 Fernandes, P., Cruz, A., Vieira, C., Castro, J., Lopes, D., Lucas, C., Castro, R. (2010).
559 Comportamento Agronómico e Enológico das Castas Syrah e Touriga Nacional em
560 seis “Terroirs” de Portugal. In *8º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo* (pp. 143–
561 153). Évora.
- 562 Figueiredo-Gonzalez, M., Cancho-Grande, B., & Simal-Gandara, J. (2013). Evolution of
563 colour and phenolic compounds during Garnacha Tintorera grape raisining. *Food*
564 *Chem.*, **141**, 3230–3240.
- 565 Fischer, U., Christmann, M., Heeß, U., Hoffmann, U., Eisenbarth, J., & Tesch, H. (1999).
566 Development of an Aroma Wheel for German White and Red Wines. In *24th OIV*
567 *World Vine and Wine Congress* (Vol. Section 2, pp. 201–207). Mainz.
- 568 Fischer, U., & Noble, A. C. (1994). The Effect of Ethanol, Catechin Concentration and pH
569 on Sourness and Bitterness of Wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(1), 6–10. Retrieved
570 from <Go to ISI>://WOS:A1994NC22400002
- 571 Fontoin, H., Saucier, C., Teissedre, P.-L., & Glories, Y. (2008). Effect of pH, ethanol and
572 acidity on astringency and bitterness of grape seed tannin oligomers in model
573 wine solution. *Food Qual. Prefer.*, **19**(3), 286–291.
- 574 Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Jones, G. V., Alves, F., Pinto, J. G., &
575 Santos, J. A. (2013). Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine
576 regions: present and future scenarios. *Reg. Environ. Chang.*, **14**(1), 295–306.
- 577 Gawel, R. (1998). Red wine astringency: a review. *Aust. J. Grape Wine Res.*, (4), 74–95.
- 578 Gawel, R., Campus, W., & Osmond, G. (1997). the Use of Language By Trained and
579 Untrained Experienced Wine Tasters. *J. Sens. Stud.*, **12**(08), 267–284.
- 580 Gawel, R., Iland, P. G., & Francis, I. L. (2001). Characterizing the astringency of red
581 wine: a case study. *Food Qual. Prefer.*, **12**(1), 83–94.
- 582 Gawel, R., Oberholster, a., & Francis, I. L. (2000). A “Mouth-feel Wheel”: terminology
583 for communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Aust. J. Grape Wine*
584 *Res.*, **6**(3), 203–207.
- 585 Goldner, M. C., & Zamora, M. C. (2007). Sensory characterization of vitis vinifera cv.
586 Malbec wines from seven viticulture regions of Argentina. *J. Sens. Stud.*, **22**(5),
587 520–532.

- 588 Goldner, M. C., & Zamora, M. C. (2010). Effect of polyphenol concentrations on
589 astringency perception and its correlation with gelatin index of red wine. *J. Sens.*
590 *Stud.*, **25**(5), 761–777.
- 591 Gómez-Míguez, M. J., Cacho, J. F., Ferreira, V., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007).
592 Volatile components of Zalema white wines. *Food Chem.*, **100**, 1464–1473.
- 593 Gonzalo-diago, A., Dizy, M., & Fernandez-Urbano, P. (2013). Taste and Mouthfeel
594 Properties of Red Wines Proanthocyanidins and Their Relation to the Chemical
595 Composition. *J. Agric. Food Chem.*, (**61**), 8861–8870.
- 596 Gonzalo-Diago, A., Dizy, M., & Fernández-Zurbano, P. (2014). Contribution of low
597 molecular weight phenols to bitter taste and mouthfeel properties in red wines.
598 *Food Chem.*, **154**, 187–198.
- 599 Guedes-de-Pinho, P., Falqué, E., Castro, M., E Silva, H. O., Machado, B., & Ferreira, A. C.
600 S. (2007). Further Insights into the Floral Character of Touriga Nacional Wines. *J.*
601 *Food Sci.*, **72**(6), S396–S401.
- 602 Hein, K., Ebeler, S. E., & Heymann, H. (2009). Perception of fruity and vegetative
603 aromas in red wine. *J. Sens. Stud.*, **24**(3), 441–455.
- 604 Hernández, B., Sáenz, C., de la Hoz, J. F., Alberdi, C., Alfonso, S., & Diñeiro, J. M. (2009).
605 Assessing the color of red wine like a taster's eye. *Color Res. Appl.*, **34**(2), 153–
606 162.
- 607 Heymann, H., Hopfer, H., & Bershaw, D. (2014). An exploration of the perception of
608 minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *J. Sens.*
609 *Stud.*, **29**(1), 1–13.
- 610 Heymann, H., Machado, B., Torri, L., & Robinson, a. L. (2012). How many judges should
611 one use for sensory descriptive analysis? *J. Sens. Stud.*, **27**(2), 111–122.
- 612 Hughson, a, & Ashman, H. (2004). Mind-Sets of the Wine Consumer. *J. Sens. Stud.*,
613 **19**(2004), 85–105.
- 614 Jackson, R. S. (2014). *Wine Science. Wine Science, Principles and Applications.*
615 Academic Press.
- 616 Jervis, M. G., & Drake, M. a. (2014). The use of qualitative research methods in
617 quantitative science: A review. *J. Sens. Stud.*, **29**(4), 234–247.
- 618 Jones, P. R., Gawel, R., Francis, I. L., & Waters, E. J. (2008). The influence of interactions
619 between major white wine components on the aroma, flavour and texture of
620 model white wine. *Food Qual. Prefer.*, **19**(6), 596–607.

- 621 Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J. M., De Freitas, V., & Zamora, F.
622 (2011). Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine
623 composition and quality. *Food Chem.*, **124**(3), 767–774.
- 624 Kontoudakis, N., Gonzalez, E., Gil, M., Esteruelas, M., Fort, F., Miquel Canals, J., &
625 Zamora, F. (2011). Influence of Wine pH on Changes in Color and Polyphenol
626 Composition Induced by Micro-oxygenation. *J. Agric. Food Chem.*, **59**(5), 1974–
627 1984.
- 628 Lawless, H. (1997). Evaluation of wine quality using a small panel hedonic scaling
629 method. *J. Sens. ...*, **12**(1992), 317–332. Retrieved from
630 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-459X.1997.tb00070.x/abstract>
- 631 Lawless, L. J. R., & Civille, G. V. (2013). Developing Lexicons: A review. *J. Sens. Stud.*,
632 **28**(4), 270–281.
- 633 Lawless, L. J. R., Hottenstein, A., & Ellingsworth, J. (2012). The McCormick spice wheel:
634 A systematic and visual approach to sensory lexicon development. *J. Sens. Stud.*,
635 **27**(1), 37–47.
- 636 Le Berre, E., Atanasova, B., Langlois, D., Etiévant, P., & Thomas-Danguin, T. (2007).
637 Impact of ethanol on the perception of wine odorant mixtures. *Food Qual. Prefer.*,
638 **18**(6), 901–908.
- 639 Lesschaeve, I., & Noble, A. C. (2005). Polyphenols: factors influencing their sensory
640 properties and their effects on food and beverage preferences. *Am. J. Clin. Nutr.*,
641 **81**(1 Suppl), 330S–335S. Retrieved from
642 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15640499>
- 643 Magalhães, N., Oliveira, A., & Caeiro, L. (1995). Contributo para a caracterização
644 climática das Regiões Vitícolas de Portugal Continental. In *3^o Simpósio de*
645 *Vitivinicultura do Alentejo* (Vol. 1, pp. 81–90). Évora.
- 646 Maitre, I., Symoneaux, R., Jourjon, F., & Mehinagic, E. (2010). Sensory typicality of
647 wines: How scientists have recently dealt with this subject. *Food Qual. Prefer.*,
648 **21**(7), 726–731.
- 649 Mateus, N., Machado, J. M., & de Freitas, V. (2002). Development changes of
650 anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration
651 in respective wines. *J. Sci. Food Agric.*, **82**(14), 1689–1695.
- 652 McCloskey, L. P., Sylvan, M., & Arrhenius, S. P. (1996). Descriptive analysis for wine
653 quality experts determining appellations by Chardonnay wine aroma. *J. Sens.*
654 *Stud.*, **11**(1996), 49–67.
- 655 Minnaar, P. P., & Booyse, M. (2004). Differentiation Between Wines According to
656 Geographical Regions in the Western Cape (South Africa) Using Multivariate

- 657 Analyses Based on Selected Chemical Parameters in Young Red Wines. *South*
658 *African J. Enol. Vitic.*, **25(2)**, 89–93.
- 659 Noble, A. C., Arnold, R. A., Buechsenstein, J., Leach, E. J., Schmidt, J. O., & Stern, P. M.
660 (1987). Modification of a Standardized System of Wine Aroma Terminology. *Am. J.*
661 *Enol. Vitic.*, **38(2)**, 143–146.
- 662 Nurgel, C., & Pickering, G. (2006). Modeling of sweet, bitter and irritant sensations and
663 their interactions elicited by model ice wines. *J. Sens. Stud.*, **21(5)**, 505–519.
- 664 Parr, W. V, Heatherbell, D., & White, K. G. (2002). Demystifying wine expertise:
665 olfactory threshold, perceptual skill and semantic memory in expert and novice
666 wine judges. *Chem. Senses*, **27(8)**, 747–55. Retrieved from
667 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12379599>
- 668 Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pagès, J. (2008).
669 Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case
670 of ten wines from Loire valley. *Food Qual. Prefer.*, **19(1)**, 1–11.
- 671 Pickering, G. J., & Robert, G. (2006). Perception of mouthfeel sensations elicited by red
672 wine are associated with sensitivity to 6-N-propylthiouracil. *J. Sens. Stud.*, **21(3)**,
673 249–265.
- 674 Piclin, N., Pintore, M., Lanza, C., Scacco, A., Guccione, S., Giurato, L., & Chrétien, J. R.
675 (2007). Sensory Analysis of Red Wines : Discrimination By Adaptive Fuzzy
676 Partition. *J. Sens. Stud.*, **23(2008)**, 558–569.
- 677 Pineau, B., Barbe, J. C., Van Leeuwen, C., & Dubourdieu, D. (2011). Contribution of
678 grape skin and fermentation microorganisms to the development of red- and
679 black-berry aroma in merlot wines. *J. Int. Des Sci. La Vigne Du Vin*, **45(January)**,
680 27–37.
- 681 Potter, M. C. (1993). Very short-term conceptual memory. *Mem. Cognit.*, **21(2)**, 156–
682 161.
- 683 Prescott, J. (1999). Flavour as a psychological construct: implications for perceiving and
684 measuring the sensory qualities of foods. *Food Qual. Prefer.*, **10(4-5)**, 349–356.
- 685 Quandt, R. (2007). On Wine Bullshit: Some New Software? *J. Wine Econ.*, **2(2)**, 129–
686 135.
- 687 Quijada-Morín, N., Regueiro, J., Simal-Gándara, J., Tomás, E., Rivas-Gonzalo, J. C., &
688 Escribano-Bailón, M. T. (2012). Relationship between the sensory-determined
689 astringency and the flavanolic composition of red wines. *J. Agric. Food Chem.*, **60**,
690 12355–12361.
- 691 Rodrigues, S. M., Otero, M., Alves, A. A., Coimbra, J., Coimbra, M. A., Pereira, E., &
692 Duarte, A. C. (2011). Elemental analysis for categorization of wines and

- 693 authentication of their certified brand of origin. *J. Food Compos. Anal.*, **24(4-5)**,
694 548–562.
- 695 Ross, C. F., Weller, K. M., & Alldredge, J. R. (2012). Impact of Serving Temperature on
696 Sensory Properties of Red Wine as Evaluated Using Projective Mapping by a
697 Trained Panel. *J. Sens. Stud.*, **27(6)**, 463–470.
- 698 Runnebaum, R. C., Boulton, R. B., Powell, R. L., & Heymann, H. (2011). Key constituents
699 affecting wine body - an exploratory study. *J. Sens. Stud.*, **26(1)**, 62–70.
- 700 Scaman, C. H., Dou, J., Cliff, M. a., Yuksel, D., & King, M. C. (1998). Evaluation of Wine
701 Competition Judge Performance Using Principal Component Similarity Analysis. *J.*
702 *Sens. Stud.*, **16(2001)**, 287–300.
- 703 Stone, H. (2015). *Rapid Sensory Profiling Techniques. Rapid Sensory Profiling*
704 *Techniques*. Elsevier.
- 705 Sun, B., Ricardo-Da-Silva, J. M., & Spranger, M. I. (2001). Quantification of catechins
706 and proanthocyanidins in several Portuguese grapevine varieties and red wines.
707 *Cienc. E Tec. Vitivinic.*, **16(1)**, 23–34.
- 708 Sun, B., Sa, M., Leandro, C., Caldeira, I., Duarte, F., & Spranger, M. I. (2013). Reactivity
709 of Polymeric Proanthocyanidins toward Salivary Proteins. *J. Agric. Food Chem.*,
710 **(61)**, 939–946.
- 711 Tempere, S., Hamtat, M. L., Bougeant, J. C., de Revel, G., & Sicard, G. (2014). Learning
712 Odors: The Impact of Visual and Olfactory Mental Imagery Training on Odor
713 Perception. *J. Sens. Stud.*, **29(6)**, 435–449.
- 714 Tonietto, J., & Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for
715 grape-growing regions worldwide. *Agric. For. Meteorol.*, **124(1-2)**, 81–97.
- 716 Tonietto, J., Ruiz, V. S., Zanús, M. C., & Montes, C. (2014). The Effect of Viticultural
717 Climate on Red and White Wine Typicity. Characterization in Ibero-American
718 grape-growing regions. *J. Int. La Sci. La Vigne Du Vin*, **(Special Laccave)**, 19–23.
- 719 Urdapilleta, I., Parr, W., Dacremont, C., & Green, J. (2011). Semantic and perceptive
720 organisation of Sauvignon blanc wine characteristics: Influence of expertise. *Food*
721 *Qual. Prefer.*, **22(1)**, 119–128.
- 722 Valentova, H., Skrovankova, S., Panovska, Z., & Pokorny, J. (2002). Time-intensity
723 studies of astringent taste. *Food Chem.*, **78(1)**, 29–37.
- 724 Varela, P., & Gámbaro, A. (2006). Sensory descriptive analysis of Uruguayan Tannat
725 wine: Correlation to quality assessment. *J. Sens. Stud.*, **21(2)**, 203–217.

- 726 Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., & Waters, E.
727 (2004). The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine
728 like medium. *Food Chem.*, **85**, 519–525.
- 729 Vilanova, M. (2006). Acceptability of Godello Wines From Valdeorras. *J. Sens. Stud.*, **21**,
730 362–372.
- 731 Vilanova, M., & Soto, B. (2005). The impact of geographic origin on sensory properties
732 of *Vitis Vinifera* cv. Mencía. *J. Sens. Stud.*, **20**, 503–511.
- 733

734 Figure captions

735 Figure 1: Protected geographical wine regions (and their respective inner PDOs) in
736 mainland Portugal.

737

738 Figure 2: Short excerpt from the sensory questionnaire

739

740 Figure 3: Dendogram showing the distance between PGIs (PS - Peninsula de Setubal, T -
741 Tejo, AG - Algarve, AL, Alentejano, D - Duriense, TD - Terras do Dao, BA - Beira
742 Atlantico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira, TM - Transmontano, TC - Terras de Cister, M
743 – Minho)

744

745 Figure 4: Four macro-zoning clusters from the experimental design on sensory
746 typicality

747

748 Figure 5: Web representation of the red wine sensory attribute means per immediate
749 cluster

750

751 Figure 6: Standardized score bi-plots of the four aggregate tastant variables over 12
752 PGIs (PS - Peninsula de Setubal, T - Tejo, AG - Algarve, AL - Alentejano, D - Duriense, TD
753 - Terras do Dão, BA - Beira Atlântico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira, TM -
754 Transmontano, TC - Terras de Cister, M – Minho).

Table 1: Mean and Standard Deviation of scores on all final sensory attributes by PGI, after PCA. Includes Relative Standard Deviation.

		Color Tonality	Color Intensity	Aroma Intensity	(PC1) A redfruitwoody	(PC2) A ripefruit	(PC3) A greenchemical	(PC4) A overripeness	(PC5) A flor citrusmineral	(PC1) T dryastringent	(PC2) T sweetviscous	(PC3) T bittersalty	(PC4) T fullpersistent
Algarve	Mean	3,00	6,19	6,13	4,50	5,77	2,80	2,84	2,77	3,31	6,48	1,54	5,38
	SD	0,37	0,98	1,02	1,69	1,52	1,18	1,61	1,35	1,58	0,56	0,98	0,85
Alentejano	Mean	2,70	7,30	7,15	4,79	6,95	3,48	3,85	2,87	3,43	6,68	1,57	6,00
	SD	0,47	0,73	0,88	1,45	1,10	1,31	1,90	1,06	1,05	0,72	0,97	1,04
Beira Atlântico	Mean	2,00	5,65	5,30	4,07	3,28	4,93	3,33	3,80	5,73	3,24	3,12	5,60
	SD	0,46	1,39	1,08	1,13	1,22	1,51	1,40	1,25	1,34	0,63	1,43	0,95
Duriense	Mean	1,65	7,55	6,95	4,71	6,04	3,81	3,48	4,77	4,61	5,66	1,58	7,05
	SD	0,59	1,00	0,89	1,34	1,15	1,48	1,35	1,63	1,26	0,81	1,09	0,81
Lisboa	Mean	1,82	6,35	5,35	4,25	4,13	4,31	2,91	3,61	5,18	4,18	2,63	5,35
	SD	0,64	1,46	0,79	1,36	1,17	1,25	1,28	1,58	1,12	0,89	1,05	0,70
Minho	Mean	1,11	8,58	5,84	2,93	3,24	5,26	1,89	3,35	6,43	2,43	3,79	5,03
	SD	0,32	1,64	1,71	1,19	1,39	1,73	1,14	1,81	1,43	0,87	1,45	1,52
Península Setúbal	Mean	2,76	6,24	6,12	4,84	5,46	3,87	3,56	3,47	3,66	5,93	2,31	5,50
	SD	0,44	0,90	0,86	1,38	1,44	1,53	1,69	1,73	1,33	0,69	1,49	0,85
Tejo	Mean	2,84	6,32	6,05	4,73	5,09	3,95	2,95	3,32	4,26	5,37	1,79	5,47
	SD	0,37	0,58	0,91	1,35	0,92	1,48	1,61	1,68	1,64	0,62	1,25	0,75
Terras da Beira	Mean	2,32	6,16	5,74	4,13	4,21	3,96	3,08	4,39	5,07	4,52	1,95	6,08
	SD	0,67	1,17	0,93	1,22	1,13	1,57	1,56	1,42	1,28	0,76	1,22	0,69
Terras de Cister	Mean	2,60	5,10	5,20	3,74	3,45	3,73	2,70	3,77	5,03	3,94	2,20	5,55
	SD	0,52	0,99	1,03	1,19	1,14	1,08	0,98	1,24	1,42	0,67	1,04	0,76
Terras do Dão	Mean	2,00	6,60	6,90	4,57	4,19	3,94	3,63	5,23	5,03	4,52	1,92	6,70
	SD	0,46	1,10	1,02	1,47	1,56	1,30	1,64	1,62	1,11	0,73	1,18	0,83
Transmontano	Mean	2,38	6,25	5,38	3,98	4,91	3,91	3,66	3,83	4,63	4,71	1,88	6,00

	SD	0,50	0,86	0,81	1,45	1,19	1,42	1,71	1,50	1,20	0,77	1,06	0,89
Total	Mean	2,23	6,60	6,07	4,29	4,77	4,02	3,18	3,79	4,71	4,82	2,19	5,84
	SD	0,73	1,38	1,20	1,43	1,68	1,52	1,58	1,64	1,57	1,44	1,36	1,07
	% RSD	33%	21%	20%	33%	35%	38%	50%	43%	33%	30%	62%	18%

Table 2: Mean scores of final sensory attributes regarding the 4 clustered zonings of mainland Portugal. Minimal scores in italic; maximal scores in bold and shaded. Summary of Anova results.

FINAL CLUSTERED ZONINGS VS. FINAL SENSORY ATTRIBUTES		Color Tonality	Color Intensity	Aroma Intensity	(PC1) A redfruitwoody	(PC2) A ripefruit	(PC3) A greenchemical	(PC4) A overripeness	(PC5) A flor citrusmineral	(PC1) T drystringent	(PC2) T sweetviscous	(PC3) T bittersalty	(PC4) T fullpersistent
SOUTHERN	Mean	2,83	6,51	6,36	4,71	5,82	3,52	3,30	3,11	3,67	6,11	1,80	5,59
CENTRAL VALLEYS	Mean	1,83	7,08	6,93	4,64	5,11	3,88	3,55	5,00	4,82	5,09	1,75	6,88
CENTRAL COAST & PERIPHERAL VALLEYS	Mean	2,22	5,90	5,39	4,03	3,99	4,17	3,13	3,88	5,12	4,12	2,35	5,72
PGI MINHO	Mean	<i>1,11</i>	8,58	5,84	2,93	3,24	5,26	<i>1,89</i>	3,35	6,43	<i>2,43</i>	3,79	5,03
UNIVARIATE ANOVA RESULTS (BY ATTRIBUTE)	Sigma	,001	,010	,003	,000	,031	,049	,047	,001	,001	,002	,016	,002
	Eta Squared	,806	,641	,730	,910	,518	,459	,466	,810	,818	,770	,599	,754

Table 3: Loadings of 18 aromatic measures in the first six Principal Components named: PC1 Aredfruitwoody, PC2 Aripefruit, PC3 Agreenchemical, PC4 Aoverripeness, PC5 Aflorcitrusmineral

AROMA	Principal Component (PC)				
	1	2	3	4	5
Woody	<u>0,814</u>	0,054	0,085	0,151	0,111
Spicy	<u>0,674</u>	0,02	0,236	0,154	0,206
Red fruit	<u>0,644</u>	0,139	0,088	-0,253	0,346
Bread & Pastry	<u>0,595</u>	0,185	0,012	0,426	0,04
Caramelized	<u>0,492</u>	0,442	0,083	0,433	-0,219
Black fruit	0,058	<u>0,846</u>	-0,131	-0,14	0,249
Stone fruit	-0,027	<u>0,809</u>	0,054	0,167	0,048
Dried fruit	0,251	<u>0,717</u>	-0,092	0,351	-0,23
Jam & Jelly fruit	0,513	<u>0,65</u>	-0,2	0,203	-0,086
Chemical	-0,036	0,064	<u>0,757</u>	-0,026	-0,095
Vegetal	0,292	-0,192	<u>0,742</u>	-0,157	0,177
Animal	-0,012	-0,024	<u>0,733</u>	0,307	0,109
Herbal	0,231	-0,16	<u>0,709</u>	0,094	0,243
Dried floral	0,157	0,058	0,189	<u>0,763</u>	0,234
Nut fruit	0,118	0,206	-0,009	<u>0,691</u>	0,216
Floral	0,304	0,046	-0,079	0,077	<u>0,784</u>
Mineral	0,11	-0,091	0,218	0,208	<u>0,697</u>
Citrus fruit	-0,001	0,177	0,381	0,29	<u>0,574</u>
Variance Explained (cumulative)	15,2 (15,2)	15,1 (30,3)	14,1 (44,5)	11,2 (55,6)	11,1 (66,7)

Table 4: Loadings of 14 tastant and mouthfeel descriptors in the first four principal components named: TASTE_dryastringent (PC1), TASTE_sweetviscous (PC2), TASTE_bittersalty (PC3) and TASTE_fullpersistent (PC4)

TASTE	Principal Component (PC)			
	1	2	3	4
Grain (Mouthfeel)	<u>0,879</u>	-0,073	0,071	0,122
Rough (Mouthfeel)	<u>0,862</u>	-0,216	0,154	0,075
Astringent (Global)	<u>0,812</u>	-0,341	0,186	0,165
Dry (Mouthfeel)	<u>0,787</u>	-0,045	0,247	-0,186
Sweet	-0,071	<u>0,886</u>	0,071	-0,092
Alcohol	-0,299	<u>0,799</u>	-0,113	0,168
Smooth (Mouthfeel)	-0,163	<u>0,787</u>	-0,045	0,206
Oily (Mouthcoat)	0,044	<u>0,622</u>	-0,166	0,583
Acid (Sour)	0,492	<u>-0,621</u>	0,363	0,187
Salty	0,084	0,025	<u>0,864</u>	0,009
Bitter	0,393	-0,011	<u>0,715</u>	0,053
Bubbly	0,167	-0,395	<u>0,572</u>	-0,209
Length	0,188	-0,107	0,077	<u>0,862</u>
Full body	-0,078	0,466	-0,1	<u>0,714</u>
Variance Explained (cumulative)	24,2 (24,2)	24,1 (48,3)	13,6 (61,9)	13,1 (75,0)

Table 5: Pearson correlation matrix of four aggregate tastant variables. **Correlation is significant at the 0,01 level.
*Correlation is significant at the 0,05 level.

Correlations				
	(PC1) T dryastringent	(PC2) T sweetviscous	(PC3) T bittersalty	(PC4) T fullpersistent
(PC1) T dryastringent	1	-.957**	,434	,154
(PC2) T sweetviscous	-.957**	1	-.592*	-,017
(PC3) T bittersalty	,434	-.592*	1	-,502
(PC4) T fullpersistent	,154	-,017	-,502	1
N	12	12	12	12

Figure 1:



Figure 2:

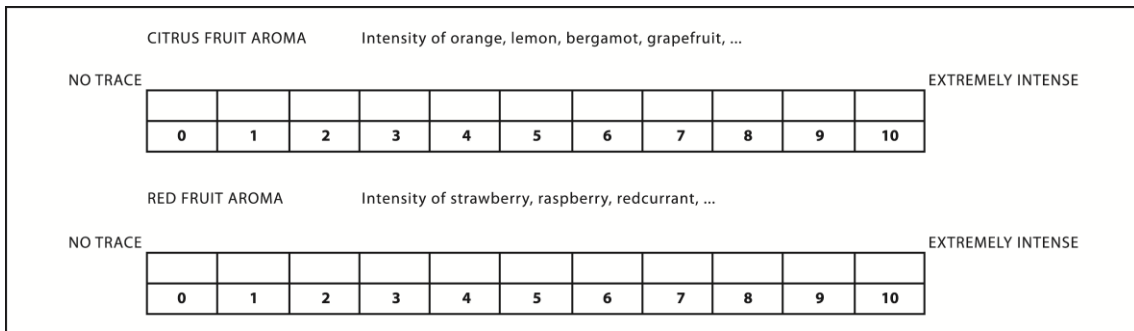


Figure 3:

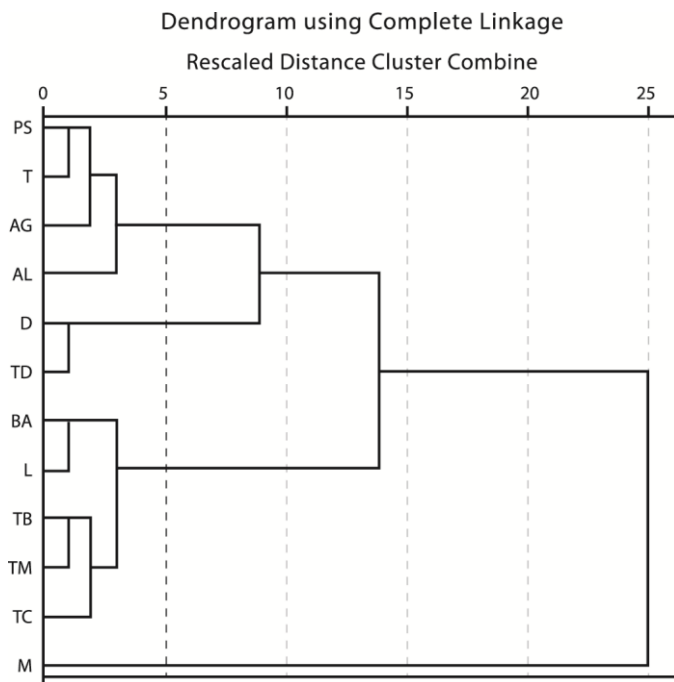


Figure 4:

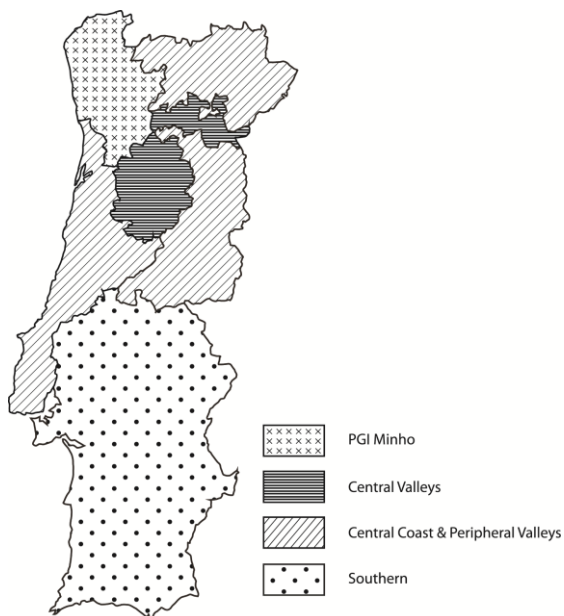


Figure 5:

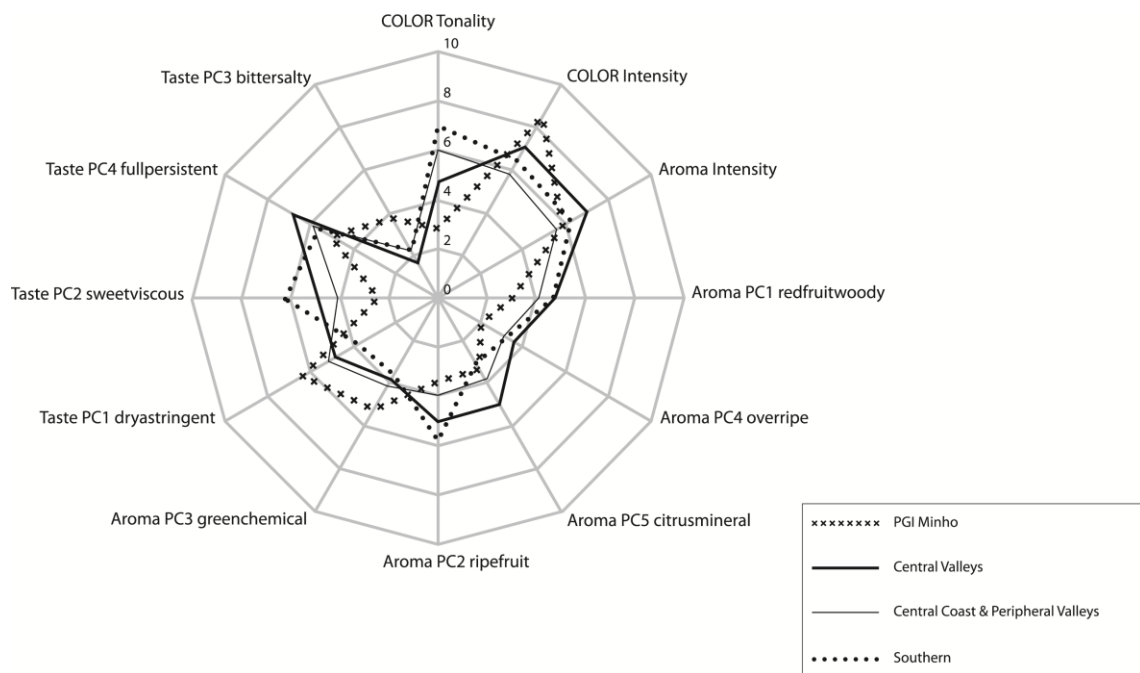
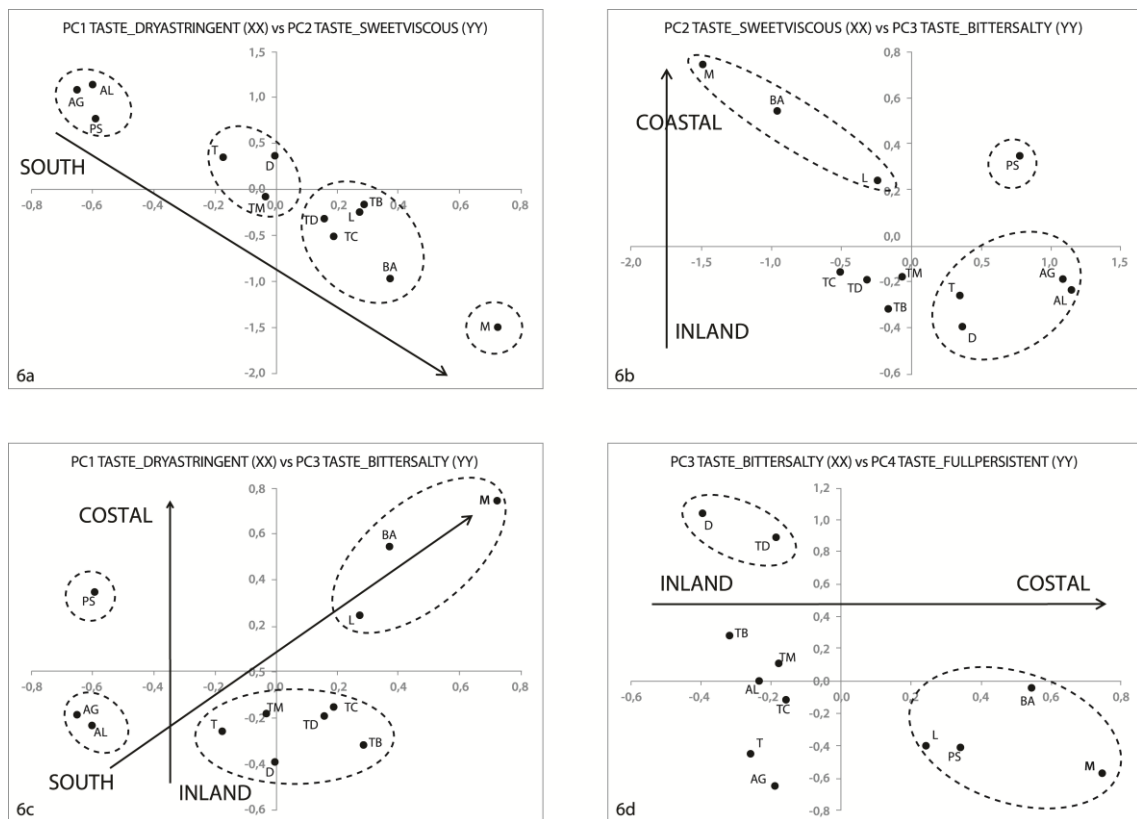


Figure 6:



Supporting Information 1: Full version of the sensory questionnaire

(see attached pdf file)

RED WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

STILL RED WINES

SENSORY QUESTIONNAIRE

PGI (REGION)

PLEASE ENTER ONE RESPONSE TO EACH QUESTION BY PLACING A TICK IN THE APPROPRIATE BOX.
PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED.

DO YOU RESIDE IN THIS REGION? YES
NO

HOW WELL DO YOU KNOW/UNDERSTAND THE SENSORY PROFILE OF THIS PGI WINES?

NOT WELL AT ALL (PLACE A TICK)												PERFECTLY WELL
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

YOU WILL BE ANSWERING ABOUT PGI WINES, EXCLUSIVELY.
BUT HOW DIFFERENT WOULD YOUR ASSESSMENT BE IF THIS QUESTIONNAIRE REFERRED TO ITS INNER PDO SENSORY PROFILE?

TOTALLY EQUAL (PLACE A TICK)												TOTALLY DIFFERENT
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

CHARACTERIZATION OF TYPICAL **COLOR** (CHOOSE ONLY ONE OF THIS COLOR CATEGORIES, ACCORDING TO PGI TYPICITY)

VIOLET - PURPLE
PURPLE - RUBY
RUBY - GARNET
GARNET - BRICK RED

REGARDING THE CHOSEN COLOR CATEGORY, PLEASE TICK ONLY ONE CASE ACCORDING TO ITS PGI TYPICAL INTENSITY

EXTREMELY DILUTED (PLACE A TICK)												EXTREMELY INTENSE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

CHARACTERIZATION OF TYPICAL **AROMA**
(PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED, EVEN IF YOU DO NOT ENVISAGE ONE OR MORE AROMATIC CATEGORIES WITHIN PGI TYPICITY)

GLOBAL AROMATIC INTENSITY PGI's typicity on overall aromatic intensity

NO TRACE												EXTREMELY INTENSE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

FLORAL AROMAS Intensity of rose, orange blossom, violet, carnation, ...

NO TRACE												EXTREMELY INTENSE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

DRIED FLORAL AROMAS Intensity of hay, dried rose, dried chamomile, ...

NO TRACE												EXTREMELY INTENSE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

HERBAL AROMAS Intensity of minths, thyme, grass, infusions, anise, mediterranean bush, ...

NO TRACE												EXTREMELY INTENSE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

VEGETAL AROMAS Intensity of red peppers, green peppers, olives, ...

RED WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

MINERAL AROMAS Intensity of slate, clay, chalk, graphite, hot earth, siliceous, petroly, mineral-water-like, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CITRUS FRUIT AROMAS Intensity of orange, lemon, bergamot, grapefruit, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

RED FRUIT AROMAS Intensity of strawberry, raspberry, redcurrant, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BLACK FRUIT AROMAS Intensity of blackcurrant, blueberry, mulberry, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

STONE FRUIT AROMAS Intensity of black plum, red plum, dark cherry, red cherry, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

DRIED FRUIT AROMAS Intensity of raisin, dried plum, dried fig, dried banana, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

NUT FRUIT AROMAS Intensity of almond, walnut, chestnut, pine nut, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

JAM & JELLY FRUIT AROMAS Intensity of red fruit or black fruit preserve, with or without alcohol, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BREAD & PASTRY AROMAS Intensity of bread, butter, egg pastry and bakery, vanilla, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SPICY AROMAS Intensity of pepper, clove, nutmeg, cinnamon, cocoa bean, coffee bean, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CARAMELIZED AROMAS Intensity of caramel, honey, molasses, pollen, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

RED WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

WOODY AROMAS Intensity of fresh (eucalyptus, cedar, resin, ...),
smoked and burnt wood (ink, toasted bread, grilled nuts, toasted coffee, chocolate, ...)

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CHEMICAL AROMAS (POSITIVE) Intensity of tooth paste, medicinal, glue, canned fruit, metallic, ...)

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ANIMAL AROMAS (POSITIVE) Intensity leather, meat, bacon, musk, wet fur, ...)

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CHARACTERIZATION OF TYPICAL **TASTE**
(PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED, EVEN IF YOU DO NOT ENVISAGE ONE OR MORE TASTANT CATEGORIES WITHIN PGI TYPICITY)

BUBBLY Intensity of bubbly, carbonated mouthfeel

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SWEET Intensity of sweet, sugary taste

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ACID (SOUR) Intensity of sour, acidic, fresh taste, as in lemon juice

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SALTY Intensity of salty, sodium or calcium tartrate water

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BITTER Intensity of bitter taste, as in coffee, resin, quinine

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

DRY (MOUTHFEEL) Intensity of lack of lubrication, desiccation in the mouth

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SMOOTH (MOUTHFEEL) Intensity of supple, velvet, silk, smooth coating of mouth surfaces

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ROUGH (MOUTHFEEL) Intensity of grippy, chewy, hard, full, fleshy, harsh mouthfeel

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

RED WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

GRAIN (MOUTHFEEL) Intensity of clay, talk, chalky, grainy, dusty matter brushing against mouth surfaces

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ASTRINGENT (GLOBAL) Intensity of global mouthfeel impact, from light, diluted to puckery, chewy interaction

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

FULL BODY Intensity of weight, dry extract, fullness

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ALCOHOL Intensity of caustic, burning, heat sensations

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

OILY (MOUTHCOAT) Intensity of oily, viscous, round textures

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

LENGTH (PERSISTENCE) Intensity of persistence, length

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PLEASE DOUBLE-CHECK THAT ALL QUESTIONS HAVE BEEN ANSWERED.

THANK YOU FOR YOUR KIND COOPERATION.

BLOCO 2.

**EM BUSCA DOS MARCADORES SENSORIAIS
ENTRE OS COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO
TINTO: UMA INOVADORA ABORDAGEM AO
NÍVEL DE UM PAÍS**

RESUMO ALARGADO

O vinho é um dos produtos alimentares cujo conceito de tipicidade é prevalente, especialmente na Europa. Um vinho é típico se algumas das suas características podem ser identificadas e facilmente reconhecidas como pertencentes a uma tipologia cultural ou regional, distintiva de todas as outras. Acerca da temática da autenticação de zonamentos, vulgarmente associados à noção francesa de *terroir*, será que a configuração específica de fatores naturais causa impacto estatisticamente diferenciador na composição físico-química do vinho, de modo a que se possa demarcar uma zona pela tipicidade facilmente percebida como única e irrepetível pelos consumidores? Os estudos de zonamento vitícola podem, globalmente, dividir-se em duas abordagens: a primeira baseia-se, sobretudo, na diferenciação geográfica das características do vinho, das variedades de uva ou do tipo de vinhedos, enquanto a segunda abordagem se focaliza na diferenciação da capacidade de uso do solo ou em estudos de viabilidade/sustentabilidade vitícola nos quais o solo e o clima são as variáveis-chave, de fundamental hierarquização. No caso da primeira abordagem, a maioria dos estudos de zonamento baseiam-se na análise da composição físico-química de amostras de vinho obtidas em campos experimentais ou em adegas comerciais e apenas poucos cruzam/correlacionam os resultados laboratoriais com a análise sensorial. No entanto, a esmagadora maioria dos estudos carecem de escala e referência geo-espaciais e/ou demonstram pobre caracterização ambiental. Mais preocupante ainda é o número muito limitado de amostras, sem significado estatístico para a demarcação exata e robusta dos limites dos zonamentos sensoriais, químicos ou relacionados com a qualidade do vinho/uva. Nas últimas décadas, a maior parte dos estudos de zonamento focalizaram-se na fisiologia das plantas ou em pequenos parcelários relacionados com redes de campos experimentais. Três níveis espaciais ou organizativos, que emanam da climatologia, devem ser considerados e estudados: a *macroescala* ou escala regional (dezenas a centenas de km), a *mesoescala* para dimensão topográfica associada a parcelas/blocos de vinha (dezenas de metros até quilómetros (km)) e a *microescala* para o coberto vegetal (milímetros a metros). O presente trabalho aborda os macro-zonamentos ao nível de um país, tendo os vinhos tintos das 12 Indicações Geográficas Protegidas (IGP, em inglês lê-se PGI) de Portugal

Continental como objeto de estudo, algo que encontra pouca ou nenhuma bibliografia similar publicada. O objetivo é a verificação da existência de potenciais sinalizadores/marcadores de tipicidade regional entre os constituintes físico-químicos – sobretudo os compostos fenólicos – e os índices bioclimáticos comumente aceites, para diferenciar regionalmente os vinhos tintos jovens com certificação de IGP. Onde as metodologias clássicas baseadas na análise descritiva quantitativa e/ou na análise laboratorial de (poucas) amostras de vinho falham devido à falta de significado estatístico, este trabalho inova ao atrever-se a seguir um método classificativo clássico (questionário sensorial com escalas discretas de 0 a 10) mas usando apenas as construções cognitivas mentais da memória de longo-prazo de um painel de provadores especialistas com prestígio e experiência da mais alta aceitabilidade e reconhecimento nacionais. Por isso, sem o recurso a amostras de vinho, os resultados da avaliação sensorial dos especialistas resultou numa redução do espaço inicial de medição composto por 18 descritores do aroma e 14 descritores do gosto em, respetivamente, 5 e 4 medidas agregadas (PC) que explicam, respetivamente, 66,7% e 75% da variância total da experiência, após a aplicação de uma análise de componentes principais. Os resultados da classificação sensorial atribuída ao perfil típico do vinho tinto de cada uma das 12 IGPs nas 4 medidas agregadas (PC) relativas à avaliação do gosto, assim como nas 2 medidas iniciais da cor (intensidade e tonalidade) foram correlacionados entre si. Nesta primeira via (intra-experimental) para a obtenção de potenciais sinalizadores/marcadores de tipicidade sensorial, correlações estatisticamente significativas confirmaram a *tonalidade da cor*, e as medidas agregadas *PC1 TDryastringent (Tseco/adstringente)* e *PC2 TSweetviscous (Tdoce/untuoso)* como fortes marcadores para o zonamento do vinho tinto das 12 IGPs, em função da sua tipicidade sensorial. A *tonalidade da cor* evolui de registos violáceos-azulados nas IGPs frias do Norte até aos registos granada-avermelhados nas IGPs mediterrânicas do Sul. O coeficiente de correlação de -0,957 (perto do máximo -1) entre *PC1 TDryastringent (Tseco/adstringente)* e *PC2 TSweetviscous (Tdoce/untuoso)* justifica uma forte relação linear inversa na tipicidade zonal das IGPs de Portugal Continental (onde PC1 é elevado, PC2 é baixo, e vice-versa). Isto significa que, entre outras leituras de tipicidade sensorial, a perceção táctil da adstringência é descrita como seca e rugosa, a Norte, e suave, aveludada, a Sul. Incluída maioritariamente no

medidor agregado PC2, a percepção gustativa da acidez aumenta de Sul para Norte. Pelo contrário, a percepção do álcool e a sensação tátil de untuosidade (viscosidade) aumentam de Norte para Sul. A sensação de amargor foi avaliada como sensorialmente diferente da adstringência e verifica um curioso crescimento do interior para o litoral.

Quanto à segunda via (inter-experimental) para a verificação de sinalizadores/marcadores de tipicidade sensorial, foram compilados os resultados de vários estudos científicos sobre composição físico-química de vinhos portugueses e aplicação de índices bio-climáticos à viticultura nacional. Embora confirmando a falta (por vezes grosseira) de significado estatístico, em face das poucas amostras de vinho analisadas, estes resultados foram correlacionados com as seis medidas sensoriais resultantes do desenho experimental do presente trabalho. Os *índices bio-climáticos*, o *pH* e os *fenóis totais* (calculados por colorimetria) revelaram-se os mais fortes marcadores para uma avaliação nacional da tipicidade dos vinhos tintos de IGP. O rácio de polifenóis oligoméricos/polifenóis poliméricos, assim como o teor de antocianinas totais – e também a sua fração corada – são grupos fenólicos que também devem ser considerados como sinalizadores potenciais válidos. Diversas tendências nacionais, fortemente correlacionadas, representam, certamente, resultados importantes e inspiradores, motivando os investigadores a prosseguir o desenvolvimento deste caminho inexplorado para uma nova abordagem da investigação em química enológica, viticultura e engenharia alimentar.

Manuscript ref nº: CTV20153013R

**Title: FINDING SENSORY PROFILERS AMONGST RED WINE COMPOSITION: A NOVEL
NATIONWIDE APPROACH**

Dear Dr. Anibal Coutinho,

**Thank you very much for your prompt response. The manuscript can be published in the
present form in "Ciência e Técnica Vitivinícola".**

Best regards,

Sara Canas

Associate Editor, Ciência e Técnica Vitivinícola

<http://www.ctvjvejournal.org/>

1 **FINDING SENSORY PROFILERS AMONGST RED WINE COMPOSITION: A**
2 **NOVEL NATIONWIDE APPROACH**

3
4 **EM BUSCA DE MARCADORES SENSORIAIS POR ENTRE A COMPOSIÇÃO DO VINHO TINTO:**
5 **UM ESTUDO NACIONAL INOVADOR**

6
7 **Anibal Jose-Coutinho ^{a*}, Patricia Avila ^b, Jorge M. Ricardo-da-Silva ^a**

8 ^a Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape Environment Agriculture and
9 Food (LEAF), Laboratório Ferreira Lapa (Sector de Enologia), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal.

10 ^b Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Av. das Forças Armadas, 1649-026 Lisbon, Portugal.

11 * Corresponding author: Anibal Jose-Coutinho. E-mail: ajosecoutinho@gmail.com

12
13 **SUMMARY**

14 The objective of this work was to verify the signaling/profiling potential of wine compounds and the
15 physicochemical and bioclimatic wine-related measurements on a nationwide sensory scale of red wine
16 typicality. Color tonality evolved from violet-purple in cooler northern regions to ruby-garnet in hotter southern
17 regions. Acidity and astringency were enhanced from south to north. Conversely, alcohol and viscosity
18 progressed southward. Bitterness was primarily affected by inland-coastal influence. The regional differentiation
19 of astringency and bitterness introduced an orthogonal reading (N north- S south vs. E inland-W coastal,
20 respectively), rather than a linear one, these findings adding novelty to sensory research. Additionally, several
21 Portuguese-related studies were reviewed, and their findings were correlated with six sensory measures.
22 Bioclimatic indexes, pH and the total phenol index were considered the strongest profilers in a nationwide
23 assessment on red wine typicality. The ratio of the oligomeric/polymeric composition of tannins, as well as total
24 anthocyanins, was also to be considered to be a valid sensory profiler. Several nationwide tendencies and
25 correlations between sensory evaluations and wine chemistry may represent interesting findings and challenge
26 unexplored ways for new research.

27
28 **RESUMO**

29 O objetivo deste estudo foi a verificação da existência de potenciais indicadores/marcadores da tipicidade
30 sensorial dos vinhos tintos à escala nacional, entre os compostos que constituem o vinho, analisando, também,
31 alguns índices físico-químicos e bioclimáticos, com ele relacionados. A tonalidade da cor evoluiu de violeta-
32 púrpura nas regiões mais frias e nortenhas para rubi-granada nas regiões quentes do sul. A acidez e a
33 adstringência subiram de sul para norte, contrastando com as perceções derivadas do álcool e viscosidade que
34 aumentaram para sul. O amargor sofreu a influência maioritária da direção atlântico-continente, aumentando no
35 sentido costeiro. A diferenciação regional entre a adstringência e o amargor introduziu uma leitura ortogonal (N
36 norte - S sul vs. E continente – W atlântico), constituindo esta relação cruzada um inovador contributo para a
37 investigação sensorial. Ainda no âmbito deste trabalho, vários estudos acerca de vinhos portugueses foram
38 compilados e os seus dados relativos à composição dos vinhos analisados, bem como alguns índices físico-
39 químicos e bioclimáticos, foram correlacionados com seis medidas sensoriais. Os índices bioclimáticos, o pH e o
40 índice de fenóis totais foram considerados os mais fortes marcadores para uma caracterização sensorial da
41 tipicidade dos vinhos tintos à escala nacional. O rácio da composição de taninos oligoméricos/poliméricos, assim
42 como o teor de antocianinas totais, também poderão ser marcadores sensoriais válidos a considerar. Várias
43 tendências à escala nacional, bem como correlações entre medidas sensoriais e a composição química do vinho
44 tinto poderão representar resultados interessantes e abrir novas vias de investigação da ciência e técnica
45 vitivinícola.

46
47 **Key words:** typicality signaling, color, taste, red wine astringency, bitterness.

48

INTRODUCTION

49 A terroir product is issued from a geographical region with a specific climate and is created
50 based on the knowledge of the qualities of that place (Spielmann, 2012). A wine is typical if
51 some of its own characteristics can be identified and make it recognizable as belonging to a
52 regional or cultural type and distinctive from others (Maitre *et al.*, 2010). It is the shared
53 perception of how generations of people from a given place expect the wine to taste (Vaudour
54 and Shaw, 2005). Is it possible to obtain an agreement on sensory typicality inside a vast
55 Protected Geographical Indication (PGI) or even in smaller Protected Designation of Origin
56 (PDO) legally and geographically located inside a PGI? When there is consensus, which
57 methodology can be used to describe it? These key questions remain scarcely answered.

58 Multivariate statistical approaches have prompted the development of methods for the
59 analysis of hedonic and analytical sensory data, and their interactions (Tuorila and
60 Monteleone, 2009). Concerns on the scarcity of samples assessed have always undermined
61 the results on typicality. Do 6, 10, or 14 wine samples statistically represent and explain
62 typicality over a vast wine region? Developing a method that would bypass the sampling
63 problem of wines that would be representative of a given PGI is, to our knowledge, a useful
64 and original idea.

65 Phenolic signaling within the plants is not well documented (Cheynier *et al.*, 2013); however,
66 the determination of phenolic compounds as key profilers for wine typicality has been
67 suggested by several research teams (Cabrita *et al.*, 2012; Cosme *et al.*, 2009; Fernández-
68 Pachón *et al.*, 2004; Lesschaeve and Noble, 2005; Quijada-Morín *et al.*, 2014; McRae and
69 Kennedy, 2011; Suarez *et al.*, 2007; Vilanova *et al.*, 2010; Sun *et al.*, 2013; Vidal *et al.*,
70 2004a). Findings on bioclimatic zoning in Mainland Portugal were published (Fraga *et al.*,
71 2013; Magalhães *et al.*, 1995).

72 Phenolic compounds constitute one of the most important quality parameters of wines,
73 because they contribute to wine organoleptic characteristics such as color, astringency,
74 bitterness and aroma. The phenolic composition of wines is conditioned by the grape variety
75 and by other factors that affect the berry development, such as soil, geographical location and
76 weather conditions (Monagas *et al.*, 2005). Phenolic compounds in red wines include both
77 non-colored compounds (i.e., flavan-3-ols, flavonols, phenolic acids, stilbenes), potentially
78 colored anthocyanins and anthocyanin derivatives (Boulton 2001; Marquez *et al.*, 2013;
79 Dopico-García *et al.*, 2008; Alcalde-Eon *et al.*, 2006). Flavanol oligomers and polymers are

80 also called condensed tannins or proanthocyanidins. Flavonoids are prone to interact between
81 them and with other wine constituents such as proteins or polysaccharides (Charlton *et al.*,
82 2002). Astringency is a fundamental sensation for a wine, particularly red wines that are rich
83 in polyphenols, mainly from grape seeds and skins. It is acknowledged that high-quality red
84 wines are balanced wines that have neither too much astringency, which would lead to a hard
85 wine, nor too little, which would lead to an uninteresting and flat wine (Vidal *et al.*, 2004b).

86 Bioclimatic indexes are useful metrics for assessing climatic influences on viticulture and thus
87 can be used in viticulture zoning applications (Tonietto *et al.*, 2014). By combining
88 bioclimatic aspects of heat accumulation, dryness, and ripening conditions, it is possible to
89 determine optimum viticulture suitability and directly compare between regions (Fraga *et al.*,
90 2013).

91 The aim of this work was to verify the signaling/profiling potential of phenolic compounds,
92 physicochemical and bioclimatic measurements on a nationwide sensory scale of red wine
93 typicality. The aromatic composition of wine was not included in the scope of this research.

94

95

MATERIALS AND METHODS

96 The study involved two different stages:

97 **Determining inner key profilers, from a novel nationwide sensory study**

98 Based on nationwide sensory research (Jose-Coutinho *et al.*, 2013, 2015), 20 Portuguese wine
99 experts have completed 12 individual sensory questionnaires using their vast cognitive long-
100 term memory regarding each of the sensory typicality of each of the 12 Portuguese PGI red
101 wine regions (excluding the islands). No wine samples were assessed and no training phase
102 was required. Instead the professional wine experts were asked to fill individually the
103 questionnaires according to their prototypical long-term memory of each PGI red wine
104 sensory profile, this method to be considered feasible and challenging to characterize macro-
105 zoning or nationwide spaces. A restrictive approach to Parr (Parr *et al.*, 2002) has been made
106 to select expert respondents. The questionnaire was designed according to the classical three-
107 tier sensory method of assessment: visual, aromatic and gustatory/tactile attributes
108 (Hernández *et al.*, 2009; Fischer *et al.*, 1999; Noble *et al.*, 1987; Gawel *et al.*, 2001; Gawel *et*
109 *al.*, 2000). Color Tonality results were standardized to match the overall 11-integer-points
110 scale, as a study by Hernández *et al.* (2009) justified the use of a 4-integer-points scale with 1
111 Violet-Purple, 2 Purple-Ruby, 3 Ruby-Garnet and 4 Garnet-Brick. After reducing the initial

112 sensory measures with principal components analysis, a new comparison of the 12 regions
113 was made and a cluster analysis was applied. Experts' typicality construct towards PGI for
114 red wines in mainland Portugal led to a sensory aggregation around four clusters (Figure 1).
115 This new insight into traditional methods of characterizing large territorial areas was
116 confirmed as the results showed the ability to cluster 12 PGIs into four macro-zones with
117 statistically significant differences. Sensory profiles were suggested, the PGI MINHO found
118 to be the most typical of all of the PGIs with several extreme ratings for color, aroma and
119 taste. The SOUTHERN cluster of the four Mediterranean PGIs presented several extreme,
120 therefore typical, sensory assessments, which were opposite to the profile of the single-
121 clustered PGI Minho.

122 Differences amongst sensory ratings between wine regions were expressed using analysis of
123 variance. Measure redundancy was assessed by inspection of the rotated factor loadings (after
124 Varimax rotation) computed by principal component analysis (PCA) using the means of 14
125 rated tastant attributes as input (Table I). Two visual attributes – *COLOR intensity* and
126 *COLOR tonality* – were retrieved from the raw data and computed along with four PCA latent
127 variables - *TASTE_drystringent* (PC1), *TASTE_sweetviscous* (PC2), *TASTE_bittersalty*
128 (PC3) and *TASTE_fullpersistent* (PC4). Considerations over the final six non odorant,
129 phenolic-prone, sensory variables were made and segmented pair-wise scatterplots between
130 heavily correlated variables were mapped.

131 **Determining outer key profilers from reviewed research on Portuguese wine chemistry** 132 **and bioclimate.**

133 Differences in 11 measures between 12 PGI wine regions were retrieved on the basis of
134 reviewed studies on Portuguese wine chemistry and climate (Table II). No attempt was made
135 to gather a comprehensive review of the field, but rather, the goal was to highlight significant
136 studies focused on Portuguese wine phenolic composition and bioclimatic characterization. It
137 is important to note that the majority of these studies aimed to introduce new knowledge in
138 specific and detailed lines of investigation, rather than to contribute to understanding key
139 profiler measures for a characterization of nationwide typicality. Therefore, it is no surprise
140 that the referenced research in Table II lacked a representative number of sampled wines to
141 achieve statistical significance for a much broader reading. Simplification of those
142 measurements using simple means was applied. At this point, a note of awareness for the lack
143 of statistical significance of such few published studies must be added. In fact, all explanatory

144 results should be reviewed on the basis of nationwide tendencies that must be confirmed *a*
145 *posteriori*.

146 The six sensory variables from the nationwide sensory study and prospective signaling
147 measures from the reviewed studies on Portuguese wine chemistry and climate were
148 compared by correlating all pair-wise Euclidean distances and segmented pair-wise
149 scatterplots were made between heavily correlated variables. In both methodological steps
150 IBM SPSS Statistics 22 (USA) was used for all statistical operations.

151 In both methodological steps, reported statistical methods involved also a Pearson correlation
152 analysis, where the correlation coefficient represents the degree of linear association between
153 two variables: positive values denote direct linear correlation, negative values denote inverse
154 linear correlation, and a value of 0 shows no linear correlation; the closer the value is to 1 or –
155 1, the stronger the linear correlation is.

156

157

RESULTS AND DISCUSSION

158 **Inner key profilers from reported nationwide sensory research**

159 The 14 initial taste descriptors, based on the work of Peynaud and Blouin (1996), Gawel
160 (1998) and Gawel *et al.* (2000; 2001), were statistically grouped into four Principal
161 Components (PCs; Table I). PCs were named in accordance to sensory perceptions which are
162 commonly cited in the scientific literature: *TASTE_drystringent* (PC1), *TASTE_sweetviscous*
163 (PC2), *TASTE_bittersalty* (PC3) and *TASTE_fullpersistent* (PC4).

164 All PCs are somehow related to the phenolic content in wine: PC1 included a full loading of
165 astringency, showing the hard, dry-puckering side of astringent sensations, while PC2
166 included the soft, sweet and oily textures that may relate to phenolic interaction, mean degree
167 of polymerization or cross-impact with alcohol or other compounds (Vidal *et al.*, 2004b; Sun
168 *et al.*, 2011; McRae and Kennedy, 2011; Scollary *et al.*, 2012). Red wine contains many
169 astringent substances of different activities. Phenolic derivatives present in wine may taste
170 either astringent, bitter or both (Valentova *et al.*, 2002). Despite the close relationship
171 between bitterness and astringent (Lesschaeve and Noble, 2005), our group of experts placed
172 major factor loadings for each sensation in different principal components that strongly
173 supported the perceived differentiation, as demonstrated in PC3, where bitterness stood alone
174 with salty and fizzy sensations. PC4 encompasses fullness sensations and the notion of wine
175 persistence. Certainly linked to phenolic content, the late variables have shown best in

176 hedonic/sensory-prone studies (Harrar and Spence, 2013; Cadot *et al.*, 2010; Vidal *et al.*,
177 2004b; McRae and Kennedy, 2011) rather than in analytical ones.

178 Two initial color measures (Birse, 2007; Esparza *et al.*, 2009; García-Puente *et al.*, 2006;
179 Hernández *et al.*, 2009), which were related to colored phenolics (Boulton 2001; Mateus *et al.*,
180 2002; Vidal *et al.*, 2004a; Vivar-Quintana *et al.*, 2002), completed the array of six phenolic-
181 prone variables that were standardized, for full comparison, and were mutually correlated.
182 The correlation analysis clearly indicated five significant paired variables (see Table III), all
183 of which were strongly related to wine phenolic content. Color tonality (also reported as color
184 hue) presented several significant correlations to stand out as a strong profiler on typicality.
185 The significant negative correlation between the two color measurements showed a
186 geographical typicality between violet-bluish toned wines and the highest Color intensities
187 (Figure 2a). The knowledge of the color provided by each kind pigment, along with their
188 relative amounts and the correspondence with their concentrations in wine, is necessary for
189 the assessment of the contribution of each pigment family to the final color of the wine
190 (Alcalde-Eon *et al.*, 2006). Results clearly isolate PGI Minho as the most pigment-rich and as
191 having typical violet-purple tonality. Cultivar influence may play a role in PGI Minho as local
192 *Vinhão teinturier*-grapes were clearly differentiated by their high content in anthocyanins
193 (97%) with levels of phenolic compounds up to 16 times higher than the rest (Dopico-García
194 *et al.*, 2008). Climatic observations showed unison confirmation of south to north cooler
195 conditions as well as inland (east) to coastal (west) wetter ones (Fraga *et al.*, 2012; Fraga *et*
196 *al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 1995). Strong differentiation between the four southern regions
197 (PGI Algarve, PGI Alentejano, PGI Península de Setúbal and PGI Tejo) and the farthest
198 northwestern PGI Minho was achieved, as colored monomeric anthocyanins and/or bluish-
199 like related polymeric adducts or copigments could suggest an extension of mouth-drying and
200 mouth-roughness perceptions by the expert panel. With the increase in the copigments
201 concentrations, González-Manzano *et al.* (2008) reported a certain decrease in the hue values,
202 indicating a displacement towards more bluish hues. A possible explanation from mere
203 colored phenolic concentration was not supportive, as the correlation Color Intensity vs.
204 *TASTE_drystringent* (PC1) was only weakly positive. The correlation between Color
205 Tonality and *TASTE_sweetviscous* (PC2) also confirmed alcohol and pH enhancement
206 towards the southern regions which relates to higher grape maturities. An increase in the hue
207 value was to be expected, as maturation relates to a shift from purple red, via brick red, to
208 brown tones of the wine color (Birse, 2007). Similarly, a research team showed a progressive

209 rise in hue for all selected Portuguese wines, pointing out a transformation of violet–red to
210 orange–red hue (Castillo-Sánchez *et al.*, 2008), the different evolution of anthocyanin content,
211 especially that of catechins and procyanidins, being the probable cause of changes in color
212 stability. Similar sensory color evolution was reported in this study. Are those late findings
213 applicable to cool climate vs. hot climate zoning? A high flavonol level has been reported in
214 strongly sun-exposed grapes and in their corresponding wines, which has been associated
215 with a greater extension of the flavonol-anthocyanin co-pigmentation phenomena, and
216 therefore, with a greater stabilization of the red wine color (Monagas *et al.*, 2005).
217 Acknowledging the possibility of differences in regional anthocyanin composition and
218 bonding, studies by Brouillard (1988) and Asenstorfer *et al.* (2006) stated that pH influenced
219 the findings. In terms of color expression, isolated anthocyanins range from red with a purple
220 tint at pH 1 to purple at pH 4 to blue at pH 7, but ethyl-linked anthocyanin–flavanol
221 compounds, when predominant, show greater color stability and leading orange tonalities.
222 Another recent review confirms that late compounds are responsible for a gradual change of
223 the red-purple color towards orange hues, because these adducts have a more reddish-orange
224 color than their anthocyanin counterparts (Marquez *et al.*, 2013). The results of the present
225 study showed that it was possible to differentiate PGI red wines by their Color Tonality
226 (Figures 2a, 2b, 2c and 2d) but analytical support has yet to be confirmed, despite some cited
227 aligned literature.

228 A correlation coefficient of -0.957 (close to maximum -1) between *TASTE_drystringent*
229 (PC1) and *TASTE_sweetviscous* (PC2) reflects a strong linear mapping of mainland Portugal
230 PGIs, enabling a clear sensory profiling statement, virtually with a hierarchical reading, as
231 shown in Figure 2e. Astringency was assessed as drier and rougher in the north and smoother
232 in the South. Keeping in mind the sensory input based on the prototypical long-term memory
233 of one of Portugal’s finest panel of wine experts, this strong negative correlation is certainly
234 showing a notion of balance and pleasure (Peynaud and Blouin, 1996). The astringent
235 sensations of wine are considered pleasant when balanced with other factors, including
236 alcohol and sugar content. If the grapes are picked early, a wine would have a tendency to
237 have excess tannins and acidity, with a deficiency in polysaccharides, sugar and ethanol. As
238 the fruit becomes more mature, the composition becomes more balanced and the descriptors
239 become more positive (Kennedy, 2008). The lack of ethanol greatly increased the perceived
240 acidity (Gonzalo-Diago *et al.*, 2014). Such evidence relates strongly with PGIs where
241 *TASTE_drystringent* (PC1) is high and, conversely, where *TASTE_sweetviscous* (PC2) is

242 low, and vice-versa. The bi-plot in figure 2e showed a clear south to north decrease on grape
243 ripeness and, consequently, in alcohol content. These findings may suggest that southern PGIs
244 wines have higher polysaccharide contents. Moreover, the observation that the acidic
245 polysaccharide rhamnogalacturonan (RG)-II significantly decreased the astringency of the
246 model wine solution strongly suggests that the composition and structure of the
247 polysaccharide fractions, not just their overall viscosity, influence their capacity to decrease
248 astringency (Vidal *et al.*, 2004a). Central inland valleys - encompassing PGI Duriense and
249 PGI Terras do Dão - scored higher than neighboring continental PGIs, showing proximity
250 towards the southern regions in terms of mild astringency perception. This could mean that
251 wines with high levels of polysaccharides would present lower astringency, even if they had
252 high polyphenolic content (Carvalho *et al.*, 2006), which is the case in these two PGIs (Sun *et*
253 *al.*, 2013; Jordão and Correia, 2012); however, studies on geographical polysaccharide
254 differentiation in Portuguese wines have yet to be presented.

255 Paired PC1 and PC2 showed clear confirmation that acids can elicit the sensation of
256 astringency and a nationwide reading was clear as acidity increased from south to north. This
257 result agrees with the previously reported observation that maximum intensity and total
258 duration of astringency elicited by organic acids were decreased as the viscosity of the
259 solution increased (Smith and Noble, 1998). Several studies agree with these findings, and
260 others considered pH to be the key parameter influencing astringency level, rather than the
261 acidic nature (Obreque-Slier *et al.*, 2012) which was also finding will also confirmed in this
262 study. A recent Portuguese study (Sun *et al.*, 2013) confirmed that polymeric procyanidins
263 show much higher reactivity toward salivary proteins than oligomeric ones. Moreover, the
264 sensory panel analysis of these two procyanidin fractions further confirmed the higher
265 astringency intensity of polymeric procyanidins (mDP = 25) than the oligomeric ones (mDP =
266 7.2). The results obtained by the late work showed that the astringency intensity of one-year-
267 old red wines, introducing a (non-representative) geographical insight, was highly correlated
268 with their polymeric proanthocyanidin content. Interestingly, no such correlation was found
269 with total polyphenols or any individual phenolic compounds. These results indicate the
270 important contribution of polymeric proanthocyanidins to red wine astringency, and that the
271 levels of polymeric polyphenols in red wines may be used as an indicator for its astringency.
272 According to the late assay, and correlating with the present outcome, an enriched oligomeric
273 phenolic content in the southern region red wines should be expected.

274 Finally, the measure *TASTE_bittersalty* (PC3) included bitterness, saltiness and fizziness
275 (natural or added CO₂) perceptions on a nationwide level. The interpretation must be merely
276 indicative, as the explained variance was weaker than PC1 and PC2 levels; however, those 3
277 aggregate scores/perceptions seemed to act as key profilers for a coastal/inland sensory
278 differentiation, as shown in figure 2d and 2f. This finding even became statistically significant
279 as a negative correlation of PC3 with *TASTE_sweetviscous* (PC2) showed a well-defined
280 cluster including super humid coastal PGI Minho and temperate coastal PGI Beira Atlântico
281 and PGI Lisboa, as well as a surprising stand-alone southern coastal region (PGI Península de
282 Setúbal), which was replaced, in its customary cluster, by a sweet, lowest bitter-salty, north-
283 continental PGI Duriense. The reason, perhaps, may have to do with the fact wine
284 polysaccharides decrease the astringency and bitterness of procyanidins and elicit the
285 sensation of fullness (Vidal *et al.*, 2004b). Moreover, literature underlines the importance of
286 pH and ethanol in modifying oligomeric tannin astringency and bitterness (Fontoin *et al.*,
287 2008). Nevertheless, it is interesting to note that the nationwide differentiation of astringency
288 and bitterness introduced an orthogonal reading (N north- S south vs. E inland-W coastal),
289 rather than a linear one. Physicochemical studies on wine composition have yet to address this
290 line of investigation; however, recent climatic studies have already confirmed the late
291 findings, to some extent (Tonietto *et al.*, 2014).

292 **Outer key profilers, from reviewed physicochemical Portuguese studies**

293 Having put in perspective the errors that may occur from an in-depth interpretation of
294 statistically insufficient published data, several nationwide tendencies and correlations may
295 represent interesting findings and challenge unexplored avenues for new agricultural and wine
296 chemistry research.

297 The blending of the previous six sensory variables, that have already been interpreted, with
298 the means of 11 new variables emerging from the reviewed Portuguese studies on wine
299 chemistry and climate was submitted to correlation analysis in order to narrow the
300 interpretation space to a significant degree of linear association. This exercise was conducted
301 with 8 major contributing wine regions due to the unavailability, to our knowledge, of
302 published studies on wine phenolics focusing on PGI Transmontano, PGI Algarve, PGI Terras
303 da Beira and PGI Terras de Cister (see Table IV).

304 Lacking further and more focused Portuguese studies (Table II) to guarantee a robust
305 statistical reading, the results from correlations between our novel sensory assay and

306 physicochemical variables showed a promising strong/significant alignment in several
307 measures. By combining bioclimatic aspects of heat accumulation, dryness, and ripening
308 conditions, in a scale of 0 (unsuitably cold or excessively dry) to 16 (very warm, humid with
309 warm nights), viticultural zoning related directly to PGI regions, as in the referenced literature
310 previously addressed. Climate measure (REVClimate) along with pH and Total Phenol Index
311 (A280) were significantly correlated and were the best physicochemical profilers in terms of
312 Portuguese red wine typicality. The Total Phenol Index, determined by colorimetry, has been
313 proposed as a quality marker (Bosch-Fusté *et al.*, 2009); however the colorimetric phenol
314 determination correlated poorly – although positively – with the total polyphenols analysis by
315 spectrophotometric methods. The ratio of Phenolic Oligomeric/Polimeric red wine
316 composition may be considered a good profiler (Sun *et al.*, 2013), as well as total
317 anthocyanins, even the colored-fraction alone, as Color Intensity showed significant negative
318 correlation with sensory-scored Color Tonality and fairly high negative correlation with
319 colorimetric tonality (hue). This discussion may enrich a poorly explored area of nationwide
320 zoning in terms of wine typicality but results and final bi-plots (Figure 3), as promising as
321 they might appear to be, should be accepted with a critical, almost challenging view.

322

323

CONCLUSIONS

324 When an assay aims to evaluate the sensory or physicochemical characteristics of wines
325 coming from a nationwide or even a PGI or PDO smaller extension, in order to profile its
326 regional typicality, several methodological, statistical, logistical and time-consuming
327 limitations are well-documented. Where classical wine-sampling methods proved to fail in
328 terms of statistical significance, a classical scoring method based on long-term memory, and
329 related prototypical constructs of undisputable Portuguese wine experts, which is sample-free,
330 showed robust explained variance when a reduction of 18 aromatic and 14 gustatory
331 descriptors to few principal components was applied and four macro-zonings clustered the
332 current 12 mainland Portugal wine regions; typical sensory differentiation was shown. In this
333 assay, the four gustatory Principal Components, and the two initial color variables were cross-
334 correlated along 12 mainland Portugal PGIs. Significant statistical factors confirmed Color
335 Tonality, PC1 *TASTE_drystringent* and PC2 *TASTE_sweetviscous* as strong profilers for
336 wine zoning based on PGI's sensory typicality. Color tonality evolved from violet-blue in
337 cooler northern regions to ruby-garnet down on hotter southern Mediterranean regions.
338 Encompassed in the PC2 aggregate measure, acidity was enhanced from south to north.

339 Conversely, alcohol and viscosity increased southward. Sensory differences were found
340 between bitterness and astringency, and bitterness was more influenced by the inland-coastal
341 effect. The nationwide differentiation of astringency and bitterness introduced an orthogonal
342 reading (N north- S south vs. E inland-W coastal, respectively), rather than a linear one, these
343 findings adding novelty to sensory research.

344 Several studies on the physicochemical composition of young Portuguese red wines and on
345 the bioclimatic influence on viticulture were reviewed and the findings – although scarce and
346 statistically non-significant – were correlated with the previous six sensory measures.
347 Bioclimatic indexes, pH and colorimetric Total Phenol Index were considered to be stronger
348 profilers in a nationwide assessment on red wine typicality. The ratio of phenolic
349 oligomeric/polimeric composition and total anthocyanins - even the colored fraction alone -
350 were also considered to be potential sensory profilers.

351

352

REFERENCES

353 Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailon, M. T., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J. C. (2006).
354 Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and ageing - A
355 comprehensive study. *Anal. Chim. Acta*, **563**, 238–254.

356 Asenstorfer, R. E., Lee, D. F., Jones, G. P. (2006). Influence of structure on the ionisation
357 constants of anthocyanin and anthocyanin-like wine pigments. *Anal. Chim. Acta*, **563**, 10–14.

358 Birse, M. J. (2007). *The Colour of Red Wine*. 306 p. PhD Thesis, University of Adelaide.

359 Bosch-Fusté, J., Sartini, E., Flores-Rubio, C., Caixach, J., López-Tamames, E., Buxaderas, S.
360 (2009). Viability of total phenol index value as quality marker of sparkling wines, “cavas.”
361 *Food Chem.*, **114**, 782–790.

362 Boulton, R. (2001). The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red
363 Wine: A Critical Review. *Am. J. Enol. Vitic.*, **2**, 67–87.

364 Brouillard, R. (1988). Flavonoids and flower colour. In: J. B. Harborne (Ed.), *The Flavonoids*
365 **16**, 525–538, Springer US.

366 Cabrita, M. J., Aires-de-Sousa, J., Gomes da Silva, M. D. R., Rei, F., Costa Freitas, A. M.
367 (2012). Multivariate statistical approaches for wine classification based on low molecular
368 weight phenolic compounds. *Aust. J. Grape Wine Res.*, **18**, 138–146.

369 Cabrita, M. J., Ricardo-da-Silva, J. M., Laureano, O. (2003). Polyphenolic Compounds of
370 Grapes and Wines. In *1st International Seminar of Viticulture and Wine Making*, 61–102,
371 Ensenada, Mexico.

372 Cadot, Y., Caille, S., Samson, A., Barbeau, G., Cheynier, V. (2010). Sensory dimension of
373 wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right
374 analysis and typicality assessment. *Anal. Chim. Acta*, **660**, 53–62.

- 375 Carvalho, E., Mateus, N., Plet, B., Pianet, I., Dufourc, E., De Freitas, V. (2006). Influence of
 376 wine pectic polysaccharides on the interactions between condensed tannins and salivary
 377 proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 8936–8944.
- 378 Castillo-Sánchez, J. X., García-Falcón, M. S., Garrido, J., Martínez-Carballo, E., Martins-
 379 Dias, L. R., Mejuto, X. C. (2008). Phenolic compounds and colour stability of Vinhão wines:
 380 Influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chem.*, **106**, 18–26.
- 381 Charlton, A. J., Baxter, N. J., Khan, M. L., Moir, A. J. G., Haslam, E., Davies, A. P.,
 382 Williamson, M. P. (2002). Polyphenol/peptide binding and precipitation. *J. Agric. Food*
 383 *Chem.*, **50**, 1593–1601.
- 384 Cheynier, V., Comte, G., Davies, K. M., Lattanzio, V., Martens, S. (2013). Plant phenolics:
 385 Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. *Plant Physiol. Biochem.*,
 386 **72**, 1–20.
- 387 Cosme, F., Ricardo-Da-Silva, J. M., Laureano, O. (2009). Tannin profiles of *Vitis vinifera* L.
 388 cv. red grapes growing in Lisbon and from their monovarietal wines. *Food Chem.*, **112**, 197–
 389 204.
- 390 Costa, E., Cosme, F., Jordão, A. M., & Mendes-faia, A. (2014). Anthocyanin profile and
 391 Antioxidant activity from 24 grape varieties cultivated in two portuguese wine regions. *J. Int.*
 392 *La Sci. La Vigne Du Vin*, **48**, 51–62.
- 393 Costa, M. G., Cabrita, M. J., Rosario, C., Laureano, O. (1998). Contribution for
 394 physicochemical characterization of 3 Alentejo cultivars. In *4th Viticultural Symposium of*
 395 *Alentejo*, 97–104, Évora.
- 396 Cristea, E. (2014). *Determination of the optimal Phenolic Extration in red wines using the*
 397 *Glories method*. 61 p. Master Thesis, Universidade Católica Portuguesa.
- 398 Cristino, R., Costa, E., Cosme, F., & Jordão, A. M. (2013). General phenolic characterisation,
 399 individual anthocyanin and antioxidant capacity of matured red wines from two Portuguese
 400 Appellations of Origins. *J. Sci. Food Agric.*, **93**, 2486–2493.
- 401 Dallas, C., Laureano, C. (1994). Effect of SO₂ on the extraction of individual anthocyanins
 402 and colored matter of three Portuguese grape varieties during winemaking. *Vitis*, **33**, 41–47.
- 403 Dopico-García, M. S., Figue, A., Guerra, L., Afonso, J. M., Pereira, O., Valentão, P., Seabra,
 404 R. M. (2008). Principal components of phenolics to characterize red Vinho Verde grapes:
 405 anthocyanins or non-coloured compounds? *Talanta*, **75**, 1190–202.
- 406 Esparza, I., Santamaría, C., Calvo, I., Fernández, J. M. (2009). Significance of CIELAB
 407 parameters in the routine analysis of red wines. *CyTA - J. Food*, **7**, 189–199.
- 408 Fernandes, P., Ricardo-da-Silva, J. R., Castro, R. (2010). Comportamento Agronómico e
 409 Enológico das Castas Syrah e Touriga Nacional em seis “Terroirs” de Portugal. In *8º*
 410 *Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, 143–153. Évora.
- 411 Fernández-Pachón, M. S., Villaño, D., García-Parrilla, M. C., Troncoso, A. M. (2004).
 412 Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal. Chim.*
 413 *Acta*, **513**, 113–118.
- 414 Fischer, U., Christmann, M., Heeß, U., Hoffmann, U., Eisenbarth, J., Tesch, H. (1999).
 415 Development of an Aroma Wheel for German White and Red Wines. In *24th OIV World Vine*
 416 *and Wine Congress* **2**, 201–207. Mainz.

- 417 Fontoin, H., Saucier, C., Teissedre, P.-L., Glories, Y. (2008). Effect of pH, ethanol and acidity
418 on astringency and bitterness of grape seed tannin oligomers in model wine solution. *Food*
419 *Qual. Prefer.*, **19**, 286–291.
- 420 Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Jones, G. V., Alves, F., Pinto, J. G., Santos,
421 J. A. (2013). Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine regions: present and
422 future scenarios. *Reg. Environ. Chang.*, **14**, 295–306.
- 423 Fraga, H., Santos, J. A., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J. (2012). Climate Change
424 Projections for the Portuguese Viticulture using a Multi-Model Ensemble. *Cienc. E Tec.*
425 *Vitivinic.*, **27**, 39–48.
- 426 García-Puente E.R., Alcalde-Eon, C., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J. C., Escribano-
427 Bailón, M. T. (2006). Behaviour and characterisation of the colour during red wine making
428 and maturation. *Anal. Chim. Acta*, **563**, 215–222.
- 429 Gawel, R. (1998). Red wine astringency: a review. *Aust. J. Grape Wine Res.*, **4**, 74–95.
- 430 Gawel, R., Iland, P. G., Francis, I. L. (2001). Characterizing the astringency of red wine: a
431 case study. *Food Qual. Prefer.*, **12**, 83–94.
- 432 Gawel, R., Oberholster, A., Francis, I. L. (2000). A “Mouth-feel Wheel”: terminology for
433 communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Aust. J. Grape Wine Res.*, **6**, 203–
434 207.
- 435 Gonçalves, F. J., & Jordão, A. M. (2009). Influence of different commercial fining agents on
436 proanthocyanidin fraction and antioxidant activity of a red wine from baga grapes. *J. Int. Des*
437 *Sci. La Vigne Du Vin*, **43**, 111–120.
- 438 Gonçalves, F. J., Rocha, S. M., Coimbra, M. A. (2012). Study of the retention capacity of
439 anthocyanins by wine polymeric material. *Food Chem.*, **134**, 957–963.
- 440 González-Manzano, S., Mateus, N., De Freitas, V., Santos-Buelga, C. (2008). Influence of the
441 degree of polymerisation in the ability of catechins to act as anthocyanin copigments. *Eur.*
442 *Food Res. Technol.*, **227**, 83–92.
- 443 Gonzalo-Diago, A., Dizy, M., Fernández-Zurbano, P. (2014). Contribution of low molecular
444 weight phenols to bitter taste and mouthfeel properties in red wines. *Food Chem.*, **154**, 187–
445 198.
- 446 Harrar, V., Spence, C. (2013). The taste of cutlery: how the taste of food is affected by the
447 weight, size, shape, and colour of the cutlery used to eat it. *Flavour*, **2**, 21.
- 448 Hernández, B., Sáenz, C., de la Hoz, J. F., Alberdi, C., Alfonso, S., Diñeiro, J. M. (2009).
449 Assessing the color of red wine like a taster’s eye. *Color Res. Appl.*, **34**, 153–162.
- 450 Jordão, A. M., Correia, A. C. (2012). Relationship between antioxidant capacity,
451 proanthocyanidin and anthocyanin content during grape maturation of Touriga Nacional and
452 Tinta Roriz grape varieties. *South African J. Enol. Vitic.*, **33**, 214–224.
- 453 Jordão, A. M., Simoes, S., Correia, A. C., Goncalves, F. J. (2012). Antioxidant activity
454 evolution during portuguese red wine vinification and their relation with the proanthocyanidin
455 and anthocyanin composition. *J. Food Process. Preserv.*, **36**, 298–309.
- 456 Jordão, A. M., Gonçalves, F. J., Correia, A. C., Cantão, A. J., Rivero-Pérez, M. D., SanJosé,
457 M. L. G. (2010). Proanthocyanidin content, antioxidant capacity and scavenger activity of
458 portuguese sparkling wines (Bairrada Appellation of Origin). *J. Sci. Food Agric.*, **90**, 2144–
459 2152.

- 460 Jose-Coutinho, A., Avila, P., Ricardo-Da-Silva, J. M. (2013). Contribuição para a
 461 caracterização sensorial dos vinhos tranquilos tintos com Indicação Geográfica Protegida de
 462 Portugal Continental. *Enologia*, **61**, 25–34.
- 463 Jose-Coutinho, A., Avila, P., Ricardo-Da-Silva, J. M. (2015). Sensory Profile of Portuguese
 464 White Wines Using Long-Term Memory: A Novel Nationwide Approach. *J. Sens. Stud.*, **30**,
 465 381-394.
- 466 Kennedy, J. A. (2008). Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Cienc. Y*
 467 *Investig. Agrar.*, **35**, 107–120.
- 468 Lesschaeve, I., Noble, A. C. (2005). Polyphenols: factors influencing their sensory properties
 469 and their effects on food and beverage preferences. *Am. J. Clin. Nutr.*, **81**, 330S–335S.
- 470 Magalhães, N., Oliveira, A., Caeiro, L. (1995). Contributo para a caracterização climática das
 471 Regiões Vitícolas de Portugal Continental. In *3^o Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo* **1**,
 472 81–90. Évora.
- 473 Maitre, I., Symoneaux, R., Jourjon, F., Mehinagic, E. (2010). Sensory typicality of wines:
 474 How scientists have recently dealt with this subject. *Food Qual. Prefer.*, **21**, 726–731.
- 475 Marquez, A., Serratos, M. P., Merida, J. (2013). Pyranoanthocyanin Derived pigments in
 476 Wine: Structure and Formation During Winemaking. *J. Chem.*, **2013**, 1–35.
- 477 Mateus, N., Machado, J. M., de Freitas, V. (2002). Development changes of anthocyanins in
 478 *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. *J. Sci.*
 479 *Food Agric.*, **82**, 1689–1695.
- 480 McRae, J. M., Kennedy, J. A. (2011). Wine and Grape Tannin Interactions with Salivary
 481 Proteins and Their Impact on Astringency: A Review of Current Research. *Molecules*, **16**,
 482 2348–2364.
- 483 Monagas, M., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C. (2005). Updated knowledge about the
 484 presence of phenolic compounds in wine. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **45**, 85–118.
- 485 Noble, A. C., Arnold, R. A., Buechsenstein, J., Leach, E. J., Schmidt, J. O., Stern, P. M.
 486 (1987). Modification of a Standardized System of Wine Aroma Terminology. *Am. J. Enol.*
 487 *Vitic.*, **38**, 143–146.
- 488 Obrique-Slier, E., Peña-Neira, Á., López-Solís, R. (2012). Interactions of enological tannins
 489 with the protein fraction of saliva and astringency perception are affected by pH. *LWT - Food*
 490 *Sci. Technol.*, **45**, 88–93.
- 491 Parr, W. V, Heatherbell, D., White, K. G. (2002). Demystifying wine expertise: olfactory
 492 threshold, perceptual skill and semantic memory in expert and novice wine judges. *Chem.*
 493 *Senses*, **27**, 747–55.
- 494 Peynaud, E., & Blouin, J. (1996). *The Taste of Wine: The Art Science of Wine Appreciation*.
 495 346 p. John Wiley & Sons, Ltd.
- 496 Quijada-Morín, N., Williams, P., Rivas-Gonzalo, J. C., Doco, T., Escribano-Bailón, M. T.
 497 (2014). Polyphenolic, polysaccharide and oligosaccharide composition of Tempranillo red
 498 wines and their relationship with the perceived astringency. *Food Chem.*, **154**, 44–51.
- 499 Rodrigues, A., Ricardo-Da-Silva, J. M., Lucas, C., Laureano, O. (2013). Effect of winery
 500 yeast lees on touriga nacional red wine color and tannin evolution. *Am. J. Enol. Vitic.*, **64**, 98–
 501 109.

- 502 Scollary, G. R., Pásti, G., Kállay, M., Blackman, J., Clark, A. C. (2012). Astringency
503 response of red wines: Potential role of molecular assembly. *Trends Food Sci. Technol.*, **27**,
504 25–36.
- 505 Smith, A. K., & Noble, A. C. (1998). Effects of increased viscosity on the sourness and
506 astringency of aluminum sulfate and citric acid. *Food Qual. Prefer.*, **9**, 139–144.
- 507 Spielmann, N. (2012). Terroir? That's not how I would describe it. *Int. J. Wine Bus. Res.*, **24**,
508 254–270.
- 509 Suarez, R., Monagas, M., Bartolome, B., Gomez-Cordoves, C. (2007). Phenolic composition
510 and colour of *Vitis vinifera* L. cv merlot wines from different vintages and aging time in
511 bottle. *Cienc. E Tec. Vitivinic.*, **22**, 35–44.
- 512 Sun, B., Neves, A. C., Fernandes, T. A., Fernandes, A. L., Mateus, N., De Freitas, V.,
513 Spranger, M. I. (2011). Evolution of phenolic composition of red wine during vinification and
514 storage and its contribution to wine sensory properties and antioxidant activity. *J. Agric. Food*
515 *Chem.*, **59**, 6550–6557.
- 516 Sun, B., Ricardo-Da-Silva, J. M., Spranger, M. I. (2001). Quantification of catechins and
517 proanthocyanidins in several Portuguese grapevine varieties and red wines. *Cienc. E Tec.*
518 *Vitivinic.*, **16**, 23–34.
- 519 Sun, B., Sa, M., Leandro, C., Caldeira, I., Duarte, F., Spranger, M. I. (2013). Reactivity of
520 Polymeric Proanthocyanidins toward Salivary Proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **61**, 939–946.
- 521 Tonietto, J., Ruiz, V. S., Zanus, M. C., Montes, C. (2014). The Effect of Viticultural Climate
522 on Red and White Wine Typicity. Characterization in Ibero-American grape-growing regions.
523 *J. Int. La Sci. La Vigne Du Vin*, (**Special Laccave**), 19–23.
- 524 Tuorila, H., Monteleone, E. (2009). Sensory food science in the changing society:
525 Opportunities, needs, and challenges. *Trends Food Sci. Technol.*, **20**, 54–62.
- 526 Valentova, H., Skrovankova, S., Panovska, Z., Pokorny, J. (2002). Time-intensity studies of
527 astringent taste. *Food Chem.*, **78**, 29–37.
- 528 Vaudour, E., Shaw, A. B. (2005). A Worldwide Perspective on Viticultural Zoning. *South*
529 *African J. Enol. Vitic.*, **26**, 106–115.
- 530 Vidal, S., Francis, L., Noble, A., Kwiatkowski, M., Cheynier, V., Waters, E. (2004a). Taste
531 and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and
532 anthocyanins in wine. *Anal. Chim. Acta*, **513**, 57–65.
- 533 Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., Waters, E.
534 (2004b). The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like
535 medium. *Food Chem.*, **85**, 519–525.
- 536 Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile
537 composition and sensory properties in Spanish Albarino wines. *Microchem. J.*, **95**, 240–246.
- 538 Vivar-Quintana, a. M., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J. C. (2002). Anthocyanin-derived
539 pigments and colour of red wines. *Anal. Chim. Acta*, **458**, 147–155.
- 540
- 541
- 542

543

TABLE I

544 Loadings of 14 tastant and mouthfeel descriptors in the first four principal components named:
 545 TASTE_drystringent (PC1), TASTE_sweetviscous (PC2), TASTE_bittersalty (PC3) and TASTE_fullpersistent
 546 (PC4)

547 *Scores fatoriais de 14 descritores sensoriais do gosto e do tacto, agrupados por 4 componentes principais*
 548 *designadas: GOSTO_secoadstringente (PC1), GOSTO_doceuntuoso (PC2), GOSTO_amargosalgado (PC3) e*
 549 *GOSTO_cheiopersistente (PC4)*

TASTE	Principal Component (PC)			
	1	2	3	4
Grain (Mouthfeel)	0.879	-0.073	0.071	0.122
Rough (Mouthfeel)	0.862	-0.216	0.154	0.075
Astringent (Global)	0.812	-0.341	0.186	0.165
Dry (Mouthfeel)	0.787	-0.045	0.247	-0.186
Sweet	-0.071	0.886	0.071	-0.092
Alcohol	-0.299	0.799	-0.113	0.168
Smooth (Mouthfeel)	-0.163	0.787	-0.045	0.206
Oily (Mouthcoat)	0.044	0.622	-0.166	0.583
Acid (Sour)	0.492	-0.621	0.363	0.187
Salty	0.084	0.025	0.864	0.009
Bitter	0.393	-0.011	0.715	0.053
Bubbly	0.167	-0.395	0.572	-0.209
Length	0.188	-0.107	0.077	0.862
Full body	-0.078	0.466	-0.1	0.714
Variance Explained (cumulative)	24.2 (24.2)	24.1 (48.3)	13.6 (61.9)	13.1 (75.0)

550

551

552

553

TABLE II

554

Summary of Portuguese young red wine physicochemical composition and bioclimatic indexes sourced from published studies

555

Resumo da composição físico-química de vinhos tintos jovens Portugueses e de índices bioclimáticos associados à viticultura Portuguesa, recolhidos da literatura científica

Wine Regions (PGI)	Climate	pH	Alcohol (% vol.)	Total Acidity (g tart. acid/l)	Total Anthocyanins (mg/l)	Total Phenols (index)	Total Polyphenols (mg/l)	Proanthocyanidins (mg/l)		Color Tonality (a. u.)	Color Intensity (a. u.)	Literature
								Oligomers	Polymers			
Alentejano	Hot	4.37	14	5.9	347-377	49.3-59.9	1596			0.74-0.86	6.4-11.3	(Fernandes <i>et al.</i> , 2010)
	Dry Hot, Temperate nights											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
		3.38-3.85	11.4-12.5	5.12-6.28	325-468 308-773	16.3-25.77		1197-2729 1221-3902		0.54-0.70 0.71-0.82	1.3 4.26-9.28	(Costa <i>et al.</i> , 1998) (Cabrita <i>et al.</i> , 2003) (Sun <i>et al.</i> , 2013)
Lisboa	Temperate Hot	3.69	13.5	6.4-6.7	467-500	52.8-57.6	1441-1476			0.68	8.4-10.8	(Fernandes <i>et al.</i> , 2010)
	Dry Temperate											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
	Cold	3.2	12.3-14	5.3-9.3				175	335			(Sun <i>et al.</i> , 2001) Sun <i>et al.</i> , 2013 (Cosme <i>et al.</i> , 2009)
Minho	Temperate Cold	3.46	11.2	8.3-8.6	433	63.9	2069			0.65	12.8	(Fernandes <i>et al.</i> , 2010)
	Subhumid											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
	Temperate Cold	2.7-2.8	7.9-10.3	11.2-15.4	700-790 160-11842			65	611	0.42-0.45	11-50	(Sun <i>et al.</i> , 2001) (Castillo-Sánchez <i>et al.</i> , 2008) (Dopico-García <i>et al.</i> , 2008)
Terras do Dão	Cold	3.57-3.77	13.4	7	480	68.9	2230			0.87	10.4	(Fernandes <i>et al.</i> , 2010)
	Dry Temperate											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
	Cold	3.53-3.96	12.5-13.5	4.75-6.25	113-325	16.6-65.2		280	412	0.49-0.94	8.7-13.3	(Sun <i>et al.</i> , 2001) (Cristino <i>et al.</i> , 2013) (Sun <i>et al.</i> , 2013)
		2.93		5.46 (average)			5151		1378	0.75	9.7	(Costa <i>et al.</i> , 2014)
		3.75	13.6	7.8	610 858-1062 379	71	920 2771-3216 3071	485-515	1193-1230	0.62	22	(Rodrigues <i>et al.</i> , 2013) (Jordão <i>et al.</i> , 2012) (Gonçalves <i>et al.</i> , 2012)
Duriense		3.46-3.68	18		516-532							(Mateus <i>et al.</i> , 2002)
	Dry Hot, Cold	3.8-3.9	14.4	4.9-5	260-264	34.5				0.63-0.64	6.6-8.7	(Dallas and Laureano, 1994)
	Nights											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
		2.9		5.02 (average)			1991			0.56	16.5	(Costa <i>et al.</i> , 2014)
Transmontano		3.54-3.99	12.5-14	5-7.5	647-820 130-442	45-55 48.7-65.7		4260-5738		0.4-0.5 0.7-0.85	26.9-37.7 9.5-13	(Cristea, 2014) (Cristino <i>et al.</i> , 2013) (Sun <i>et al.</i> , 2013)
	Dry Temperate											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
	Cold											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
Beira Atlântico	Dry Temperate											(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
	Cold	3.2-3.3	11.4-12	5-5.3	58-129		1788-2523			0.77-.87	1.71 (sparkling)	(Jordão <i>et al.</i> , 2010)

Bloco 2 – Marcadores Sensoriais dos Vinhos Tintos

		3.84	13	6	397	2980	70	621	0.66	18.9	(Gonçalves and Jordão 2009)
Terras da Beira	Dry Temperate Cold										(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
Península Setúbal	Dry Hot, Temperate nights					4805		1570			(Tonietto <i>et al.</i> , 2014) (Sun <i>et al.</i> , 2013)
Algarve	Dry Hot, Temperate nights										(Tonietto <i>et al.</i> , 2014)
Tejo	Dry Hot, Temperate nights	3.7	13.6	3.5	630	35.5			0.52	8.7	(Dallas and Laureano, 1994) (Tonietto <i>et al.</i> , 2014) (Sun <i>et al.</i> , 2013)
Terras Cister	Cool Humid with cool nights					2143		1070			(Fraga <i>et al.</i> , 2013)

556

557

TABLE III

558 Pearson correlation matrix of six sensory variables. **Correlation is significant at the 0.01 level. *Correlation is
559 significant at the 0.05 level

560 *Matriz com correlações de Pearson relativas às seis variáveis sensoriais. **Correlação é significativa para o*
561 *nível de 0.01. * Correlação é significativa para o nível de 0.05*

562

		Correlations					
		color_ton	PC1	PC2	PC3	PC4	color_intens
color_ton	Pearson	1	-.808**	.740**	-.487	-.290	-.606*
PC1	Pearson	-.808**	1	-.957**	.434	.154	.167
PC2	Pearson	.740**	-.957**	1	-.592*	-.017	-.101
PC3	Pearson	-.487	.434	-.592*	1	-.502	.219
PC4	Pearson	-.290	.154	-.017	-.502	1	.096
color_intens	Pearson	-.606*	.167	-.101	.219	.096	1
	N	12	12	12	12	12	12

563

TABLE IV

564

Pearson correlation matrix of six phenolic-prone sensory variables, one climatic variable and physicochemical variables from several Portuguese studies **Correlation is significant at the 0.01 level. *Correlation is significant at the 0.05 level.

565

566

*Matriz com correlações de Pearson relativas às seis variáveis sensoriais e a variáveis da composição físico-química de vinhos tintos jovens Portugueses e de índices bioclimáticos associados à viticultura Portuguesa, recolhidos da literatura científica. **Correlação é significativa para o nível de 0.01. * Correlação é significativa para o nível de 0.05.*

567

568

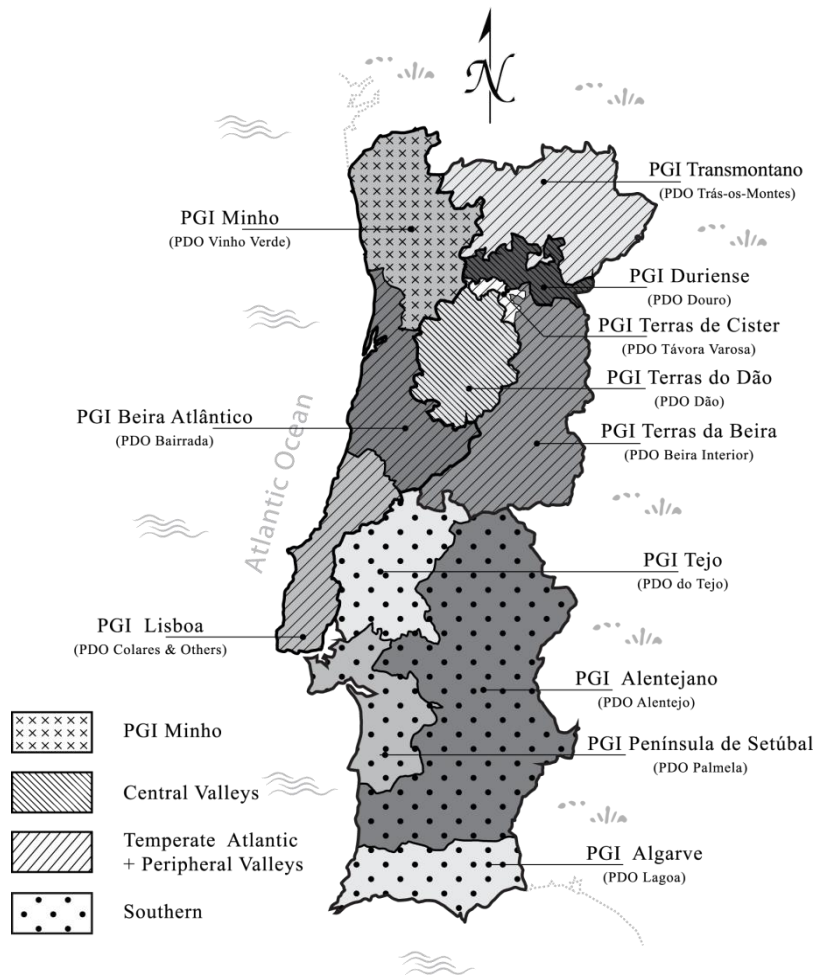
569

Correlations

	color_ton	PC1	PC2	PC3	PC4	color_intens	REVclimate	REVpH	REVALcohol	REVAcidity	REV TPhenols	REV TAnthocyan	REV TPolyphenols	REV PAOligomers	REV PAPolymers	REVColourTonality	REVColourIntensity
color_ton	1																
PC1	-.870**	1															
PC2	.785*	-.962**	1														
PC3	-.426	.542	-.698	1													
PC4	-.179	-.041	.161	-.622	1												
color_intens	-.570	.270	-.196	.046	.065	1											
REVclimate	.871**	-.795*	.726*	-.186	-.372	-.577	1										
REVpH	.900**	-.949**	.876**	-.685	.191	-.404	.821*	1									
REVALcohol	.633	-.642	.688	-.786*	.531	-.653	.526	.683	1								
REVAcidity	-.811*	.691	-.679	.709	-.267	.692	-.689	-.747	-.924**	1							
REV TPhenols	-.858*	.877*	-.866*	.685	.064	.371	-.861*	-.818*	-.601	.811	1						
REV TAnthocyan	-.631	.628	-.647	.633	-.452	.747	-.631	-.741	-.946**	.853*	.563	1					
REV TPolyphenols	-.156	-.049	-.090	.347	-.021	.361	-.221	-.574	-.555	.543	.394	.687	1				
REV PAOligomers	.484	-.717	.654	-.944	.908	-.174	-.288	.504	.520	-.345	-.110	-.390	-.199	1			
REV PAPolymers	.572	-.743*	.697	-.413	.198	-.179	.387	.451	.675	-.619	-.557	-.440	.504	.999**	1		
REVColorTonality	.175	-.195	.128	-.014	.331	-.481	.245	.419	.296	-.126	.111	-.552	-.450	.503	-.227	1	
REVColorIntensity	-.878**	.726	-.653	.390	.146	.685	-.927**	-.864*	-.616	.708	.710	.748	.868*	-.177	-.100	-.488	1

570

571



572

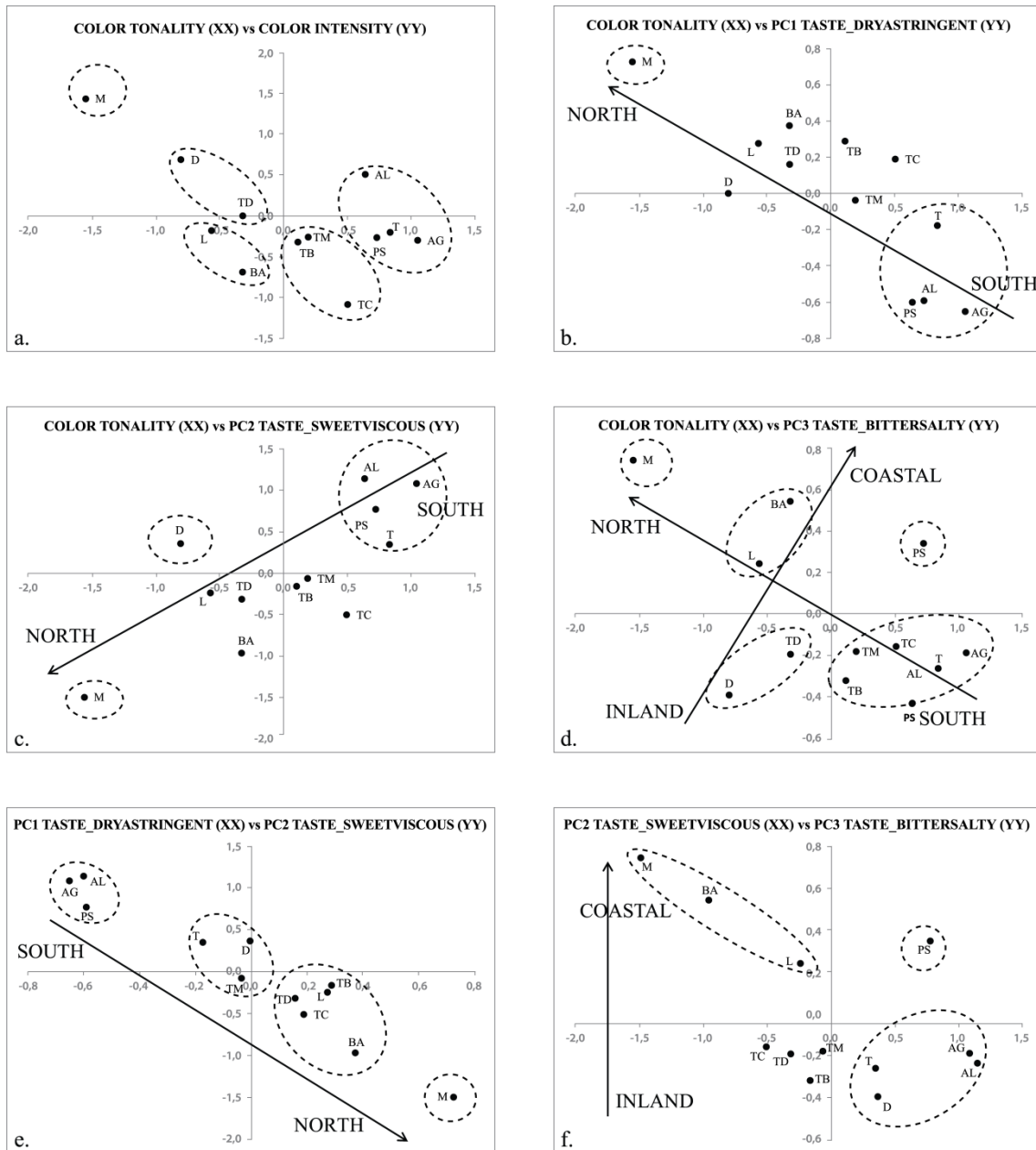
573 **Figure 1.** Protected Geographical Indications for wine production over mainland Portugal. Overlapping
 574 patterns show four sensory-typical clustered zonings.

575 *Indicações Geográficas Protegidas para produção de vinho em Portugal Continental. Sobreposição de*
 576 *padrões gráficos para cada um dos quatro macro-zonamentos de tipicidade sensorial.*

577

578

579



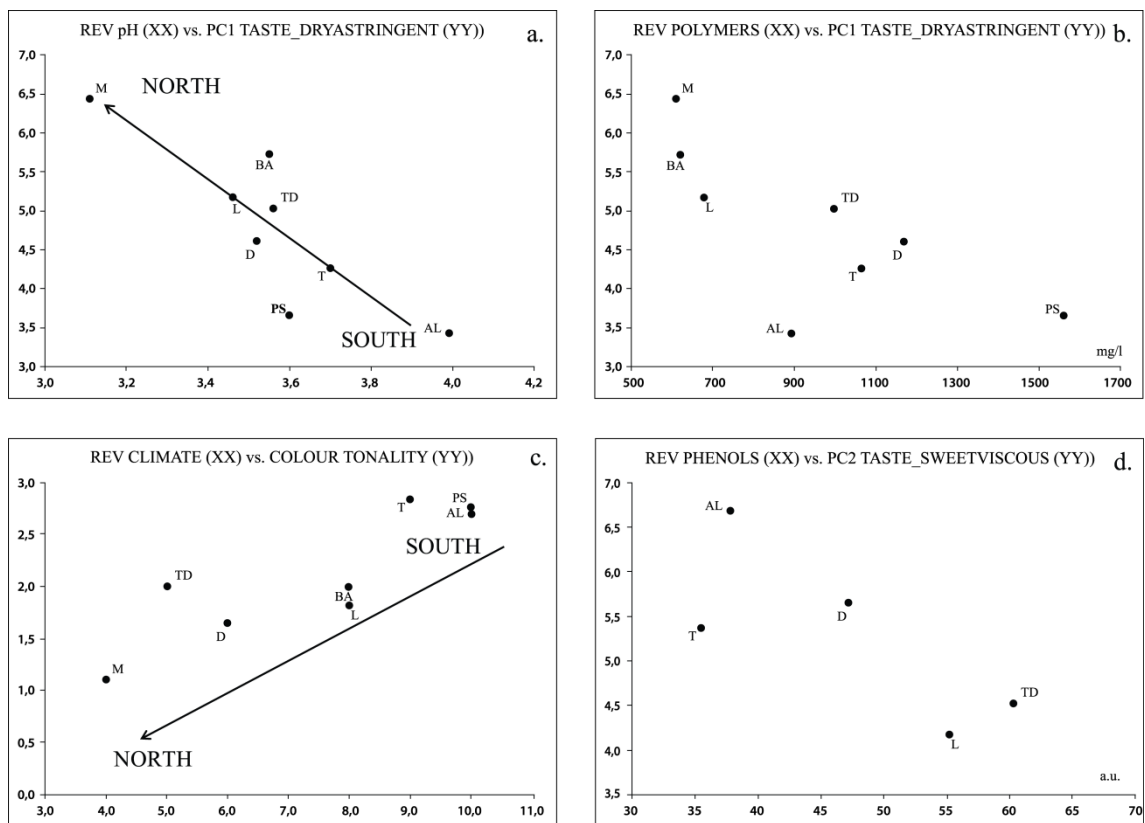
580

581 **Figure 2.** Standardized score bi-plots for six significant correlation of pair-wise sensory variables over 12
 582 PGIs (PS - Península de Setúbal, T - Tejo, AG - Algarve, AL - Alentejano, D - Duriense, TD - Terras do
 583 Dão, BA - Beira Atlântico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira, TM - Transmontano, TC - Terras de Cister,
 584 M – Minho).

585 *Representações das variáveis sensoriais, em 6 planos bi-variados com correlações significativas, para as*
 586 *12 PGIs (PS - Península de Setúbal, T - Tejo, AG - Algarve, AL - Alentejano, D - Duriense, TD - Terras*
 587 *do Dão, BA - Beira Atlântico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira, TM - Transmontano, TC - Terras de*
 588 *Cister, M – Minho).*

589

590



591

592 **Figure 3.** Non-standardized score bi-plots for six significant correlation of pair-wise sensory vs. reviewed
 593 variables over 12 PGIs (PS - Península de Setúbal, T - Tejo, AG - Algarve, AL - Alentejano, D -
 594 Duriense, TD - Terras do Dão, BA - Beira Atlântico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira, TM -
 595 Transmontano, TC - Terras de Cister, M – Minho).

596 *Representações de variáveis sensoriais vs. variáveis da literatura revista, em 4 planos bi-variados com*
 597 *correlações significativas, para as 12 PGIs (PS - Península de Setúbal, T - Tejo, AG - Algarve, AL -*
 598 *Alentejano, D - Duriense, TD - Terras do Dão, BA - Beira Atlântico, L - Lisboa, TB - Terras da Beira,*
 599 *TM - Transmontano, TC - Terras de Cister, M – Minho).*

600

601

BLOCO 3.

**PERFIS SENSORIAIS DOS VINHOS BRANCOS EM
PORTUGAL ATRAVÉS DA MEMÓRIA DE LONGO-
PRAZO: UMA INOVADORA ABORDAGEM AO
NÍVEL DE UM PAÍS.**

RESUMO ALARGADO

Um amplo número de metodologias sensoriais tem sido usado por cientistas e provadores profissionais para o estudo de propriedades sensoriais de uma categoria de vinhos (castas ou regiões). O perfil sensorial dos vinhos brancos certificados como de Indicação Geográfica Protegida (IGP, ou PGI em inglês) de Portugal Continental foi obtido mediante a aplicação de extensivos questionários sensoriais a 20 especialistas profissionais da fileira nacional do vinho. Este pode bem ser o primeiro estudo científico desenhado para apresentar resultados de tipicidade regional e caracterização sensorial a nível nacional. Dúvidas levantadas pela escassez, e consequente falta de representatividade, de amostras de vinho analisadas têm sido apontadas como fator negativo que prejudica os estudos sobre tipicidade, baseados em métodos percetivos, como a Análise Descritiva Quantitativa. No presente estudo, não foram avaliadas quaisquer amostras; a experiência baseou-se exclusivamente na memória. Apesar da controvérsia, o papel da especialização na prova sensorial parece bem documentada. Os investigadores desenvolveram estudos acerca da especialização dos provadores de vinho que destacam a importância da experiência e da memória de longo-prazo para o desempenho extraordinário, sugerindo que as descrições dos especialistas são, sobretudo, baseadas na busca de protótipos, ou seja, de tipologias de vinho, e muito menos na abordagem sensorial analítica que usa termos visuais, olfativos e gustativos. Vinte especialistas nacionais foram selecionados. Este grupo de provadores destacados e reconhecidos pela fileira do vinho nacional é de impossível concentração simultânea no mesmo espaço físico, dada a sua atividade profissional itinerante. Os especialistas foram convidados pelo coordenador deste estudo e, após uma breve explicação da metodologia e objetivos, receberam 12 questionários sensoriais, um por cada IGP. A questão fundamental que deveria presidir ao preenchimento destes 12 questionários foi. “Como definiria sensorialmente um típico vinho branco jovem e comercial de uma dada IGP e como o avaliaria numa dada escala, nos seus mais diversos atributos de cor, aroma e gosto?” Não foram realizadas provas de aferição ou quaisquer pré-testes. A cor foi avaliada na sua intensidade e na sua tonalidade, esta última com três categorias usuais em vinhos brancos jovens:

amarelo-esverdeado, amarelo-palha e amarelo-dourado. O aroma foi avaliado com uma medição da intensidade global e 17 classificações em famílias aromáticas que resume o conhecimento científico, a maioria apresentada em publicações de referência sob a forma de rodas de aromas. O gosto foi avaliado com 13 medidas incluindo os gostos essenciais (ácido, doce, salgado e amargo) e categorias gustativas e tácteis que resultam da percepção de vários tipos de adstringência na interação com outros compostos do vinho ou com a constituição da cavidade oral, para além de outras percepções como efervescência leve, cobertura da boca ou persistência. Após a redução das medições sensoriais iniciais, recorrendo à análise de componentes principais, uma nova comparação das 12 IGP com base nos descritores agregados (em componentes principais) e de algumas variáveis primárias foi realizada com o auxílio da análise de *clusters*. Mais detalhadamente, mantendo a medição inicial da intensidade aromática global do vinho branco típico de cada IGP, os 17 descritores iniciais do aroma foram, de acordo com as respostas do painel especialista, agrupados em cinco componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às famílias aromáticas: **PC1 Aoverripefruit (fruta sobremadura e seca)**, **PC2 Awoodyspicy (madeira e especiaria)**, **PC3 Agreenchemical (vegetal e químico)** **PC4 Awhitecitrus (fruta cítrica e branca)** **PC5 Aripefruitmineral(-) (fruta madura, ausência mineral)** e **PC6 Afloral(Stand Alone) (Floral (isolado))**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 73,4% da variância total do desenho experimental. Quanto à caracterização do gosto do vinho branco típico de cada uma das 12 IGP, os 13 descritores iniciais foram, finalmente, agrupados em quatro componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às quatro percepções clássicas do gosto e investigação de referência acerca de outras sensações tácteis e gustativas: **PC1 Tbitterastringent (amargor e adstringência)**, **PC2 Tsweetalcohol (doçura e álcool)**, **PC3 Tfullpersistent (corpo e persistência)** and **PC4 Tacidbubbly (acidez e efervescência)**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 72,2% da variância total do desenho experimental, apoiando a noção de uma discriminação robusta com categoriais mais simplificadas. Três macro-zonamentos foram detectados e diferenças sensoriais entre eles foram robustamente validadas e sensorialmente descritas. A IGP MINHO foi avaliada como a mais típica IGP de Portugal Continental,

acumulando classificações extremadas em quase todos os descritores da cor, do aroma e do gosto. Os resultados da análise de *clusters* fundamentaram o seu isolamento final em virtude da força igual ou superior desta IGP face a outros macro-zonamentos compostos por IGPs agregadas. O *cluster* SUL das quatro IGPs meridionais (IGP Península de Setúbal, IGP Tejo, IGP Alentejano e IGP Algarve) fundamentou-se na acumulação de várias classificações extremas, e por isso típicas, nos descritores avaliados, quase sempre em oposição sensorial ao zonamento individualizado da IGP MINHO. As restantes IGPs continentais, agregadas no terceiro macro-zonamento, juntam o *sub-cluster* dos VALES INTERIORES com outro *sub-cluster*, sensorialmente aproximado, da COSTA CENTRAL.

A tonalidade da cor, o teor alcoólico e a acidez apresentam relações duais, de proporcionalidade, inversa ou direta, muito acentuada, de tal modo que as variações respetivas justificam a elegibilidade enquanto marcadores-chave para a diferenciação e tipicidade regional. A construção mental, assim como a avaliação expressa pelos provadores especialistas demonstrou uma proximidade sensorial muito significativas entre vinhos tintos certificados para a Indicação Geográfica Protegida e vinhos tintos certificados para a(s) Denominação(ões) de Origem Protegida(s) (DOP ou DOC, PDO em inglês) que se inserem geograficamente dentro da IGP respetiva (IGP Minho e DOC Vinho Verde, por exemplo), levantando dúvidas razoáveis relativas à diferenciação da tipicidade em Portugal Continental e o seu papel nas preferências dos consumidores.

SENSORY PROFILE OF PORTUGUESE WHITE WINES USING LONG-TERM MEMORY: A NOVEL NATIONWIDE APPROACH

ANIBAL JOSE-COUTINHO^{1,3}, PATRICIA AVILA² and JORGE M. RICARDO-DA-SILVA¹

¹Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Laboratório Ferreira Lapa (Sector de Enologia), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal

²Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Departamento de Métodos de Pesquisa Social, Av. das Forças Armadas, 1649-026 Lisbon, Portugal

³Corresponding author.

TEL: +351917223808;

EMAIL: ajosecoutho@gmail.com

Accepted for Publication July 20, 2015

doi:10.1111/joss.12165

ABSTRACT

White wine sensory profiling of all 12 Protected Geographical Indications (PGIs) of mainland Portugal was achieved through completion of extended sensory questionnaires by 20 professional wine experts. No samples were assessed; the experiment was based on memory alone. Three macro-zonings were found and typicality differences were statistically validated and sensory described. PGI MINHO was found the most typical of all PGIs, with several extreme rates on Color, Aroma and Taste. SOUTHERN cluster of the four meridional PGIs presented several extreme, therefore typical, sensory assessments, mostly opposite to the profile of PGI Minho. Color tonality, alcohol and acidity were mutually related and respective variations were correlated with published findings and expressed as key factors for regional macro-zoning differentiation. Moreover, with the proposed methodology it was possible to achieve a novel nationwide sensory characterization of PGIs, overcoming ongoing macrosampling and sample representativeness limitations and envisaging new nation-sized sensory studies.

PRACTICAL APPLICATIONS

This innovative nationwide study on white wine typicality, namely on sensory profiles of PGI (and PDO) certified wines, may contribute to the debate of scale factors that result in significant gains in areas such as wine certification (3–5 certification boards instead of existent 12), admission of transregional wine certification for high volume brands and a better and clearer communication and marketing that would reach a larger group of consumers with condensed information on typicality. Moreover, to develop a method that bypass the sampling problem of wines that would be representative of a given PGI or, in general, a nation-sized area may be considered useful and widely applicable to sensory studies.

INTRODUCTION

A wine is typical if some of its own characteristics can be identified and if it is recognizable as belonging to a regional or cultural type that is distinctive from others. In France, the concepts of the *cru* and *terroir* describe tasters' detection of regionality of wine (McCloskey *et al.* 1996). The perception of typicality may differentially affect purchase decisions (Jackson 2014). Results from the conjoint assessment of wine product concepts indicated that price and wine region

were of greatest utility (Chrea *et al.* 2011). For all Protected Geographical Indications (PGI) and Protected Designation of Origin (PDO) products, quality control based on sensory parameters is fundamental for preserving the market position, maintaining consumer confidence, and loyalty, because perceived sensory characteristics represent the most important key factors for typicality of a product (Endrizzi *et al.* 2013).

A large number of sensory methodologies (Maitre *et al.* 2010) have been used with professional tasters to show the sensory properties of a wine category (wine variety or PDO).

Scientists have tested different sensory approaches, although the perceptual methods based on sample tasting, such as Quantitative Descriptive Analysis (Perrin *et al.* 2008), Sorting Tasks (Parr *et al.* 2007) or Accreditation Methods (used by tasting panels from all Portuguese certification boards), may be considered the most commonly used. Moreover, qualitative methods can be applied to enhance quantitative studies (Jervis and Drake 2014).

Concerns regarding scarcity of samples assessed have always undermined the results on typicality. Do 6 (Ross *et al.* 2012), 10 (Vilanova 2006; Carlucci and Monteleone 2008), 13 (Varela and Gámbaro 2006), 17 (Runnebaum *et al.* 2011), 19 (Etaio *et al.* 2007), 20 (Scacco *et al.* 2007), or 23 (Campo *et al.* 2008) wine samples statistically represent and explain typicality over a vast wine region? This point of samples representativeness may be a concern for every one looking for characterizing wine typicality (Maitre *et al.* 2010). The production factors induce a great sensory diversity within the appellations, which leads to a problem of representativeness: having a wine labeled with a State appellation of origin is thus not sufficient to determine the sensory specificities of a given appellation and has to be distinguished from typicality (Perrin and Pagès 2009). Furthermore, if wine samples are tasted in quick succession, the increase in apparent astringency or the variability in alcohol content can produce tasting sequence errors (Jackson 2014). A recent study stated that a sample-tasting panel did not discriminate among the wines for astringency and bitterness, probably because the samples were inexpensive wines with very similar phenolic contents (Heymann *et al.* 2012).

Reducing sampling errors is vital for getting valid results from experiments and the level of expertise, as well as the kind, influences the performance and categorization. Despite the ongoing controversy, the role of expertise seems to be well documented. Researchers have described theories of wine expertise which highlight the importance of experience and long-term memory for extraordinary performance. Wine professionals (winemakers, wine journalists, etc) are often nonavailable for testing (Perrin *et al.* 2008), hence our experts were not formally trained, as usually done in quantitative descriptive analysis. Thanks to their high level of expertise, the abstraction of sensory prototypes is memorized and could be considered as a synthesis of all previous tasting experiences of samples from the category (Maitre *et al.* 2010). Therefore, this nationwide study was built on the case that senior experts have common mental representations of typical wines from each PGI, resulting in a feasible assessment of predetermined attributes and respective lexicon (Lawless and Civille 2013) which can be used to describe the sensory characteristics of a typical exemplar of the category or prototype. Clear agreement between experts concerning typicality scores (Ballester *et al.* 2008) and existence of shared cognitive constructs of typicality (Urdapilleta *et al.*

2011) have been demonstrated. Descriptions stored in long-term memory can be used to generate images of objects and scenes (Tempere *et al.* 2014). Flavor may be processed by tasters as a psychological construct, the data being more consistent with a perceptual/cognitive process rather than a consequence of rating strategies (Prescott 1999). The literature does not always clearly delineate what constitutes training and what is experience. Experience relates to a familiarity with a product class resulting from long term exposure to a wide variety of members representing that class (Gawel *et al.* 1997). Several studies indicate that the main difference between trained and untrained subjects is the quality of the vocabulary used (Chollet and Valentin 2000). Recognition of meaningful stimuli such as words or objects rapidly activates conceptual information and leads to the retrieval of additional relevant information from long-term memory (Potter 1993). If results suggest that wine expertise may be more of a cognitive skill rather than a perceptual one, and if all of the perceptually based techniques have a persistent low wine sampling hazard due to the logistical and/or time-consuming factors, then why are not conceptual techniques, based on the long-term semantic memory from wine experts (Parr *et al.* 2002) and keepers of memory (Maitre *et al.* 2010), accepted and tested? The research interests in food science are diverse, and much of sensory research focuses on solving commodity-specific practical problems. Such research tends to act in a “traditional” way that prevents adopting new practices. Fundamental and innovative research, searching for general rules, explanations, and understanding are at risk, if applied testing is considered the primary obligation of the discipline. With adequate research questions and resources, sensory research can have significant implications across product categories (Tuorila and Monteleone 2009).

In 2012, 32% of the total wine volume in Portugal was produced, certified and labeled as from a Protected Designation of Origin (PDO) and 23% of that volume was from PGIs. Currently, there are 12 Protected Geographical Wine Indications (PGI) in mainland Portugal (Figure 1). For such a small country, does the actual range of 12 PGIs offer 12 single and typical wine sensory profiles, so different from one another that typicality governs consumers on their purchasing decisions?

Supporting evidence of the possible PGIs clustering feasibility can be found in bioclimatic (Magalhães *et al.* 1995; Fraga *et al.* 2013; Tonietto *et al.* 2014) and biogeographical zoning studies (Costa *et al.* 1990). Phenolic composition (Sun *et al.* 2001; Sun *et al.* 2013) and aroma (Vilanova and Vilarino 2006) exhibited zonal differences. Indeed, authentication of origin using elemental analysis has already been suggested (Rodrigues *et al.* 2011; Catarino *et al.* 2012).

In South Africa, differentiation between red wines according to geographical origin, based on selected chemical

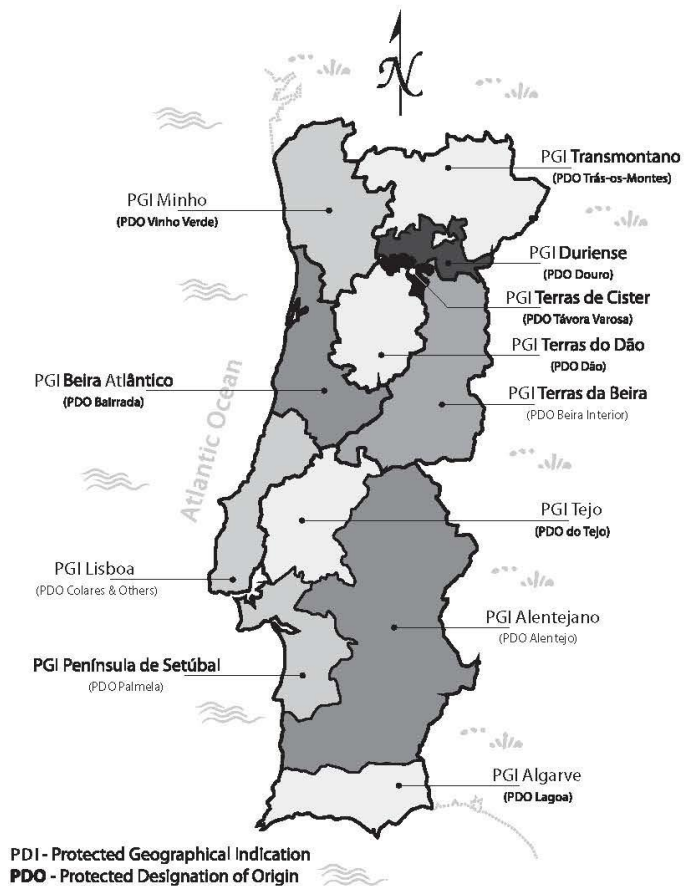


FIG. 1. PROTECTED GEOGRAPHICAL WINE REGIONS (AND RESPECTIVE INNER PDOS) IN MAINLAND PORTUGAL

parameters was achieved (Minnaar and Booyse 2004). The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of German Riesling white wines was published (Fischer *et al.* 1999). Goldner and Zamora (2007) refer to studies that emphasize the geographical differentiation of wines, grapes or grapevines as the basis for zoning. To differentiate a single varietal (Chardonnay) along 4 Californian Appellations, 48 wines were assessed (McCloskey *et al.* 1996).

Research is showing that geographical origin of wine has strong impact on consumers (Hughson and Ashman 2004). Is it possible to get an agreement on sensory typicality inside a vast PGI or even in smaller Protected Designation of Origin (PDO) legally and geographically located inside a PGI? When there is a consensus, which methodology can be used to describe it? Those key questions remain scarcely answered. There has been no research on the sensory typicality of the current Portuguese PGIs. To our knowledge, no nationwide sensory studies on both white and red PGI wines were yet published.

The aim of this study was determining which sensory descriptors are important to characterize white wine typicality on a nationwide scale. We also determined which aggregate variables allowed a significant discrimination in the different PGI white wines that might support and sensory-profile the new found clustered macrozonings.

MATERIALS AND METHODS

Expert Panel

When compared with Parr *et al.* (2002) more stringent criteria were applied, as the definition of an expert considered the following categories:

Renowned winemakers with tasting activity of >4 times per week in at least 2 Portuguese wine regions;

Wine-science researchers and teaching staff who were regularly involved in wine-making and/or wine evaluation;

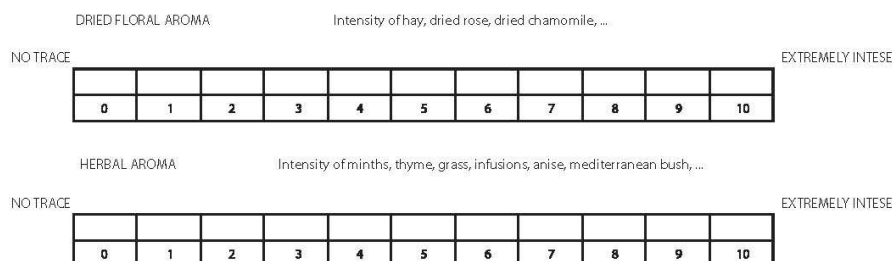


FIG. 2. SHORT EXTRACT OF THE SENSORY QUESTIONNAIRE

Wine professionals (e.g., Master of Wine, wine judges, wine writers, and wine retailers);

Experts with an extensive (>15 years) history of wine involvement.

Graduate wine students, wine consumers and enthusiasts, even with >15 years of wine involvement, were not considered amongst the group of professional wine experts.

The sensory output of this work was generated by 20 renowned winemakers, referenced scholars, opinion leaders and other professionals from the Portuguese wine industry. Recent literature showed that the number of panelists is well above the necessary to ensure a statistically robust outcome (Heymann *et al.* 2012).

Questionnaire

The questionnaire was designed according to the classical three-tier sensory method of assessment: visual, aromatic and gustatory/tactile attributes. Figure 2 shows an extract of the questionnaire, on which two aromatic variables are assessed on a 0 (no trace) to 10 (extremely intense) integer values scale (see full questionnaire on Supporting Information 1).

Color was assessed in its intensity and in its tonality, with categories for young white wines (Sáenz Gamasa *et al.* 2009). Aroma was evaluated with 1 overall intensity measure and 17 aromatic categories that summarize significant amount of scientific research (Ballester *et al.* 2009; Heymann *et al.* 2014), many of which are already used in the form of aroma wheels (Noble *et al.* 1987; Fischer *et al.* 1999; Lawless *et al.* 2012). The taste of white wines was evaluated with 13 measures, including essential tastes (sour, sweet, salty, bitter), mouthfeel categories resulting from various types of astringency (Pickering and Demiglio 2008; Oberholster *et al.* 2009) as well as burning, prickling, weight, persistence, and mouth-coat sensation (Jackson 2014).

Except for color tonality, the questionnaire used an 11-integer points rating scale, anchored at the left “no trace of the attribute” (score 0) and at the right “extreme intensity of the attribute” (score 10). Color tonality results were standardized to match the same scale, as the previously reported

research justified the use of a 3 integer points scale with 1 Yellow-Green, 2 Straw-Yellow, and 3 Yellow-Gold (Sáenz Gamasa *et al.* 2009).

Procedure

Respondents were invited by the same experimenter, after a short explanatory conversation, and received 12 questionnaires, one for each Portuguese wine PGI. They were asked to complete individually all 12 questionnaires in one week and send them by post to the experimenter.

The main question that the experts were expected to answer was “How would you define a typical young commercial white wine from this particular PGI and score each sensory attribute accordingly?” Despite some reasonable doubts on similar cognitive construct within the panel (Lawless 1997), no training phase or levelling pre-stage was performed. No wine samples were assessed. All experts independently completed individual questionnaires, characterizing each expert’s own construct of what is a typical PGI young white wine of each of the 12 Portuguese wine regions by scoring several sensory attributes.

Data Analysis

Descriptive statistics (central tendency and dispersion) were computed for each sensory attribute (Scaman *et al.* 1998). Bivariate statistics, such as one-way ANOVA, were performed to reveal whether or not there exists an association, the strength of such an association or whether there is a difference between the sensory attributes, when the twelve PGIs are compared. This was followed by the completion of principal components analysis (PCA) with a *varimax* rotation which sought to explore the possibility of reducing the initial amount of sensory variables into fewer dimensions—the principal components (PC). Principal component analysis of sensory data permitted the differentiation among geographic areas (Vilanova and Soto 2005). The number of retained components was based on the Kaiser criterion (according to which the components with an eigenvalue greater than or equal to 1 are retained), and occasionally, the next principal component was also

TABLE 1. LOADINGS OF 17 AROMATIC MEASURES IN THE FIRST SIX PRINCIPAL COMPONENTS. SELECTED AROMATIC CONTRIBUTORS TO EACH AGGREGATE PC ARE UNDERLINED

Aroma	Components (by rotated component matrix)					
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
Dried floral	<u>0.826</u>	-0.062	0.112	-0.075	0.031	0.131
Nut fruit	<u>0.824</u>	0.104	-0.102	-0.028	0.113	0.071
Jam & Jelly fruit	<u>0.779</u>	0.354	-0.061	0.100	0.190	0.001
Dried fruit	<u>0.751</u>	0.282	-0.100	-0.091	-0.201	-0.040
Ca ramelized	<u>0.615</u>	0.456	0.125	0.211	0.200	-0.185
Woody	0.085	<u>0.861</u>	0.066	0.149	-0.031	-0.011
Bread & Pastry	0.263	<u>0.787</u>	0.118	0.123	0.077	0.088
Spicy	0.470	<u>0.565</u>	0.208	0.059	-0.291	0.046
Herbal	0.044	0.017	<u>0.888</u>	0.167	-0.107	-0.001
Vegetal	-0.093	0.150	<u>0.839</u>	0.085	-0.064	-0.038
Chemical	0.055	0.367	<u>0.501</u>	-0.311	0.415	0.173
White fruit	0.133	0.176	0.243	<u>0.767</u>	0.074	-0.088
Citrus fruit	-0.264	0.188	-0.026	<u>0.723</u>	-0.118	0.341
Mineral	-0.021	0.158	0.290	0.269	- <u>0.694</u>	0.112
Tropical fruit	0.060	0.207	0.031	0.313	<u>0.630</u>	0.349
Stone fruit	0.492	-0.105	0.098	0.415	<u>0.533</u>	-0.167
Floral	0.084	0.014	-0.003	0.051	0.034	<u>0.898</u>
Total variance explained % (cumulative)	27.7 (27.7)	14.9 (42.6)	9.5 (52.1)	8.3 (60.4)	6.9 (67.3)	6.1 (73.4)

retained (Tables 1 and 2). Latent variables encompassing different initial variables found to be highly correlated on each PC were estimated, named accordingly and new descriptive statistics of the 12 PGIs was computed (see Table 3) on the basis of such aggregate latent variables (three initial variables were kept isolated: color intensity, color tonality and aromatic intensity). Given that the central hypothesis of this study anchored on the proximity of some regions in relation to their typical wine sensory profiles, global research of this proximity was assessed by hierarchical cluster analysis (HCA) which is an exploratory data analysis tool that aims at sorting different objects (the

12 PGIs) into groups in a way that the similarity between two objects is maximal if they belong to the same group and minimal otherwise. The squared Euclidean distance was taken as measure of the similarity between the different PGIs, and the complete linkage method algorithm was used to group the PGIs. Raw data from the above-mentioned three initial sensory variables excluded from the PCA, as well the means of the latent sensory variables that emerged from the PCA outcome were lined up as the HCA input. Clustered groups were, finally, sensory-described on the basis of mean scores comparison as the anova results confirmed the statistical robustness of our design (see Table 4).

TABLE 2. LOADINGS OF 13 TASTANT AND MOUTHFEEL DESCRIPTORS IN THE FIRST FOUR PRINCIPAL COMPONENTS. SELECTED TASTANT CONTRIBUTORS TO EACH AGGREGATE PC ARE UNDERLINED

Taste	Components (by rotated component matrix)			
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Dry (mouthfeel)	<u>0.796</u>	0.028	0.109	0.058
Astringent (global)	<u>0.772</u>	-0.001	0.119	-0.047
Salty	<u>0.733</u>	0.114	-0.054	0.298
Rough (mouthfeel)	<u>0.730</u>	-0.208	0.274	0.048
Bitter	<u>0.713</u>	0.095	-0.029	0.170
Sweet	0.123	<u>0.850</u>	-0.145	-0.161
Smooth (mouthfeel)	-0.077	<u>0.804</u>	0.329	0.086
Alcohol	0.034	<u>0.621</u>	0.195	-0.618
Length (persistence)	0.243	-0.077	<u>0.851</u>	0.055
Oily (mouthcoat)	0.090	0.500	<u>0.653</u>	-0.320
Full body	0.004	0.448	<u>0.650</u>	-0.394
Bubbly	0.240	0.046	-0.252	<u>0.811</u>
Acid (sour)	0.326	-0.389	0.292	<u>0.659</u>
Total variance explained % (cumulative)	23.5 (23.5)	18.7 (42.2)	15.3 (57.6)	14.6 (72.2)

RESULTS AND DISCUSSION

Sensory Differentiation

Twelve PGIs, memory assessed by the typicality of their respective PGI white wines, were sensory validated since all PGIs showed differences with significant statistical meaning (at least in 1 attribute) which was verified by the anova method, considering one fixed factor: the Geographical Indication. Multivariate statistical methods showed evidence of sensory aggregations between PGIs and extended geographical clusters or macrozonings with similar sensory profile were proposed. Relative Standard Deviation, also known as Coefficient of Variation (Abdi 2010), showed a lower percentage for the majority of the sensory attributes which indicates low variability in the data set means (see Table 2). The aggregate attributes PC1 *Aoverripefruit*, PC2 *Awoodyspic*, PC1 *Tbitterastringent* showed high variability which may limit its interpretation.

Representation of Aroma

Except for the aromatic intensity assessment, the 17 initial aroma descriptors were grouped into six Principal Components (see Table 1) that were named according to the previously reported research on aromatic series: PC1 *Aoverripefruit*, PC2 *Awoodyspic*, PC3 *Agreenchemical*, PC4 *Awhitecitrus*, PC5 *Aripefruitmineral(-)*, PC6 *Afloral (Stand Alone)*. It is interesting to note that the floral aromatic family stood alone as the key contributor of PC6 (explaining 6.1% of total variance). It is well known that floral-scented monoterpenic compounds are important to discriminate between grape varieties. This result may link to the fact that some Portuguese PGI have an important presence of *Muscat* grapes (Feliciano *et al.* 2009), and monoterpenic rich cultivars, such as *Loureiro* (Oliveira *et al.* 2004) or *Fernão-Pires* (Rocha *et al.* 2010).

It was possible to find an aggregate sensory measurement that explained 73.4% of total variance. The simplification procedure based on the expert panel assessments may prove to be optimal for macrozoning profiling purposes when compared to previously reported use of highly specific, isolated and less obvious sensory descriptors. This concern is finding increasing support within the scholar world itself (Quandt 2007).

Representation of Taste

The application of PCA to all tastant and mouthfeel categories aimed to simplify the characterization of the taste of PGI young white wines.

The 13 initial taste descriptors were finally grouped into four Principal Components Components (see Table 2) named accordingly to the classical tastes and contributing

research on mouthfeel perceptions, reported above: PC1 *Tbitterastringent*, PC2 *Tsweetalcohol*, PC3 *Tfullpersistent*, and PC4 *Tacidbubbly*.

It was possible to find an aggregate sensory measurement that explained 72.2% of total variance, again supporting the possible role of the presented simplification procedure, namely on the tactile range of descriptors.

Typical Wine Profiles Versus current PGIs

The application of HCA has showed the existence of macrozoning sensory proximities which, partly, confirmed this research's initial hypothesis and, more importantly, validated the scope of the present assay.

The experts' typicality construct for the PGI white wines from mainland Portugal led to the outcome of 3 clusters (see Figs. 3 and 4) that were named according to their respective geography and a combination of geomorphological and bioclimatic aspects (Fraga *et al.* 2013):

- **Cluster #1: SOUTHERN** (PGI Pen. Setubal (PS) + PGI Tejo (T) + PGI Alentejano (AL) + PGI Algarve (AG))
- **Cluster #2: CENTRAL COAST** (PGI Beira Atlântico (BA) + PGI Lisboa (L)) + **INLAND VALLEYS** (PI Durien-se + PGI Terras do Dão + PGI Terras Beira (TB) + PGI Transmontano (TM) + PGI Terras Cister (TC))
- **(Single PGI) Cluster #3: PGI MINHO (M)**

The sensory profiles of white wines from the new-found clustered macrozonings zones in mainland Portugal were described and compared with published literature.

Sensory differences were found and proved to be in line with several published studies using other methodologies or focusing on partial sensory determinations. White wines, obtained by direct pressing with minimum skin contact, contain mostly the flavonoids originating from pulp. Non-flavonoid phenolic compounds (Rentzsch *et al.* 2009), flavanol monomers, and oligomers have been found in small amounts (Ricardo-da-Silva *et al.* 1993). However, proanthocyanidin polymers have not been analyzed in white wines (Terrier *et al.* 2009). Wine phenolic derivatives may either taste astringent, bitter or both (Valentova *et al.* 2002). Due to the close relationship between bitterness and astringency (Lesschaeve and Noble 2005), our group of experts placed the major factor loadings for each sensation on the same principal component PC1 *Tbitterastringent* (see Table 4) which might be related to the low content of phenolic polymeric derivatives on white wine.

Typical Young White Wine Profile of the SOUTHERN Macrozoning. Final sensory attributes reveal some characteristics that sustain the fast clustering dynamics encompassing the 4 SOUTHERN PGIs (PGI

TABLE 3. MEAN AND STANDARD DEVIATION OF SCORES ON ALL FINAL SENSORY ATTRIBUTES BY PGI, AFTER PCA. INCLUDES RELATIVE STANDARD DEVIATION

Geographical Indications	Color tonality	Color intensity	Aroma intensity	(PC6) A. Floral	(PC1A) overripefruit	(PC2) A woodyspicy	(PC3) A green chemical	(PC4) A whitecitrus	(PC5) A ripefruit mineral (-)	(PC1T) bitter astringent	(PC2) T alcohol	(PC3) T full persistent	(PC4) T acid bubbly
Agarve	2.14	5.86	5.79	4.36	3.96	2.90	3.19	5.46	6.40	2.16	6.17	5.33	2.14
	0.53	1.41	0.97	2.06	2.20	1.60	0.93	1.49	1.11	1.27	0.76	0.78	0.72
Aentejano	2.10	5.95	6.30	3.95	3.55	2.85	2.93	5.70	6.35	2.05	6.10	5.80	2.40
	0.31	0.89	0.73	1.76	1.56	1.55	1.37	1.63	1.02	1.19	0.83	1.24	0.63
Beira Atlântico	1.05	4.15	5.60	5.00	2.64	2.98	4.33	5.43	4.48	3.29	3.45	4.88	4.78
	0.39	1.04	1.31	1.95	1.55	1.71	1.36	1.21	1.35	1.51	1.20	0.87	0.69
Duriense	1.65	5.65	5.65	4.75	3.54	3.08	3.27	5.38	4.93	2.45	4.72	5.92	3.25
	0.49	0.67	1.18	1.55	1.85	1.53	0.78	1.54	1.00	1.28	1.08	1.11	0.68
Lisboa	1.05	4.32	5.89	5.16	2.34	2.19	4.51	5.71	4.63	3.05	3.84	4.65	4.47
	0.23	1.11	1.33	1.95	1.11	1.70	1.57	1.50	1.30	1.62	1.02	0.99	0.86
Minho	1.00	3.00	5.90	5.45	1.46	1.27	4.07	6.33	4.65	3.15	2.92	3.50	6.75
	0.00	1.45	1.12	1.79	0.92	0.98	1.52	1.78	1.20	1.30	1.18	1.30	1.05
Península Setúbal	1.84	5.26	7.05	7.37	3.03	2.37	2.81	5.58	5.91	2.15	5.68	5.05	2.79
	0.50	0.81	1.35	1.95	1.22	1.22	1.28	1.49	1.22	1.37	0.89	0.92	0.70
Tejo	2.05	5.16	6.11	6.05	2.68	2.23	3.46	5.00	6.18	2.39	5.02	4.96	3.07
	0.40	0.90	1.15	1.35	1.45	1.38	1.29	1.62	1.02	1.23	1.09	1.10	0.80
Terras da Beira	1.30	4.90	5.45	4.70	2.49	2.37	3.65	5.80	4.03	2.75	3.80	5.38	4.02
	0.47	1.21	1.19	1.98	1.58	1.50	1.36	1.49	0.90	1.36	1.24	0.88	0.54
Terras de Cister	1.15	4.54	4.92	4.23	2.31	2.64	3.41	5.19	3.54	2.52	3.67	4.87	4.26
	0.38	0.78	0.86	1.79	0.95	1.87	1.13	1.75	0.57	1.36	0.88	0.86	0.83
Terras do Dão	1.32	5.21	5.53	4.89	2.43	3.18	3.70	6.05	3.72	3.17	3.91	6.30	4.16
	0.48	0.85	1.35	2.05	1.34	1.34	1.30	1.64	1.24	1.34	1.09	1.00	0.58
Transmontano	1.64	5.29	5.43	4.86	2.96	2.79	3.29	5.04	4.14	2.41	4.60	5.40	3.26
	0.50	1.44	1.02	2.28	1.36	1.75	1.41	1.17	1.13	1.46	1.15	0.97	0.95
Total	1.52	4.92	5.83	5.10	2.76	2.55	3.57	5.58	4.94	2.65	4.46	5.17	3.83
	0.58	1.32	1.24	2.03	1.56	1.56	1.37	1.54	1.46	1.39	1.45	1.23	1.43
%RSD	38%	27%	21%	40%	57%	61%	38%	28%	30%	53%	33%	24%	37%

TABLE 4. MEAN SCORES OF FINAL SENSORY ATTRIBUTES REGARDING THE 3 CLUSTERED ZONINGS OF MAINLAND PORTUGAL. SUMMARY OF ANOVA RESULTS. MINIMAL SCORES IN ITALIC; MAXIMAL SCORES IN BOLD AND SHADED

FINAL CLUSTERED ZONINGS VS. FINAL SENSORY ATTRIBUTES	Color		Aroma		(PC6) A		(PC1) A		(PC2) A		(PC3) A		(PC4) A		(PC5) A		(PC1) T		(PC2) T		(PC3) T		(PC4) T	
	Tonality	Intensity	Intensity	Floral	Floral	overripefruit	woodyspicy	green	chemical	whitcitrus	ripenfruit	mineral(-)	astringent	bitter	sweet	alcohol	full	acid	bubbly					
SOUTHERN	2.03	5.56	6.31	5.43	5.43	3.31	2.59	3.10	5.44	6.21	2.19	2.81	5.74	5.29	2.60									
TEMPERATE ATLANTIC + INLAND VALLEYS	1.31	4.86	5.50	4.80	4.80	2.67	2.75	3.74	5.51	4.27	4.00	5.34	4.03											
PGI MINHO	1.00	3.00	5.90	5.45	5.45	1.46	1.27	4.07	6.33	4.65	3.15	2.92	3.50	6.75										
UNIVARIATE ANOVA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.30	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00										
RESULTS (BY ATTRIBUTE)	0.52	0.38	0.16	0.19	0.17	0.11	0.14	0.10	0.50	0.34	0.73													

Peninsula de Setubal, PGI Tejo, PGI Alentejano and PGI Algarve), thus enabling the creation of a typical sensory profile for this macro-zoning (see Figs. 4 and 5). In line with our results, similar geoviticultural (temperate hot climate, temperate warm nights, moderate strong drought) and sensory (high alcohol, intense aromatic ripe fruity wines) grouping were reported for these same 4 PGIs (Climaco *et al.* 2012).

Color. Color (C) got the Top High assessment on *C Tonality*, indicating a Straw-Yellow hue, as well as the highest assessment on *C Intensity*.

Mediterranean hot climate, especially warm nights, contributed to the increased intensity of color (Tonietto *et al.* 2014). Lower acidity levels are usually correlated with higher grape pH, although the relation is affected by potassium accumulation, which is temperature dependent itself. At higher pH (lowest rating of PCA *Tacidbubbly*) the formation of ortho-quinones is enhanced (Kallithraka *et al.* 2009), hence the straw-yellow color. Somehow comparable to higher maturations, a study showed that raisining decreased lightness and increased color saturation and tonality (Figueiredo-Gonzalez *et al.* 2013).

Aroma. Aroma got the Top Low assessment on PC3 *Agreenchemical* and PC4 *Awhitcitrus*. Inversely, Aroma intensity as well as PC1 *Aoverripenfruit*, PC2 *Awoodyspicy*, and PC5 *Aripenfruitmineral(-)* received the higher scores.

The aroma profile showed an intense raisin and jammy character with dominant tropical and stone fruit, but also woody, spicy, and young yeasty white fruit notes, maybe due to bigger ripeness and easier skin contact extraction. The SOUTHERN macrozoning ranked first on aromatic intensity and got the lowest scores on mineral and citrus and white fruit. Chemical and vegetal notes are almost inexistent. Inverse relations between green/vegetal and ripe fruit aromatic categories was already found on a *New Zealand Sauvignon* work on typicality (Parr *et al.* 2007). Furthermore, results indicate that a masking effect of vegetative aromas by fruit aromas occur (Hein *et al.* 2009).

Taste. Taste presented the lowest score on PC1 *Tbitterastringent* and on PC4 *Tacidbubbly*. Inversely, the SOUTHERN cluster got the highest score on PC2 *Tsweetalcohol*.

Taste characterization demonstrated clear typicality based on the sweetest palate, higher alcohol driven tactile sensations, weakness of fresh acidic taste and smooth mouthfeel. Lower perceptions of dry, astringent, rough tannin-related mouthfeel are frequent in these medium bodied southern white wines. Wines with high levels of polysaccharides tend to decrease the impact of bitterness and astringency (Carvalho *et al.* 2006). Bitterness and astringency are

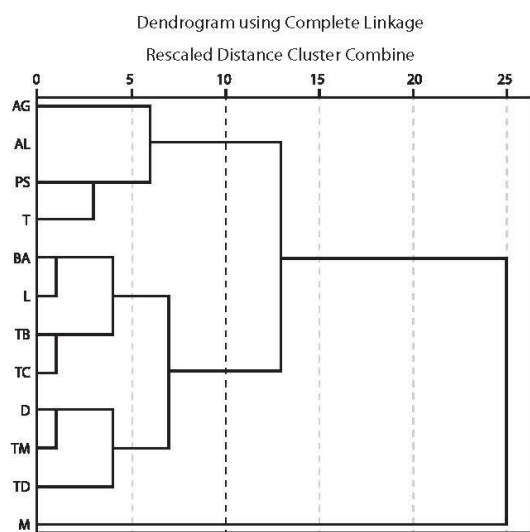


FIG. 3. DENDROGRAM SHOWING DISTANCE BETWEEN PGIS (TOP-DOWN: AG, ALGARVE; AL, ALENTEJANO; PS, PENINSULA DE SETUBAL; T, TEJO; BA, BEIRA ATLANTICO; L, LISBOA; TB, TERRAS DA BEIRA; TC, TERRAS DE CISTER; D, DURIENSE; TM, TRANSMONTANO; TD, TERRAS DO DÃO; M, MINHO)

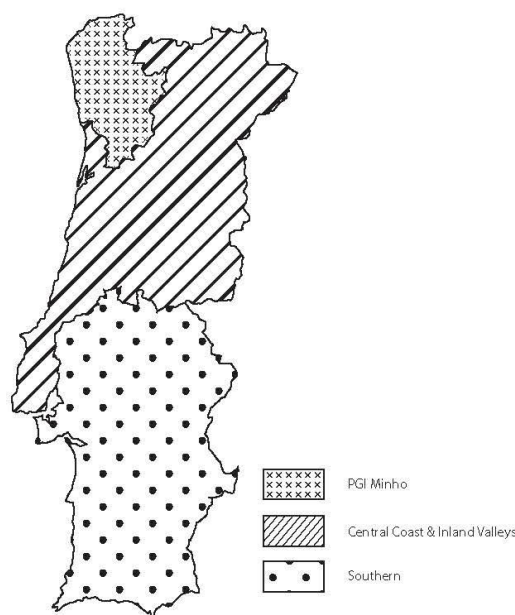


FIG. 4. THREE MACROZONING CLUSTERS FROM EXPERIMENTAL DESIGN ON SENSORY TYPICALITY

inversely correlated with high alcohol and sweet taste. Anecdotally, it is suggested that alcohol “sweet spots” exists (King and Heymann 2014). These findings are also consistent with previously published results from other researchers indicating that ethanol and glycerol do not significantly contribute to viscous mouthfeel (Runnebaum *et al.* 2011). A study indicates a slight synergy between ethanol and sugar on sweetness perception and an inhibition of ethanol and sugar perception on bitterness perception (Nurgel and Pickering 2006). Results of this study contradict reports of bitterness enhancement by alcohol (Fischer and Noble 1994) although some authors suggest that alcohol may suppress the bitter taste when held in the mouth (Le Berre *et al.* 2007).

Typical Young White Wine Profile of the CENTRAL COAST & INLAND VALLEYS (CCIV) Macrozoning. The entire inner center-northern Portugal was sensory-zoned, along with the temperate Atlantic PGIs (see Fig. 5). Curiously, the late PGI Beiras, encompassing the administrative merge of coastal and inner wine regions (PGI Terras da Beira (TB), PGI Terras de Cister (TC) and PGI Beira Atlântico (BA)), was officially extinct after the harvest of 2011.

Color. Color got an intermediate score on *C Tonality*, indicating a Green-Yellow-Straw hue and the same score on *C Intensity*.

Color tonality is half-way from typical fresh and warm regions hues. In fact, this peripheral setting includes a vast macrozoning border which may explain the higher amplitude observed in our results. Some dominance of fresh/cool climate continental regions, with extreme thermal amplitudes explaining the fairly high color intensities (Mateus *et al.* 2002).

Aroma. Aroma showed strong typicality with one highest score on PC2 *Awoodyspicy* and three lowest ratings on overall aromatic intensity, floral aromas and PC5 *Aripefruitmineral(-)*.

The mineral character (Heymann *et al.* 2014), as well as oak-related woody and spiced notes (Lawless *et al.* 2012; de Simon *et al.* 2008) related to extended secular oak management. The lowest perception of fruitiness and global intensity may derive from mutual suppression of a wider range of aromatic families (Jackson 2014), some acting in a competitive or even destructive way (Le Berre *et al.* 2007). Relation between the lower score of floral aromas and the scarce global aromatic intensity is somehow supported by the literature, as mutual enhancement is referred (Etaio *et al.* 2007).

Taste. Taste had a single but significant highest rating on PC3 *Tfullpersistent* and intermediate scores on remaining tastant PCs. Taste characterization showed typicality based on extremely long persistence, which relates with the

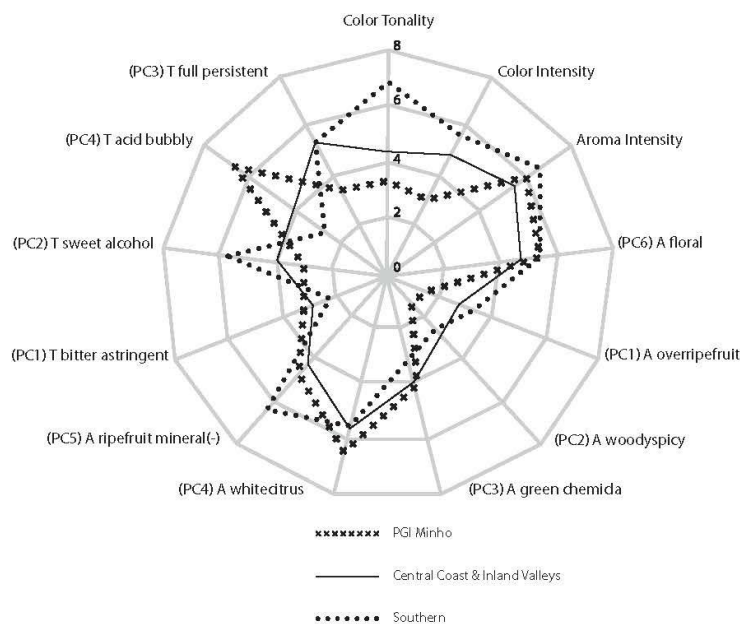


FIG. 5. WEB REPRESENTATION OF WHITE WINE SENSORY ATTRIBUTE MEANS PER IMMEDIATE CLUSTER

highest assessment regarding fullness. This feature might relate to high grape density and phenolic content (Fernandes *et al.* 2010; Kontoudakis *et al.* 2011). Both the main yeast polysaccharides (mannoproteins) and principal grape polysaccharides (arabinogalactan-proteins and rhamnogalacturonans) increase the perception of body (Vidal *et al.* 2004). A study showed that the viscous mouthfeel of white wines is significantly correlated with physical properties, such as viscosity and osmotic potential, chemical properties, such as lactate, magnesium, and total extract (Runnebaum *et al.* 2011).

Typical Young White Wine Profile of the Single-Clustered PGI MINHO. Northern-coastal PGI MINHO—wine region where the world’s renowned PDO Vinho Verde is located—presented the highest primary typicality assessments. This result was strongly supported by 11 out of the 13 contributing variables showing extreme scores (see Table 2). Similar observations were previously reported by Climaco *et al.* (2012), based on applied geoviticultural multicriteria climatic classification system (Tonietto & Carbonneau 2004) and sensory analysis.

Color. Color got the lowest score on *C Intensity* and on *C Tonality* indicating a Green-Yellow hue.

The highest assessment on *PC4 Tacidbubbly* correlates with the highest acidity levels, therefore with the lowest pH, to explain the green-yellow non-oxidative hue (Li *et al.*

2008) which is typical of PGI Minho and related PDO Vinho Verde. Moreover, immature white grapes (Gómez-Míguez *et al.* 2007) yield almost colorless wines, whereas fully to overmature grapes may generate yellowish wines (Jackson 2014).

Aroma. Aroma may be considered extremely typical as the experts scored 3 Top High assessments (Floral aromas [PC6], PC3 *Agreenchemical* and PC4 *Awhitecitrus*) and 2 Top Lows (PC1 *Aoverripefruit* and PC2 *Awoodyspicy*).

The aromatic profile is built on several extreme assessments. The expressed high levels of green, chemical, citrus, and white fruit notes, as well as the low levels of overripe fruit, might relate to cool climate and low ripening conditions (Magalhães *et al.* 1995; Tonietto *et al.* 2014). Average intensity was found on PGI MINHO white wines, with extreme low presence of woody, spicy, and yeast pastry notes, certainly related to the fully unoaked and ready-drinking design of these wines. A floral intensity peak may be related to the prevalence of free or glycosylated terpenic-rich cultivars, such as *Loureiro* and *Alvarinho* (Oliveira *et al.* 2004).

Taste. TASTE may be considered extremely typical as the experts fully scored 2 Top High assessments on PC1 *Tbitterastringent* and PC4 *Tacidbubbly*, as well as 2 Top Low assessments on PC2 *Tsweetalcohol* and PC3 *Tfullpersistent*.

Located on the extreme northwest corner of mainland Portugal, the PGI MINHO sensory profile presented typical

gustatory characteristics such as the highest intensity of dry, astringent and rough tannin mouthfeel related to greener ripeness (Sun *et al.* 2001). The highest assessment of astringency was found to occur on the low alcoholic wines (Fontoin *et al.* 2008). Inversely, these whites were assessed as light bodied wines with low persistence, low alcohol-driven tactile sensations as well as the lowest assessment on sweet and oily textures which may enhance sourness (Zamora *et al.* 2006). Maximal rate of fresh acidic taste is also typical of the PGI MINHO profile (see also Fig. 5). The fresh profile was amplified to its peak by the highest presence of bubbly sensations, mainly due to typical carbonic gas addition. Combination of the effect of excess acidity and astringency was termed *Green* by a panel of experienced wine-tasters (Gawel *et al.* 2001). Acidity appear to reduce the perception of body (Jackson 2014).

CONCLUSIONS

Although the results on wine typicality and territorial clustering might be considered encouraging in terms of future research within this unexplored macroscale sensory line of investigation, several vulnerabilities and limitations were stated and discussed. In this study, sensory profiling validity and results were found on the basis of a long-term memory construct of the whole array of attributes of Color, Aroma and Taste that characterise the expert's prototype of a typical white wine from a determined PGI. The absence of a direct testing experience and a calibration phase for lexicon and sensory perception represent significant and unusual oversteps on standard experimental design. Those concerns were mitigated with the stringent search for experimented senior wine experts, undisputed keepers of memory. Moreover, with the proposed methodology it was possible to achieve a novel nationwide sensory characterization of PGIs, overcoming ongoing macroscale and sample representativeness limitations. Also, a new large-scale mapping design was achieved as three macro-zonings, clustering all 12 mainland Portugal PGIs, were found and typicality differences were statistically validated and sensory described. PGI Minho showed as the most typical of all PGIs, with several extreme rates on Color, Aroma and Taste. SOUTHERN cluster of the four meridional PGIs presented several extreme sensory assessments, mostly opposite to the northwest-coastal profile of PGI Minho. Color tonality, alcohol and acidity were mutually related and respective variations were expressed as key profilers for regional macrozoning differentiation.

In a small country such as Portugal, encompassing a low yield viticulture and a dominance of old vines in small parcels owned by even smaller producers, scientific research studies on macrozoning, namely on sensory profiles of PGI (and PDO) certified wines, may be considered of added value and contribute to the debate of scale factors that might

result in significant gains in areas such as wine certification (3–5 certification boards instead of existent 12), admission of trans-regional wine certification for high volume brands and a better and clearer communication and marketing that would reach a larger group of consumers with condensed information on typicality.

REFERENCES

- ABDI, H. 2010. Coefficient of variation. *Encyclopedia of Research Design*, pp. 1–5, SAGE.
- BALLESTER, J., PATRIS, B., SYMONEAUX, R. and VALENTIN, D. 2008. Conceptual vs. perceptual wine spaces: Does expertise matter? *Food Qual. Prefer.* 19, 267–276.
- BALLESTER, J., ABDI, H., LANGLOIS, J., PEYRON, D. and VALENTIN, D. 2009. The odor of colors: Can wine experts and novices distinguish the odors of white, red, and rosé wines? *Chemosensory Percept.* 2, 203–213.
- LE BERRE, E., ATANASOVA, B., LANGLOIS, D., ETIÉVANT, P. and THOMAS-DANGUIN, T. 2007. Impact of ethanol on the perception of wine odorant mixtures. *Food Qual. Prefer.* 18, 901–908.
- CAMPO, E., DO, B.V., FERREIRA, V. and VALENTIN, D. 2008. Aroma properties of young Spanish monovarietal white wines: A study using sorting task, list of terms and frequency of citation. *Australian J. Grape Wine Res.* 14, 104–115.
- CARLUCCI, A. and MONTELEONE, E. 2008. A procedure of sensory evaluation for describing the aroma profile of single grape variety wines. *J. Sensory Studies* 23, 817–834.
- CARVALHO, E., MATEUS, N., PLET, B., PLANET, I., DUFOURC, E. and DE FREITAS, V. 2006. Influence of wine pectic polysaccharides on the interactions between condensed tannins and salivary proteins. *J. Agric. Food Chem.* 54, 8936–8944.
- CATARINO, S., MADEIRA, M., MONTEIRO, E., TRANCOSO, I.M., MARTINS, P., BRUNO-DE-SOUSA, R. and CURVELO-GARCIA, A.S. 2012. Geographical origin of wines based on elemental composition. XXXIVth World Congress of Vine and Wine General Assembly of OIV, Porto.
- CHOLLET, S. and VALENTIN, D. 2000. Impact of training on beer flavor perception and description: Are trained and untrained subjects really different? *J. Sensory Studies* 16, 601–618.
- CHREA, C., MELO, L., EVANS, G., FORDE, C., DELAHUNTY, C. and COX, D.N. 2011. An investigation using three approaches to understand the influence of extrinsic product cues on consumer behavior: An example of Australian wines. *J. Sensory Studies* 26, 13–24.
- CLIMACO, P., RICARDO-DA-SILVA, J., LAUREANO, O., CASTRO, R. and TONIETTO, J. 2012. O Clima Vitícola das Principais Regiões Produtoras de Uvas para Vinho de Portugal. *O Clima Vitícola das Principais Regiões Produtoras de Uvas para Vinho de Portugal*, Madrid.
- COSTA, J.C., AGUIAR, C., CAPELO, J.H., LOUSÁ, M. and NETO, C. 1990. *Biogeografia de Portugal Continental, Quercetea*.

- ENDRIZZI, I., APREA, E., BIASIOLI, F., COROLLARO, M.L., DEMATTÈ, M.L., PENASA, M., BITTANTE, G. and GASPERI, F. 2013. Implementing sensory analysis principles in the Quality control of PDO products: A critical evaluation of a real-world case study. *J. Sensory Studies* 28, 14–24.
- ETAIO, I., ALBISU, M., GASTON, E., OJEDA, M. and SCHLICH, P. 2007. The description of young red wines from. *J. Sensory Studies* 23, 631–655.
- FELICIANO, R.P., BRAVO, M.N., PIRES, M.M., SERRA, A.T., DUARTE, C.M., BOAS, L.V. and BRONZE, M.R. 2009. Phenolic content and antioxidant activity of moscatel dessert wines from the setúbal region in portugal. *Food Anal. Methods* 2, 149–161.
- FERNANDES, P., RICARDO-DA-SILVA, J.R. and CASTRO, R. 2010. Comportamento Agronómico e Enológico das Castas Syrah e Touriga Nacional em seis “Terroirs” de Portugal. 8^o *Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, Évora, pp. 143–153.
- FIGUEIREDO-GONZALEZ, M., CANCHO-GRANDE, B. and SIMAL-GANDARA, J. 2013. Evolution of colour and phenolic compounds during Garnacha Tintorera grape raisining. *Food Chem.* 141, 3230–3240.
- FISCHER, U. and CHRISTMANN, M., ET AL. 1999. Development of an Aroma Wheel for German White and Red Wines. 24th OIV World Vine and Wine Congress, pp. 201–207, Mainz.
- FISCHER, U. and NOBLE, A.C. 1994. The effect of ethanol, catechin concentration and pH on sourness and bitterness of wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 45, 6–10.
- FISCHER, U., ROTH, D. and CHRISTMANN, M. 1999. The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. *Food Qual. Prefer.* 10, 281–288.
- FONTOIN, H., SAUCIER, C., TEISSEDRE, P.L. and GLORIES, Y. 2008. Effect of pH, ethanol and acidity on astringency and bitterness of grape seed tannin oligomers in model wine solution. *Food Qual. Prefer.* 19, 286–291.
- FRAGA, H., MALHEIRO, A.C., MOUTINHO-PEREIRA, J., JONES, G.V., ALVES, F., PINTO, J.G. and SANTOS, J.A. 2013. Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine regions: Present and future scenarios. *Reg. Environ. Ch.* 14, 295–306.
- GAWEL, R., CAMPUS, W. and OSMOND, G. 1997. The use of language by trained and untrained experienced wine tasters. *J. Sensory Studies* 12, 267–284.
- GAWEL, R., ILAND, P.G. and FRANCIS, I.L. 2001. Characterizing the astringency of red wine: A case study. *Food Qual. Prefer.* 12, 83–94.
- GOLDNER, M.C. and ZAMORA, M.C. 2007. Sensory characterization of *vitis vinifera* cv. Malbec wines from seven viticulture regions of Argentina. *J. Sensory Studies* 22, 520–532.
- GÓMEZ-MÍGUEZ, M., VICARIO, I.M. and HEREDIA, F.J. 2007. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type. *J. Food Eng.* 79, 758–764.
- HEIN, K., EBELER, S.E. and HEYMANN, H. 2009. Perception of fruity and vegetative aromas in red wine. *J. Sensory Studies* 24, 441–455.
- HEYMANN, H., MACHADO, B., TORRI, L. and ROBINSON, A.L. 2012. How many judges should one use for sensory descriptive analysis? *J. Sensory Studies* 27, 111–122.
- HEYMANN, H., HOPFER, H. and BERSHAW, D. 2014. An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *J. Sensory Studies* 29, 1–13.
- HUGHSON, A. and ASHMAN, H. 2004. Mind-sets of the wine consumer. *J. Sensory Studies* 19, 85–105.
- JACKSON, R.S. 2014. *Wine Science*, Academic Press, 831–888.
- JERVIS, M.G. and DRAKE, M.A. 2014. The use of qualitative research methods in quantitative science: A review. *J. Sensory Studies* 29, 234–247.
- KALLITHRAKA, S., SALACHA, M.I. and TZOUROU, I. 2009. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Food Chem.* 113, 500–505.
- KING, E.S. and HEYMANN, H. 2014. The effect of reduced alcohol on the sensory profiles and consumer preferences of white wine. *J. Sensory Studies* 29, 33–42.
- KONTOUDAKIS, N., GONZALEZ, E.I., GIL, M., ESTERUELAS, M., FORT, F., MIQUEL-CANALS, J. and ZAMORA, F. 2011. Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine composition and quality. *Food Chem.* 124, 767–774.
- LAWLESS, H. 1997. Evaluation of wine quality using a small panel hedonic scaling method. *J. Sensory Studies* 12, 317–332.
- LAWLESS, L.J.R. and CIVILLE, G.V. 2013. Developing lexicons: A review. *J. Sensory Studies* 28, 270–281.
- LAWLESS, L.J.R., HOTTENSTEIN, A. and ELLINGSWORTH, J. 2012. The McCormick spice wheel: A systematic and visual approach to sensory lexicon development. *J. Sensory Studies* 27, 37–47.
- LESSCHAEVE, I. and NOBLE, A.C. 2005. Polyphenols: Factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *Am. J. Clin. Nutr.* 81(1 Suppl), 330S–335S.
- LI, H., GUO, A. and WANG, H. 2008. Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chem.* 108, 1–13.
- MAGALHÃES, N., OLIVEIRA, A. and CAEIRO, L. 1995. Contributo para a caracterização climática das Regiões Vitícolas de Portugal Continental. 3^o *Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*. Évora, pp. 81–90.
- MAITRE, I., SYMONEAUX, R., JOURJON, F. and MEHINAGIC, E. 2010. Sensory typicality of wines: How scientists have recently dealt with this subject. *Food Qual. Prefer.* 21, 726–731.
- MATEUS, N., MACHADO, J.M. and DE FREITAS, V. 2002. Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. *J. Sci. Food Agric.* 82, 1689–1695.
- MCCLOSKEY, L.P., SYLVAN, M. and ARRHENIUS, S.P. 1996. Descriptive analysis for wine quality experts determining

- appellations by Chardonnay wine aroma. *J. Sensory Studies* 11, 49–67.
- MINNAAR, P.P. and BOOYSE, M. 2004. Differentiation between wines according to geographical Regions in the Western Cape (South Africa) using multivariate analyses based on selected chemical parameters in young red wines. *South Afr. J. Enol. Vitic.* 25, 89–93.
- NOBLE, A.C., ARNOLD, R.A., BUECHSENSTEIN, J., LEACH, E.J., SCHMIDT, J.O. and STERN, P.M. 1987. Modification of a standardized system of wine aroma terminology. *Am. J. Enol. Vitic.* 38, 143–146.
- NURGEL, C. and PICKERING, G. 2006. Modeling of sweet, bitter and irritant sensations and their interactions elicited by model ice wines. *J. Sensory Studies* 21, 505–519.
- OBERHOLSTER, A., FRANCIS, I.L., ILAND, P.G. and WATERS, E.J. 2009. Mouthfeel of white wines made with and without pomace contact and added anthocyanins. *Aust. J. Grape Wine Res.* 15, 59–69.
- OLIVEIRA, J.M., ARAÚJO, I.M., PEREIRA, O.M., MAIA, J.S., AMARAL, A.J. and MAIA, M.O. 2004. Characterization and differentiation of five “vinhos Verdes” grape varieties on the basis of monoterpenic compounds. *Anal. Chim. Acta* 513, 269–275.
- PARR, W.V., GREEN, J.A., WHITE, K.G. and SHERLOCK, R.R. 2007. The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon blanc: Sensory characterisation by wine professionals. *Food Qual. Prefer.* 18, 849–861.
- PARR, W.V., HEATHERBELL, D. and WHITE, K.G. 2002. Demystifying wine expertise: Olfactory threshold, perceptual skill and semantic memory in expert and novice wine judges. *Chem. Senses* 27, 747–755.
- PERRIN, L., SYMONEAUX, R., MAITRE, I., ET AL. 2008. Comparison of three sensory Napping (R) procedure: Case of methods for use with the ten wines from Loire valley. *Food Qual. Prefer.* 19, 1–11.
- PERRIN, L. and PAGÈS, J. 2009. A methodology for the analysis of sensory typicality judgments. *J. Sensory Studies* 24, 749–773.
- PICKERING, G.J. and DEMIGLIO, P. 2008. The white wine mouthfeel wheel: A Lexicon for describing the oral sensations elicited by white wine. *J. Wine Res.* 19, 51–67.
- PICLIN, N., PINTORE, M., LANZA, C., SCACCO, A., GUCCIONE, S., GIURATO, L. and CHRÉTIEN, J.R. 2007. Sensory analysis of red wines: Discrimination by adaptive fuzzy partition. *J. Sensory Studies* 23, 558–569.
- POTTER, M.C. 1993. Very short-term conceptual memory. *Memory Cogn.* 21, 156–161.
- PRESCOTT, J. 1999. Flavour as a psychological construct: Implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. *Food Qual. Prefer.* 10, 349–356.
- QUANDT, R. 2007. On wine bullshit: Some new software? *J. Wine Econ.* 2, 129–135.
- RENTZCH, M., WILKENS, A. and WINTERHALTER, P. 2009. Non-flavonoid phenolic compounds. *Wine Chemistry and Biochemistry*, pp. 509–527, Springer.
- RICARDO-DA-SILVA, J.M., CHEYNIER, V., SAMSON, A. and BOURZEIX, M. 1993. Effect of pomace contact, carbonic maceration and hyperoxidation on the procyanidin composition of grenache blanc wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 44, 168–172.
- ROCHA, S.M., COUTINHO, P., COELHO, E., BARROS, A.S., DELGADILLO, I. and COIMBRA, M.A. 2010. Relationships between the varietal volatile composition of the musts and white wine aroma quality. A four year feasibility study. *LWT—Food Sci. Technol.* 43, 1508–1516.
- RODRIGUES, S.M., OTERO, M., ALVES, A.A., COIMBRA, J., COIMBRA, M.A., PEREIRA, E. and DUARTE, A.C. 2011. Elemental analysis for categorization of wines and authentication of their certified brand of origin. *J. Food Comp. Anal.* 24, 548–562.
- ROSS, C.F., WELLER, K.M. and ALLDREDGE, J.R. 2012. Impact of serving temperature on sensory properties of red wine as evaluated using projective mapping by a trained panel. *J. Sensory Studies* 27, 463–470.
- RUNNEBAUM, R.C., BOULTON, R.B., POWELL, R.L. and HEYMANN, H. 2011. Key constituents affecting wine body—an exploratory study. *J. Sensory Studies* 26, 62–70.
- SÁENZ GAMASA, C., HERNÁNDEZ, B., SANTIAGO, J.V., ALBERDI, C., ALFONSO, S. and DIÑEIRO, J.M. 2009. Measurement of the colour of white and rosé wines in visual tasting conditions. *Eur. Food Res. Technol.* 229, 263–276.
- SCAMAN, C.H., DOU, J., CLIFFE, M.A., YUKSEL, D. and KING, M.C. 1998. Evaluation of wine competition judge performance using principal component similarity analysis. *J. Sensory Studies* 16, 287–300.
- DE SIMON, B.E., CADAHÍA, E., SANZ, M., POVEDA, P., PEREZ-MAGARIÑO, S., ORTEGA-HERAS, M. and GONZÁLEZ-HUERTA, C. 2008. Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (Quercus pyrenaica Willd.) oak wood barrels. *J. Agric. Food Chem.* 56, 9046–9055.
- SUN, B., SA, M., LEANDRO, C., CALDEIRA, I., DUARTE, F. and SPRANGER, M.I. 2013. Reactivity of Polymeric Proanthocyanidins toward Salivary Proteins. *J. Agric. Food Chem.* 61, 939–946.
- SUN, B., RICARDO-DA-SILVA, J.M. and SPRANGLER, M.I. 2001. Quantification of Catechins and Proanthocyanidins in several Portuguese grapevine varieties and red wines. *Ciencia e Técnica Vitivinícola*, 16, 23–34.
- TEMPERE, S., HAMTAT, M.L., BOUGEANT, J.C. DE REVEL, G. and SICARD, G. 2014. Learning odors: The impact of visual and olfactory mental imagery training on odor perception. *J. Sensory Studies* 29, 435–449.
- TERRIER, N., PONCET-LEGRAND, C. and CHEYNIER, V. 2009. Flavanols, flavonols and dihydroflavonols. *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer, 463–507.
- TONIETTO, J. ET AL. 2014. The effect of viticultural climate on red and white wine typicity. Characterization in Ibero-American grape-growing regions. *J. Int. de la Sci. de la Vigne et du Vin*, (Special Laccave), 19–23.

- TONIETTO, J. and CARBONNEAU, A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agric. Forest Meteorol.* *124*, 81–97.
- TUORILA, H. and MONTELEONE, E. 2009. Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challenges. *Trends Food Sci Technol* *20*, 54–62.
- URDAPILLETA, I., PARR, W., DACREMONT, C. and GREEN, J. 2011. Semantic and perceptive organisation of Sauvignon blanc wine characteristics: Influence of expertise. *Food Qual. Prefer.* *22*, 119–128.
- VALENTOVA, H., SKROVANKOVA, S., PANOVSKA, Z. and POKORNY, J. 2002. Time-intensity studies of astringent taste. *Food Chem.* *78*, 29–37.
- VARELA, P. and GÁMBARO, A. 2006. Sensory descriptive analysis of Uruguayan Tannat wine: Correlation to quality assessment. *J. Sensory Studies* *21*, 203–217.
- VIDAL, S., FRANCIS, L., WILLIAMS, P., KWIATKOWSKI, M., GAWEL, R., CHEYNIER, V. and WATERS, E. 2004. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food Chem.* *85*, 519–525.
- VILANOVA, M. 2006. Acceptability of Godello Wines From Valdeorras. *J. Sensory Studies* *21*, 362–372.
- VILANOVA, M. and SOTO, B. 2005. The impact of geographic origin on sensory properties of. *J. Sensory Studies* *20*, 503–511.
- VILANOVA, M. and VILARINO, F. 2006. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albarino wine. *Flavour Fragrance J.* *21*, 373–378.
- ZAMORA, M.C., GOLDNER, M.C. and GALMARINI, M.V. 2006. Sourness – Sweetness interactions in different media: White wine, ethanol and water. *J. Sensory Studies* *21*, 601–611.

SUPPORTING INFORMATION

Additional Supporting Information may be found in the online version of this article.

WHITE WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

STILL WHITE WINES

SENSORY QUESTIONNAIRE

PGI (REGION)

PLEASE ENTER ONE RESPONSE TO EACH QUESTION BY PLACING A TICK IN THE APPROPRIATE BOX.
PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED.

DO YOU RESIDE IN THIS REGION? YES NO

HOW WELL DO YOU KNOW/UNDERSTAND THE SENSORY PROFILE OF THIS PGI WINES?

NOT WELL AT ALL (PLACE A TICK) PERFECTLY WELL

YOU WILL BE ANSWERING ABOUT PGI WINES, EXCLUSIVELY.
BUT HOW DIFFERENT WOULD YOUR ASSESSMENT BE IF THIS QUESTIONNAIRE REFERRED TO ITS INNER PDO SENSORY PROFILE?

TOTALLY EQUAL (PLACE A TICK) TOTALLY DIFFERENT

CHARACTERIZATION OF TYPICAL **COLOR** (CHOOSE ONLY ONE OF THIS COLOR CATEGORIES, ACCORDING TO PGI TYPICITY)

YELLOW GREEN
STRAW YELLOW
YELLOW GOLD

REGARDING THE CHOSEN COLOR CATEGORY, PLEASE TICK ONLY ONE CASE ACCORDING TO ITS PGI TYPICAL INTENSITY

EXTREMELY DILUTED (PLACE A TICK) EXTREMELY INTENSE

CHARACTERIZATION OF TYPICAL **AROMA**
(PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED, EVEN IF YOU DO NOT ENVISAGE ONE OR MORE AROMATIC CATEGORIES WITHIN PGI TYPICITY)

GLOBAL AROMATIC INTENSITY PGI's typicity on overall aromatic intensity

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

FLORAL AROMAS Intensity of rose, wild flowers, acácia, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

DRIED FLORAL AROMAS Intensity of hay, dried rose, dried chamomile, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

HERBAL AROMAS Intensity of minths, thyme, grass, infusions, anise, mediterranean bush, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

VEGETAL AROMAS Intensity of asparagus, peppers, tomato leaf, beans, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

WHITE WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

MINERAL AROMAS Intensity of slate, clay, chalk, graphite, hot earth, siliceous, petroly, mineral-water-like, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CITRUS FRUIT AROMAS Intensity of orange, lemon, bergamot, grapefruit, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

WHITE FRUIT AROMAS Intensity of apple, pear, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

STONE FRUIT AROMAS Intensity of yellow plum, peach, apricot, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

TROPICAL FRUIT AROMAS Intensity of pineapple, lichee, papaya, mango, passion fruit, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

DRIED FRUIT AROMAS Intensity of raisin, dried plum, dried fig, dried banana, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

NUT FRUIT AROMAS Intensity of almond, walnut, chestnut, pine nut, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

JAM & JELLY FRUIT AROMAS Intensity of red fruit or black fruit preserve, with or without alcohol, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BREAD & PASTRY AROMAS Intensity of bread, butter, egg pastry and bakery, vanilla, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SPICY AROMAS Intensity of pepper, clove, nutmeg, cinnamon, cocoa bean, coffee bean, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CARAMELIZED AROMAS Intensity of caramel, honey, molasses, pollen, ...

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

WOODY AROMAS Intensity of fresh (eucalyptus, cedar, resin, ...),
smoked and burnt wood (ink, toasted bread, grilled nuts, toasted coffee, chocolate, ...)

WHITE WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CHEMICAL AROMAS (POSITIVE) Intensity of tooth paste, medicinal, glue, canned fruit, metallic, ...)

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CHARACTERIZATION OF TYPICAL TASTE
 (PLEASE ENSURE ALL QUESTIONS ARE ANSWERED, EVEN IF YOU DO NOT ENVISAGE ONE OR MORE TASTANT CATEGORIES WITHIN PGI TYPICITY)

BUBBLY Intensity of bubbly, carbonated mouthfeel

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SWEET Intensity of sweet, sugary taste

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ACID (SOUR) Intensity of sour, acidic, fresh taste, as in lemon juice

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SALTY Intensity of salty, sodium or calcium tartrate water

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BITTER Intensity of bitter taste, as in coffee, resin, quinine

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

DRY (MOUTHFEEL) Intensity of lack of lubrication, desiccation in the mouth

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SMOOTH (MOUTHFEEL) Intensity of supple, velvet, silk, smooth coating of mouth surfaces

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ROUGH (MOUTHFEEL) Intensity of grippy, chewy, hard, full, fleshy, harsh mouthfeel

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ASTRINGENT (GLOBAL) Intensity of global mouthfeel impact, from light, diluted to puckery, chewy interaction

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

FULL BODY Intensity of weight, dry extract, fullness

NO TRACE EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

WHITE WINE QUESTIONNAIRE ENGLISH VERSION

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

ALCOHOL Intensity of caustic, burning, heat sensations

NO TRACE

EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

OILY (MOUTHCOAT) Intensity of oily, viscous, round textures

NO TRACE

EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

LENGTH (PERSISTENCE) Intensity of persistence, length

NO TRACE

EXTREMELY INTENSE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

PLEASE DOUBLE-CHECK THAT ALL QUESTIONS HAVE BEEN ANSWERED.

THANK YOU FOR YOUR KIND COOPERATION.

BLOCO 4.

**CONCLUSÕES E MONOGRAFIAS COM A
CARATERIZAÇÃO SENSORIAL DE VINHOS TINTOS
E BRANCOS POR CADA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA
PROTEGIDA DE PORTUGAL CONTINENTAL**

RESUMO ALARGADO

Ao contrário dos três primeiros blocos de produção científica, o quarto (e derradeiro) bloco apresentado no âmbito deste trabalho foi concebido como resumo exclusivo da memória de tese de Douramento e pretende chamar a fileira nacional do vinho para os novos contributos relativos ao conhecimento dos perfis sensoriais dos vinhos brancos e tintos, certificados como originários de qualquer uma das 12 Indicações Geográficas Protegidas (IGP) de Portugal continental. Devido ao facto deste estudo se centrar apenas na dimensão sensorial de vinhos tranquilos jovens e comerciais, fáceis, portanto, de obter nas prateleiras dos supermercados Portugueses, a representação escassa e apenas local dos vinhos das (IGP) insulares foi motivo para a sua exclusão do desenho experimental, ainda que seja possível antever um perfil sensorial influenciado pelo clima Atlântico que pode encontrar similitudes com alguns macro-zonamentos encontrados no continente.

Um amplo número de metodologias sensoriais tem sido usado por cientistas e provadores profissionais para o estudo de propriedades sensoriais de uma categoria de vinhos (castas ou regiões). O perfil sensorial dos vinhos tintos certificados como de Indicação Geográfica Protegida (IGP, ou PGI em inglês) de Portugal Continental foi obtido mediante a aplicação de extensivos questionários sensoriais a 20 especialistas profissionais da fileira nacional do vinho. Este pode bem ser o primeiro estudo científico desenhado para apresentar resultados de tipicidade regional e caracterização sensorial a nível nacional. Dúvidas levantadas pela escassez, e consequente falta de representatividade, de amostras de vinho analisadas têm sido apontadas como fator negativo que prejudica os estudos sobre tipicidade, baseados em métodos percetivos, como a Análise Descritiva Quantitativa. No presente estudo, não foram avaliadas quaisquer amostras; a experiência baseou-se exclusivamente na memória. Apesar da controvérsia, o papel da especialização na prova sensorial parece bem documentada. Os investigadores desenvolveram estudos acerca da especialização dos provadores de vinho que destacam a importância da experiência e da memória de longo-prazo para o desempenho extraordinário, sugerindo que as descrições dos especialistas são, sobretudo, baseadas na busca de protótipos, ou seja, de tipologias de vinho, e muito menos na abordagem sensorial analítica que usa termos visuais,

olfativos e gustativos. Vinte especialistas nacionais foram selecionados. Este grupo de provadores destacados e reconhecidos pela fileira do vinho nacional é de impossível concentração simultânea no mesmo espaço físico, dada a sua atividade profissional itinerante. Os especialistas foram convidados pelo coordenador deste estudo e, após uma breve explicação da metodologia e objetivos, receberam 12 questionários sensoriais, um por cada IGP. A questão fundamental que deveria presidir ao preenchimento destes 12 questionários foi. “Como definiria sensorialmente um típico vinho tinto jovem e comercial de uma dada IGP e como o avaliaria numa dada escala, nos seus mais diversos atributos de cor, aroma e gosto?” Não foram realizadas provas de aferição ou quaisquer pré-testes. Relativamente aos vinhos tranquilos tintos, a cor foi avaliada na sua intensidade e na sua tonalidade, esta última com quatro categorias usuais em vinhos tintos jovens: violeta-púrpura, púrpura-rubi, rubi-granada e granada-tijolo. O aroma foi avaliado com uma medição da intensidade global e 18 classificações em famílias aromáticas que resume o conhecimento científico, a maioria apresentada em publicações de referência sob a forma de rodas de aromas. O gosto foi avaliado com 14 medidas incluindo os gostos essenciais (ácido, doce, salgado e amargo) e categorias gustativas e tácteis que resultam da percepção de vários tipos de adstringência na interação com outros compostos do vinho ou com a constituição da cavidade oral, para além de outras percepções como efervescência leve, cobertura da boca ou persistência. Quanto aos vinhos brancos, a cor foi avaliada na sua intensidade e na sua tonalidade, esta última com três categorias usuais em vinhos brancos jovens: amarelo-esverdeado, amarelo-palha e amarelo-dourado. O aroma foi avaliado com uma medição da intensidade global e 17 classificações em famílias aromáticas que resume o conhecimento científico, a maioria apresentada em publicações de referência sob a forma de rodas de aromas. O gosto foi avaliado com 13 medidas incluindo os gostos essenciais (ácido, doce, salgado e amargo) e categorias gustativas e tácteis que resultam da percepção de vários tipos de adstringência na interação com outros compostos do vinho ou com a constituição da cavidade oral, para além de outras percepções como efervescência leve, cobertura da boca ou persistência.

Após a redução das medições sensoriais iniciais, recorrendo à análise de componentes principais, uma nova comparação das 12 IGP com base nos descritores agregados (em

componentes principais) e de algumas variáveis primárias foi realizada com o auxílio da análise de *clusters*. Mais detalhadamente, mantendo a medição inicial da intensidade aromática global do vinho branco típico de cada IGP, os 17 descritores iniciais do aroma foram, de acordo com as respostas do painel especialista, agrupados em cinco componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às famílias aromáticas: **PC1 Aoverripefruit (fruta sobremadura e seca)**, **PC2 Awoodyspicy (madeira e especiaria)**, **PC3 Agreenchemical (vegetal e químico)** **PC4 Awhitecitrus (fruta cítrica e branca)** **PC5 Aripefruitmineral(-) (fruta madura, ausência mineral)** e **PC6 Afloral(Stand Alone) (Floral (isolado))**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 73,4% da variância total do desenho experimental. Quanto à caracterização do gosto do vinho branco típico de cada uma das 12 IGP, os 13 descritores iniciais foram, finalmente, agrupados em quatro componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às quatro percepções clássicas do gosto e investigação de referência acerca de outras sensações tácteis e gustativas: **PC1 Tbitterastringent (amargor e adstringência)**, **PC2 Tsweetalcohol (doçura e álcool)**, **PC3 Tfullpersistent (corpo e persistência)** and **PC4 Tacidbubbly (acidez e efervescência)**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 72,2% da variância total do desenho experimental, apoiando a noção de uma discriminação robusta com categoriais mais simplificadas. Três macro-zonamentos foram detetados e diferenças sensoriais entre eles foram robustamente validadas e sensorialmente descritas.

Relativamente aos vinhos tintos, mantendo a medição inicial da intensidade aromática global do vinho tinto típico de cada IGP, os 18 descritores iniciais do aroma foram, de acordo com as respostas do painel especialista, agrupados em cinco componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às famílias aromáticas: **PC1 Aredfruitwoody (Afruta vermelha/madeira)**, **PC2 Aripefruit (Afruta madura)**, **PC3 Agreenchemical (Averde/químico)**, **PC4 Aoverripefruit (Afruta sobremadura)** and **PC5 Acitrusmineral (Acítrico/mineral)**. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 66,7% da variância total do desenho experimental. Quanto à caracterização do gosto do vinho

típico de cada uma das 12 IGP, os 14 descritores iniciais foram, finalmente, agrupados em quatro componentes principais (PC) cujas designações se relacionam, de modo claro, com a bibliografia consensual relativa às quatro perceções clássicas do gosto e investigação de referência acerca de outras sensações tácteis e gustativas: **PC1 *Tdryastringent (Tseco/adstringente)***, **PC2 *Tsweetviscous (Tdoce/untuoso)***, **PC3 *Tbittersalty (Tamargo/salgado)*** and **PC4 *Tfullpersistent (Tcheio/persistente)***. Foi possível encontrar uma medição agregada que explica 75% da variância total do desenho experimental, apoiando a noção de uma discriminação robusta com categoriais mais simplificadas, nomeadamente no campo dos descritores relativos à percepção táctil dos taninos. Quatro macro-zonamentos foram detectados e diferenças sensoriais entre eles foram robustamente validadas e sensorialmente descritas.

A IGP MINHO foi avaliada como a mais típica IGP de Portugal Continental, acumulando classificações extremadas em quase todos os descritores da cor, do aroma e do gosto. Os resultados da análise de *clusters* fundamentaram o seu isolamento final em virtude da força igual ou superior desta IGP face a outros macro-zonamentos compostos por IGPs agregadas. O *cluster* SUL das quatro IGPs meridionais (IGP Península de Setúbal, IGP Tejo, IGP Alentejano e IGP Algarve) fundamentou-se na acumulação de várias classificações extremas, e por isso típicas, nos descritores avaliados, quase sempre em oposição sensorial ao zonamento individualizado da IGP MINHO. Uma ampla porção centro-norte interior de Portugal Continental foi sensorialmente considerada como macro-zonamento agregado: as IGP Terras do Dão e IGP Terras do Douro foram *clusterizadas* de modo claro e o macro-zonamento foi designado por VALES CENTRAIS, dada a geografia central no planalto continental e montanhoso. As restantes IGPs continentais, agregadas no quarto macro-zonamento, juntam o sub-cluster dos VALES PERIFÉRICOS com outro sub-cluster, sensorialmente aproximado, da COSTA CENTRAL.

Os macro-zonamentos que derivaram das proximidades/afastamentos sensoriais dos vinhos brancos típicos de cada uma das 12 IGP de Portugal continental, têm uma leitura alinhada com a que foi descrita para os vinhos tintos, com diferenças justificadas pela menor dimensão gustativa que o próprio processo de vinificação encerra. A IGP MINHO foi avaliada como a mais típica IGP de Portugal Continental, acumulando classificações extremadas em quase todos os descritores da cor, do aroma

e do gosto. Os resultados da análise de *clusters* fundamentaram o seu isolamento final em virtude da força igual ou superior desta IGP face a outros macro-zonamentos compostos por IGPs agregadas. O *cluster* SUL das quatro IGPs meridionais (IGP Península de Setúbal, IGP Tejo, IGP Alentejano e IGP Algarve) fundamentou-se na acumulação de várias classificações extremas, e por isso típicas, nos descritores avaliados, quase sempre em oposição sensorial ao zonamento individualizado da IGP MINHO. As restantes IGPs continentais, agregadas no terceiro macro-zonamento, juntam o sub-cluster dos VALES INTERIORES com outro sub-cluster, sensorialmente aproximado, da COSTA CENTRAL.

Os resultados do painel demonstram que, nos vinhos brancos, a região que mais diferencia a tipicidade sensorial em função da certificação IGP ou da certificação DOC é a IGP Lisboa, face às DOC Colares, DOC Bucelas e outras, talvez pelo facto de nos estatutos destas Denominações de Origem existir uma forte limitação do número de castas autorizadas, face à amplitude de variedades permitidas na elaboração dos vinhos IGP Lisboa. A mesma conclusão pode ser retirada em relação aos resultados da diferenciação entre os vinhos tintos IGP e respetivos vinhos DOC. Nos vinhos tintos, as regiões com maior diferença na tipicidade sensorial foram as IGP Duriense e IGP Península de Setúbal, de novo com uma possível explicação que remete para o reduzido número de castas autorizadas na elaboração dos vinhos das Denominações de Origem respetivas DOC Douro e, sobretudo, DOC Palmela. As construções mentais dos especialistas demonstraram uma aproximação sensorial muito significativa entre os vinhos de IGP e os respetivos vinhos de Denominação de Origem Protegida (DOP ou DOC), levantando questões acerca da diferenciação da tipicidade sensorial e do seu papel na escolha dos consumidores.

Exceção feita à avaliação da tonalidade da cor, o questionário sensorial usado para o desenho experimental deste estudo contemplava, para os restantes descritores sensoriais uma escala discreta de 11 pontos, com o extremo esquerdo “inexistente” a valer 0 pontos e o extremo direito “intensamente presente” a valer 10. Quanto à tonalidade da cor, os resultados originais de uma escala discreta mais reduzida foram estandardizados para poderem ser lidos de modo idêntico aos restantes descritores, nos diagramas em aranha apresentados nas monografias de cada Indicação Geográfica

Protegida de Portugal Continental. Para os vinhos brancos, médias mais baixas correspondem à tonalidade Amarelo Citrina, enquanto as média mais elevadas revelam a cor Amarelo Palha ou Dourada. Para os vinhos tintos, e no mesmo sentido crescente das médias obtidas por cada IGP, a avaliação da tonalidade da cor muda de Violeta, para Rubi até ao Granada. A cor mais estreme de Tijolo não foi escolhida pelo Painel de Especialistas, provavelmente por se tratar de uma caracterização sensorial de vinho jovens.

Quanto à verificação da existência de potenciais sinalizadores/marcadores de tipicidade regional entre os constituintes físico-químicos – sobretudo os compostos fenólicos – e os índices bioclimáticos comumente aceites, para diferenciar regionalmente os vinhos tintos jovens com certificação de IGP, na primeira via (intra-experimental) para a obtenção de potenciais sinalizadores/marcadores de tipicidade sensorial, correlações estatisticamente significativas confirmaram a *tonalidade da cor*, e as medidas agregadas *PC1 TDryastringent (Tseco/adstringente)* e *PC2 TSweetviscous (Tdoce/untuoso)* como fortes marcadores para o zonamento do vinho tinto das 12 IGPs, em função da sua tipicidade sensorial. A *tonalidade da cor* evolui de registos violáceos-azulados nas IGPs frias do Norte até aos registos granada-avermelhados nas IGPs mediterrânicas do Sul. O coeficiente de correlação de -0,957 (perto do máximo -1) entre *PC1 TDryastringent (Tseco/adstringente)* e *PC2 TSweetviscous (Tdoce/untuoso)* justifica uma forte relação linear inversa na tipicidade zonal das IGPs de Portugal Continental. Isto significa que, entre outras leituras de tipicidade sensorial, a percepção táctil da adstringência é descrita como seca e rugosa, a Norte, e suave, aveludada, a Sul. Incluída maioritariamente no medidor agregado PC2, a percepção gustativa da acidez aumenta de Sul para Norte. Pelo contrário, a percepção do álcool e a sensação táctil de untuosidade (viscosidade) aumentam de Norte para Sul. A sensação de amargor foi avaliada como sensorialmente diferente da adstringência e verifica um curioso crescimento do interior para o litoral.

Quanto à segunda via (inter-experimental) para a verificação da sinalizadores/marcadores de tipicidade sensorial, os *índices bio-climáticos*, o *pH* e os *fenóis totais* (calculados por colorimetria) revelaram-se os mais fortes marcadores para uma avaliação nacional da tipicidade dos vinhos tintos de IGP.

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA ALENTEJANO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20 -total) : 20

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Alentejo
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 2

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 10

VINHO BRANCO

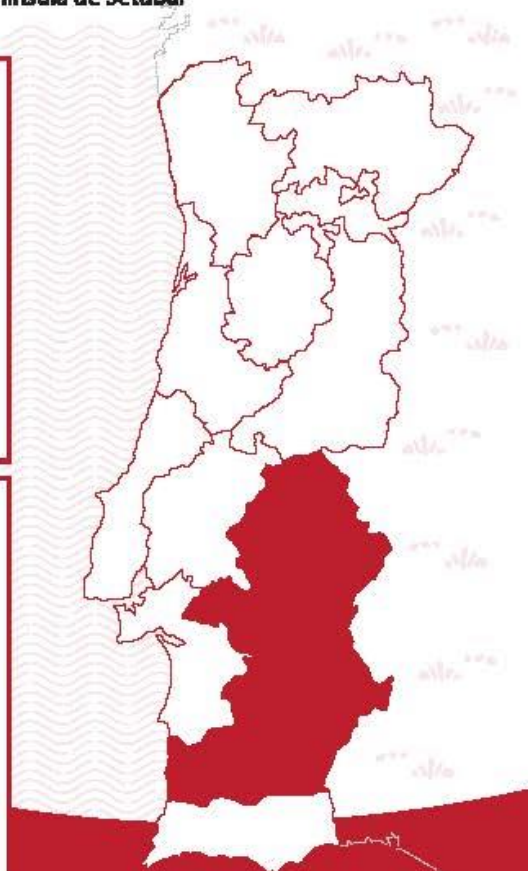
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-palha de média intensidade. Nariz de fruta madura, tropical e de caroço, presença secundária de fruta cítrica e branca. Aroma de média intensidade. Boca com percepção doce e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Algarve

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média a forte intensidade. Nariz de fruta madura, como ameixa-preta e alguma passa, notas secundárias de fruta vermelha, madeira e fruto seco. Aroma de média a forte intensidade. Boca com percepção doce, untuosa e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez, mínimo amargor e suave adstringência.

Proximidade Sensorial Média com a IGP Algarve, a IGP Tejo e a IGP Península de Setúbal



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-de-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Avila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA ALGARVE

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas (0-nulo a 20 -total) : 15

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Lagoa (0-Igual a 10-Muito Diferente) : 1

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição (0-Inexistente a 10-Muito Presente): 1

VINHO BRANCO

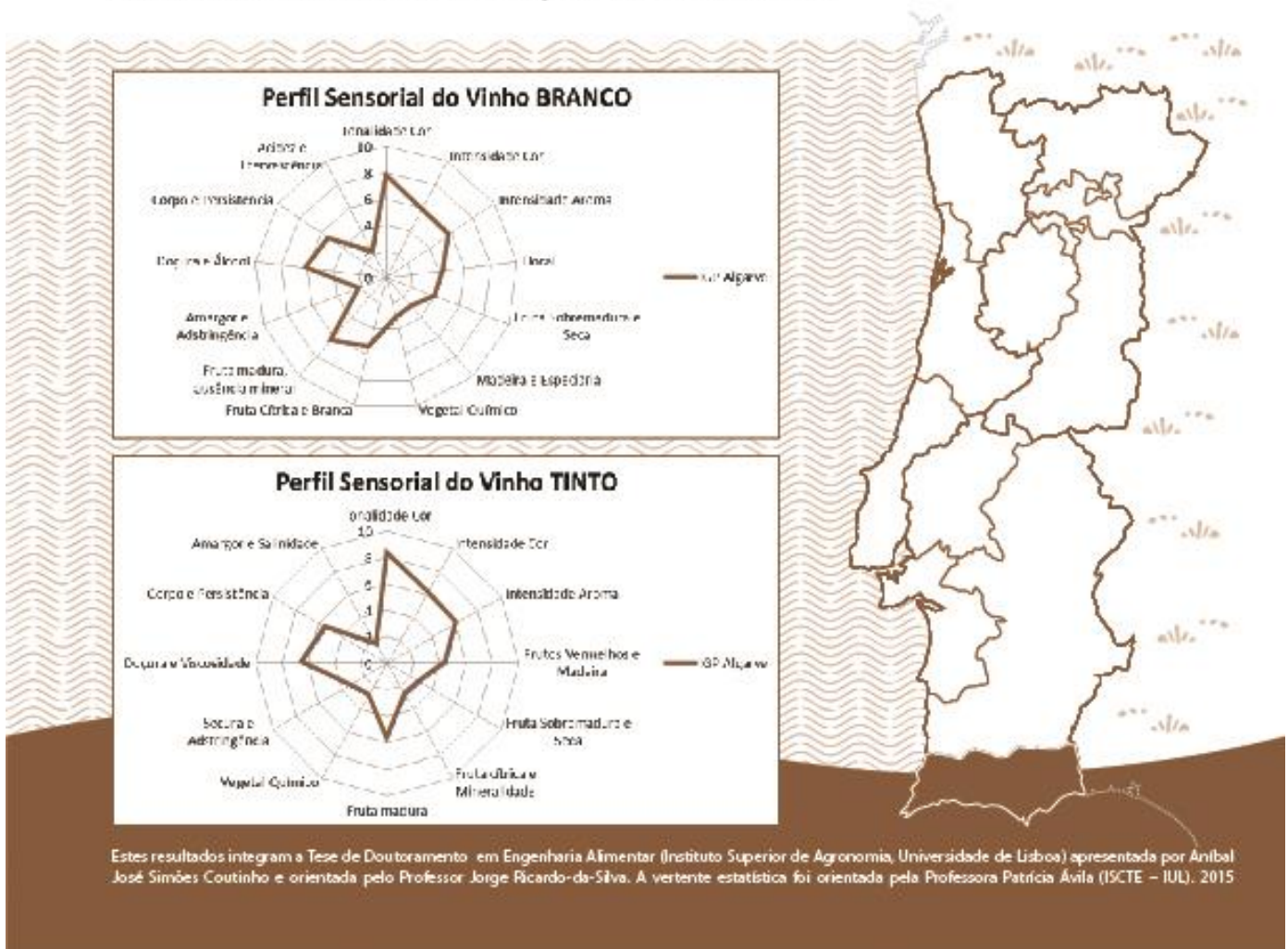
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-palha de média intensidade. Nariz de fruta madura, tropical e de caroço, presença secundária de fruta cítrica e branca. Aroma de média intensidade. Boca com percepção doce e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Alentejano

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média intensidade. Nariz de fruta madura, como ameixa-preta e alguma passa, notas secundárias de fruta vermelha e madeira. Aroma de média intensidade. Boca com percepção doce, untuosa e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez, mínimo amargor e suave adstringência.

Proximidade Sensorial Máxima com as IGP Tejo e a IGP Península de Setúbal



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA BEIRA ATLÂNTICO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 20

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Bairrada
(Iguar a 10-Muito Diferente) : 3

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 7

VINHO BRANCO

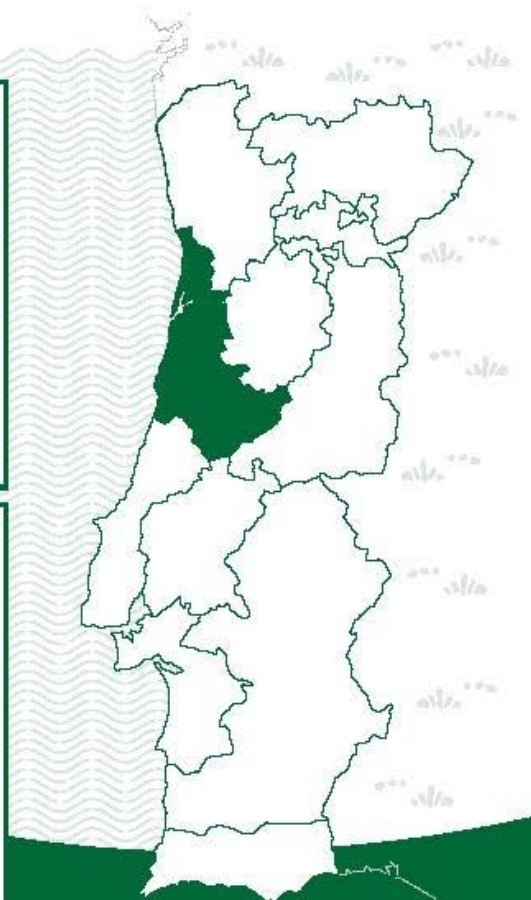
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-citrino de média-baixa intensidade. Aroma médio dominado por fruta cítrica e branca, com presença floral notada, assim como fruta tropical e de caroço e presença vegetal e química. Corpo com dimensão e alongamento médios, pendor ácido, levemente frizante.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Lisboa

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor entre rubi e granada de média intensidade. Aroma médio com ascendente vegetal e química entre frutos vermelhos e madeira discreta. Notas cítricas e minerais. Boca de média persistência, corpo equilibrado, adstringência presente e algo seca. Notas amargas e salinas.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Lisboa



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo de Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUA), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA DURIENSE

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 20

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Douro
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 3

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 10

VINHO BRANCO

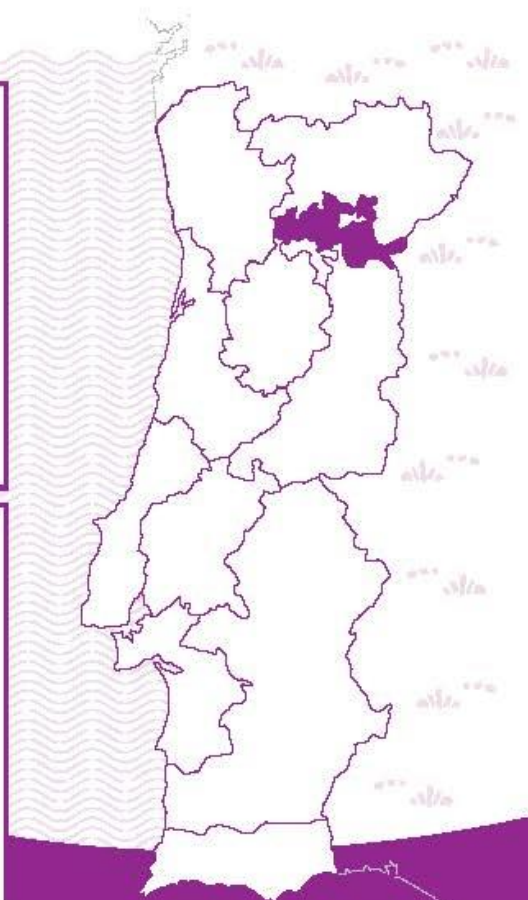
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-palha de média intensidade. Aromas médios de fruta cítrica e branca, notas florais e de alguma fruta madura. Sem uso de madeira. Corpo e persistência médios, tal como a álcool e a perceção doce.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Transmontano

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi com média a forte intensidade. O aroma é intenso, com domínio de frutos de caroço e de alguma compota. Surgem notas minerais e bergamota cítrica. A madeira, os frutos vermelhos aparecem equilibrados. Boca encorpada e persistente, com adstringência e secura táctil equilibradas por notas untuosas doces.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Terras do Dão



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anaal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-de-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA LISBOA

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 18

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Colares, Bucelas e outras
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 4

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 6

VINHO BRANCO

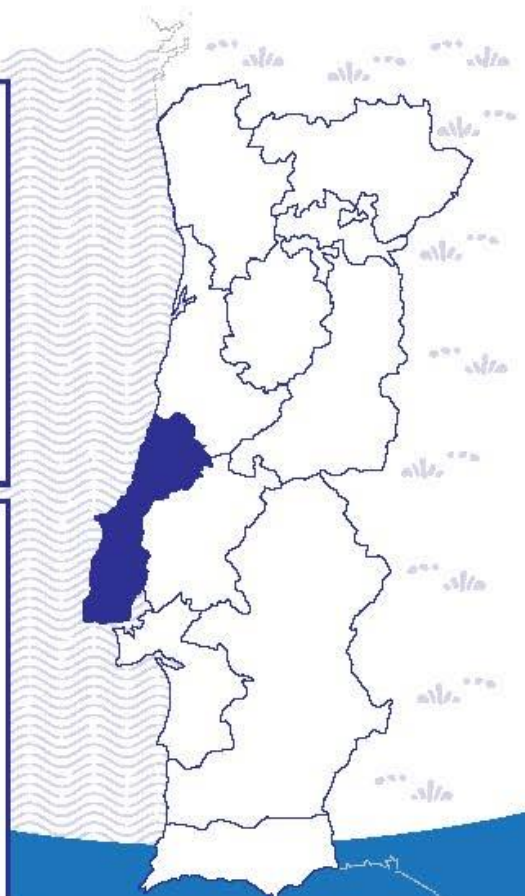
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-citrino de média-baixa intensidade. Aroma médio a intenso dominado por fruta cítrica e branca, com presença floral notada, assim como fruta tropical e de caroço e presença vegetal e química. Corpo com dimensão e alongamento médios, pendor ácido, levemente frísante, com equilíbrio alcoólico e doce.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Beira Atlântico

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor entre rubi e granada de média a forte intensidade. Aroma médio com ascendente vegetal e químico entre frutos vermelhos e madeira discreta. Notas cítricas e minerais. Boca de média persistência, corpo equilibrado, adstringência presente e algo seca, acidez e amargor médios.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Beira Atlântico



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por António José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL) 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA MINHO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 19,5

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Vinho Verde
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 2

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 10

VINHO BRANCO

Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-esverdeado, pálida. Aroma médio, essencialmente de fruta cítrica e branca, com acompanhamento floral. Boca marcadamente típica na acidez e nas notas de leve efervescência, com notada ausência alcoólica e doce. Corpo ligeiro e fugaz.

Sensorialmente isolada de qualquer das restantes IGP. Máxima tipicidade sensorial.

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor violeta-púrpura típica, com a mais intensa concentração nacional. Aromas médios com notas típicas vegetais, químicas e animais, com fruta de caroço, cítrica e alguma mineralidade. Boca marcadamente adstringente, seca, com gosto medianamente amargo, frísante e salino. Corpo de média estrutura e persistência.

Sensorialmente Isolada de qualquer das restantes IGP. Máxima tipicidade sensorial.



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por António José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA PENÍNSULA DE SETÚBAL

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 18

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Palmela
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 3

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 9

VINHO BRANCO

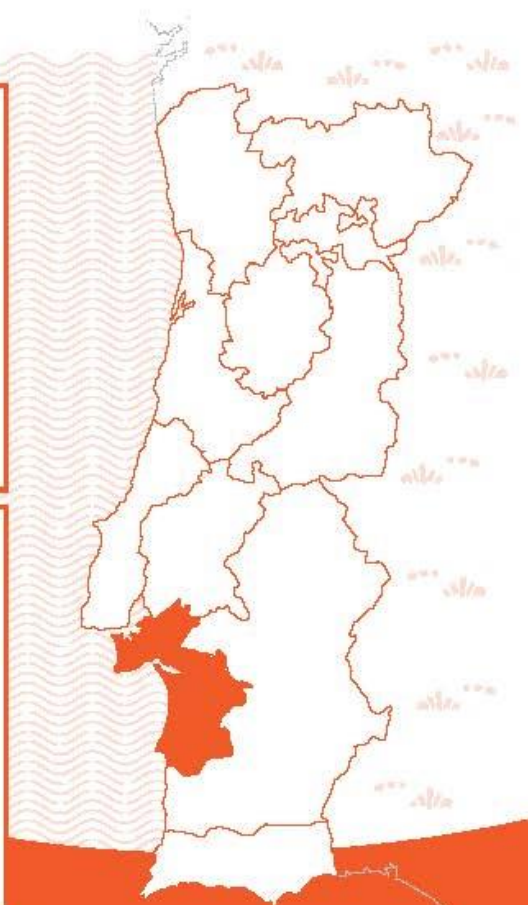
Perfil Sensorial Típico: Cor entre citrino e amarelo-palha de média intensidade. Nariz de tipicidade floral, lembrando rosa, de fruta madura, tropical e de caroço e ainda fruta cítrica e branca. Aroma de média a forte intensidade. Boca com perceção doce e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez.

Proximidade Sensorial Média com a IGP Tejo

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média intensidade. Nariz de fruta madura, como ameixa-preta e alguma passa, notas secundárias de fruta vermelha, madeira, vegetais e químico. Aroma de média intensidade. Boca com perceção doce, untuosa e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez, médio amargor e suave adstringência.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Tejo



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-de-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA TEJO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20 -total) : 19

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP DoTejo
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 1

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 6

VINHO BRANCO

Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-palha de média intensidade. Nariz de tipicidade floral, de fruta madura, tropical e de caroço. Alguma fruta cítrica e branca. Aroma de média intensidade. Boca com percepção medianamente doce e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez.

Proximidade Sensorial Média com a IGP Península de Setúbal

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média intensidade. Nariz de fruta madura, como ameixa-preta e alguma passa, notas secundárias de fruta vermelha, madeira, vegetais e químico. Aroma de média intensidade. Boca com percepção doce, untuosa e alcoólica, corpo e persistência médios, com pouca acidez, mínimo amargor e suave adstringência.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Península de Setúbal



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-de-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA TERRAS DA BEIRA

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 19,5

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Beira Interior
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 2

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 4

VINHO BRANCO

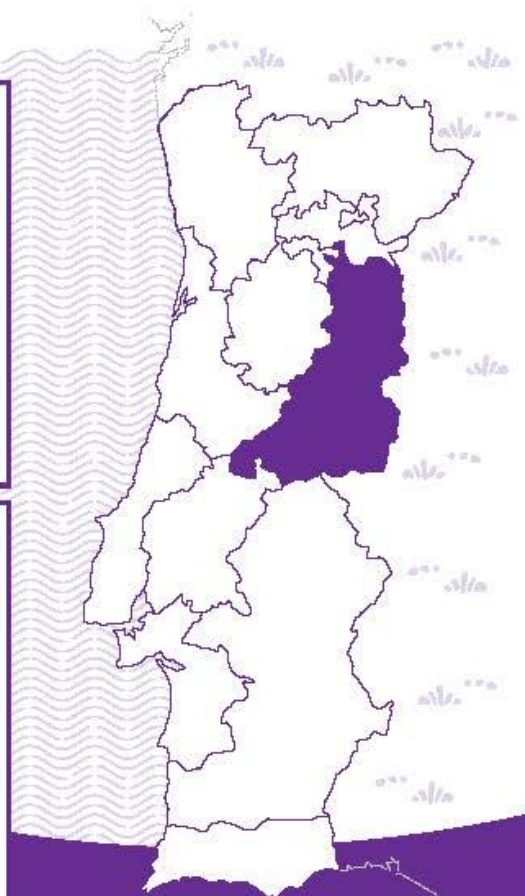
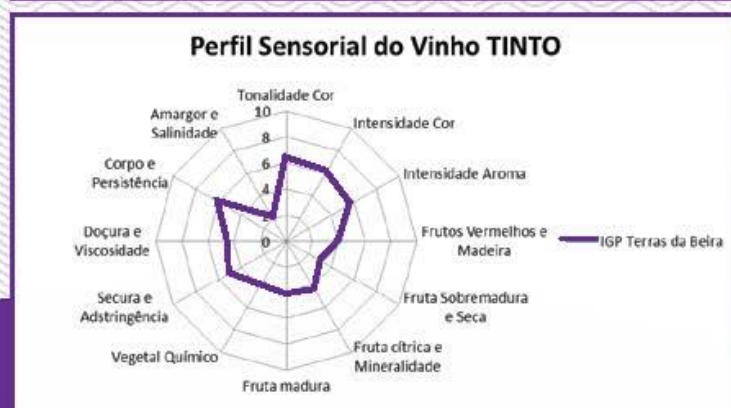
Perfil Sensorial Típico: Cor variada entre citrino e amarelo-palha, de média intensidade. Aroma médio com típico domínio de fruta cítrica e branca. Presença de notas vegetais e químicas, em equilíbrio com fruta tropical e de caroço. Leve presença floral. Boca de alongamento e corpo médios, com notas ácidas em equilíbrio com o álcool e a percepção doce.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Terras de Cister

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média intensidade. Aromas médios de frutos cítricos e brancos, também frutos de caroço maduros, alguma compota. Boca de corpo médio a elevado, alongada, com secura e adstringência em equilíbrio com o álcool e as notas doces.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Transmontano



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA TERRAS DE CISTER

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 11,5

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Távora-Varosa
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 2

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 0

VINHO BRANCO

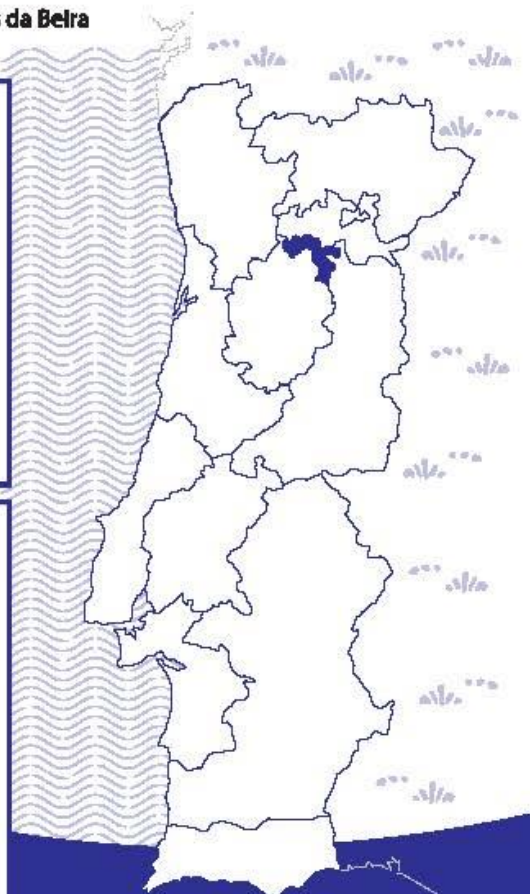
Perfil Sensorial Típico: Cor mais citrina do que amarelo-palha, de média intensidade. Aroma médio-baixo com típico domínio de fruta cítrica e branca. Presença de notas vegetais e químicas, em equilíbrio com fruta tropical e de caroço. Boca de alongamento e corpo médios, com notas ácidas em equilíbrio com o álcool e a percepção doce.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Terras da Beira

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor Granada de média intensidade. Aroma médio com equilíbrio de notas vegetais, químicas, de frutos vermelhos e de caroço maduros, assim como madeira e especiaria. Boca média de corpo e alongamento, adstringência e secura táctil com leve destaque.

Proximidade Sensorial sub-Máxima com a IGP Duriense e a IGP Terras da Beira



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA TERRAS DO DÃO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 19,5

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Dão
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 2

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 9

VINHO BRANCO

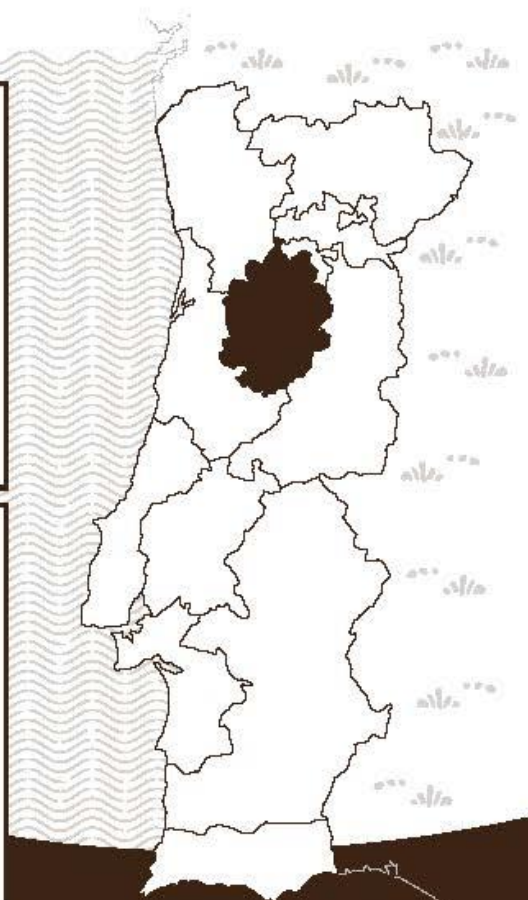
Perfil Sensorial Típico: Cor averçada entre citrino e amarelo-palha de média intensidade. Aromas médios de fruta cítrica e branca, notas florais e de alguma fruta madura. Moderado uso de madeira. Corpo e persistência médios a elevados. Álcool, doçura e acidez em equilíbrio.

Proximidade Sensorial Média com a IGP Duriense e a IGP Transmontano

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor entre rubi e granada, com média a forte intensidade. O aroma é médio a forte, com domínio de notas minerais e bergamota cítrica. A madeira, os frutos vermelhos e de caroço aparecem equilibrados. Boca encorpada e persistente, com adstringência e secura táctil equilibradas por notas untuosas doces.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Duriense



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anibal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-de-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Antão (ISCTE – IUL), 2015

INDICAÇÃO GEOGRÁFICA PROTEGIDA TRANSMONTANO

Conhecimento da IGP e do seu perfil sensorial por especialistas
(0-nulo a 20-total) : 15

Proximidade Sensorial entre os vinhos desta IGP e os vinhos de DOP Trás-os-Montes
(0-Igual a 10-Muito Diferente) : 1

Presença dos vinhos IGP e/ou DOP nos lineares nacionais da moderna distribuição
(0-Inexistente a 10-Muito Presente): 2

VINHO BRANCO

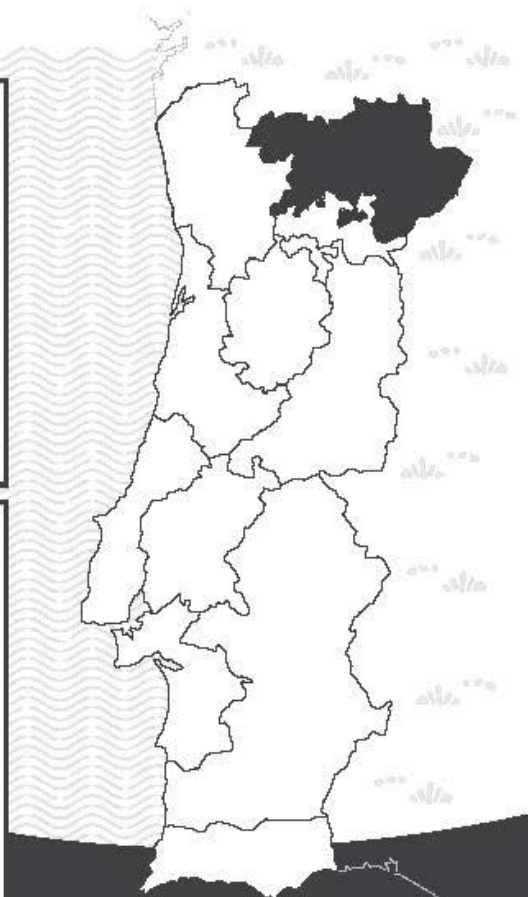
Perfil Sensorial Típico: Cor amarelo-palha de média intensidade. Aromas médios de fruta cítrica e branca, notas florais e de alguma fruta madura. Sem uso de madeira. Corpo e persistência médios, tal como a álcool e a percepção doce.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Duriense

VINHO TINTO

Perfil Sensorial Típico: Cor rubi-granada de média intensidade. Aromas médios de frutos de caroço maduros, alguma compota. Boca de corpo médio a elevado, alongada, com secura e adstringência em equilíbrio com o álcool e as notas doces.

Proximidade Sensorial Máxima com a IGP Terras da Beira



Estes resultados integram a Tese de Doutoramento em Engenharia Alimentar (Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa) apresentada por Anaal José Simões Coutinho e orientada pelo Professor Jorge Ricardo-da-Silva. A vertente estatística foi orientada pela Professora Patrícia Ávila (ISCTE – IUL), 2015

