



# SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS CASTAS MAIS BEM-ADAPTADAS A CENÁRIOS DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

A grande variabilidade genética da videira constitui a principal ferramenta de adaptação às Alterações Climáticas. No Grupo Operacional (GO) WineClimAdapt estudou-se a adaptabilidade de 189 castas e quantificou-se o potencial qualitativo das 25 castas brancas e 25 castas tintas melhor adaptadas.

Patrícia Martins<sup>1</sup>, João de Deus<sup>1</sup>, Rita Roque<sup>1</sup>, Francesco Agostinelli<sup>1</sup>, Sílvia Lourenço<sup>1</sup>, João Amaral<sup>1</sup>, Miguel Damásio<sup>1</sup>, Ricardo Egípto<sup>1</sup>, Ilda Caldeira<sup>1</sup>, José Silvestre<sup>1\*</sup>, Carina Neto<sup>2</sup>, Rui Flores<sup>2</sup>, Amândio Rodrigues<sup>2</sup>, Joana Jesus<sup>3</sup>, João Jacinto<sup>3</sup>, Rodrigo Maia<sup>3</sup>, Cristina Antunes<sup>3</sup>, Cristina Máguas<sup>3</sup>, David Tavares<sup>4</sup>, João Carvalho<sup>4</sup>, José Valadas<sup>4</sup>, Jorge Böhm<sup>4</sup>, Ricardo Andrade<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



<sup>2</sup> Herdade do Esporão

ESPORÃO

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



<sup>4</sup> Viveiros Plansel



<sup>5</sup> Associação Nacional de Viveiristas Vitícolas Produtores de Material Certificado



\* Investigador Responsável pelo GO WineClimadapt

## Introdução

Atualmente são já consideráveis os impactos das alterações climáticas a que todos estamos sujeitos e, em particular, na agricultura. Os decisores políticos mundiais têm procurado reduzir estes impactos, salientando-se o Acordo de Paris. Este importante acordo procura alcançar a descarbonização das economias mundiais (redução da emissão de gases de efeito estufa), tendo como um objetivo de longo prazo limitar o aumento da temperatura média global a níveis bem abaixo de 2 °C. Contudo, e de acordo com os dados climáticos mais recentes da Organização Meteorológica Mundial, existe uma probabilidade de 50% de que a temperatura média anual do planeta seja, nos próximos 5 anos, superior aos níveis pré-industriais em 1,5 °C.

Face a esta realidade é urgente, quer mitigar os efeitos das alterações climáticas, fazendo uma agricultura climaticamente inteligente, quer adotar medidas de adaptação. Isto é particularmente importante para a viticultura no Sul da Europa, sujeita cada vez mais a quebras de produtividade e de qualidade, devido aos efeitos combinados de temperaturas mais elevadas, redução da chuva e aumento de fenómenos meteorológicos extremos, como, por exemplo, vagas de calor.

Apesar de termos algumas medidas de adaptação para as vinhas existentes, como, por exemplo, a rega, o sistema de condução e gestão da sebe, a aplicação de refletos foliares (ex. caulino), entre outros, importa ter em conta medidas de adaptação para as novas vinhas a instalar, que vão desde a orientação das linhas (maior proteção dos cachos nos períodos mais quentes dos dias) ao material genético, com castas, clones e porta-enxertos melhor adaptados a condições mais quentes e secas, procurando manter o potencial produtivo e qualitativo.

## Objetivos

Com este GO pretendeu-se elaborar um *ranking* de adaptabilidade das 189 castas em estudo, analisando a dinâmica fenológica de 189 variedades submetidas a condições ambientais e hídricas extremas, de modo a avaliar a influência destas variáveis no

*timing* e duração das fenofases, identificando as castas mais adequadas às condições das próximas décadas, bem como validar modelos de desenvolvimento da cultura (Cropsyst, STICS) que permitam prever as componentes da produção (produção/ha, teor alcoólico) das castas em estudo. Numa segunda fase, procurou-se avaliar agronomicamente e enologicamente as 25 castas brancas e 25 castas tintas melhor adaptadas. Por último, aplicou-se a metodologia desenvolvida na fase 1 ao estudo da adaptabilidade de clones de 5 castas.

## Resultados

De entre os principais resultados destacam-se:

### 1. Fenologia

Foram determinadas as necessidades térmicas das principais fenofases do ciclo vegetativo (abrolhamento, floração e pintor) das 189 castas que compõem o Colar Campo Ampelográfico da Herdade do Esporão (CAHE). Para o efeito, utilizou-se o método proposto por Lopes *et al.* (2008), iniciando a acumulação de temperatura efetiva no dia 1 de janeiro de cada ano. As castas foram inicialmente separadas em castas brancas, tintas e rosadas, efetuando-se de seguida uma análise de *clusters*, com recurso ao *software* STATISTICA 13.3 (TIBCO software Inc.), com base nas necessidades térmicas das principais fenofases. Na análise de *clusters*, cada casta passou a ser representada pela sua necessidade térmica ao abrolhamento (NTa), à floração (NTf) e ao pintor (NTp). Foram obtidos 8 *clusters* para as castas tintas e 6 *clusters* para as castas brancas. Com base nesta informação, será brevemente disponibilizada na página *web* do projeto (<https://www.wineclimadapt.pt>) uma ferramenta que permitirá aos viticultores estimar as datas das fases fenológicas das suas castas, com base na temperatura média do ar.

### 2. Eficiência do uso da água (WUE)

Esta é uma das variáveis com mais peso para a elaboração do *ranking* de adaptabilidade ecofisiológica, uma vez que reflete os efeitos combinados do *stress* térmico e *stress* hídrico. Para tal, foi desenvolvida uma ferramenta, o WUEtoolkit, baseado em

termografia aérea e composição em isótopos estáveis, que foi aplicado a diferentes escalas temporais (instantânea, diária e período de maturação). Ainda neste âmbito, para separar o efeito do *stress* térmico do hídrico, no CAHE instalaram-se, para as 189 castas, modalidades em conforto hídrico, em rega deficitária ( $K_s \approx 0,5$ ) e sem rega. O WUEtoolkit permitiu quantificar a resposta das variedades a condições ambientais mais severas e intensidade de *stress* hídrico. A título ilustrativo, apresenta-se na Figura 1 a dispersão dos valores do isótopo  $\delta^{13}C$ , variável representativa da eficiência do controlo estomático e, logo, da transpiração das videiras.

### 3. Tolerância ao escaldão

Face ao esperado aumento da frequência e intensidade das vagas de calor, consequência das alterações climáticas, a tolerância ao escaldão, devido ao seu impacto na produção e qualidade das uvas, é outra das características pretendidas. Neste GO foi elaborado o *ranking* de tolerância ao escaldão. Este foi publicado na ENOVITIS no número de outubro/novembro/dezembro 2018 (Silvestre *et al.*).

### 4. Estudo das castas melhor adaptadas

Com base nos resultados dos pontos anteriores e tendo em conta também outras variáveis importantes, como, por exemplo, o vigor, a produtividade, os teores em açúcar e a acidez total, bem como o pH, foram desenvolvidos algoritmos que permitiram selecionar as 25 castas brancas e 25 castas tintas melhor adaptadas. Os resultados para as 189 castas encontram-se disponíveis na página *web* deste GO (<https://www.wineclimadapt.pt>) Estas castas melhor adaptadas foram vinificadas para avaliação do potencial enológico. Nos pontos seguintes descrevem-se algumas das análises e resultados obtidos com estes vinhos monovarietais, com foco nas componentes fenólica e aromática, dando como exemplo 5 castas brancas e 5 castas tintas. Em 2021 avaliaram-se os vinhos tintos produzidos em 2020 e em 2022 os vinhos brancos da vindima de 2021.

#### 4.1. Componente fenólica

Os compostos fenólicos são produto do metabolismo secundário das plantas que têm como função a proteção das plantas dos *stresses* bióticos, como

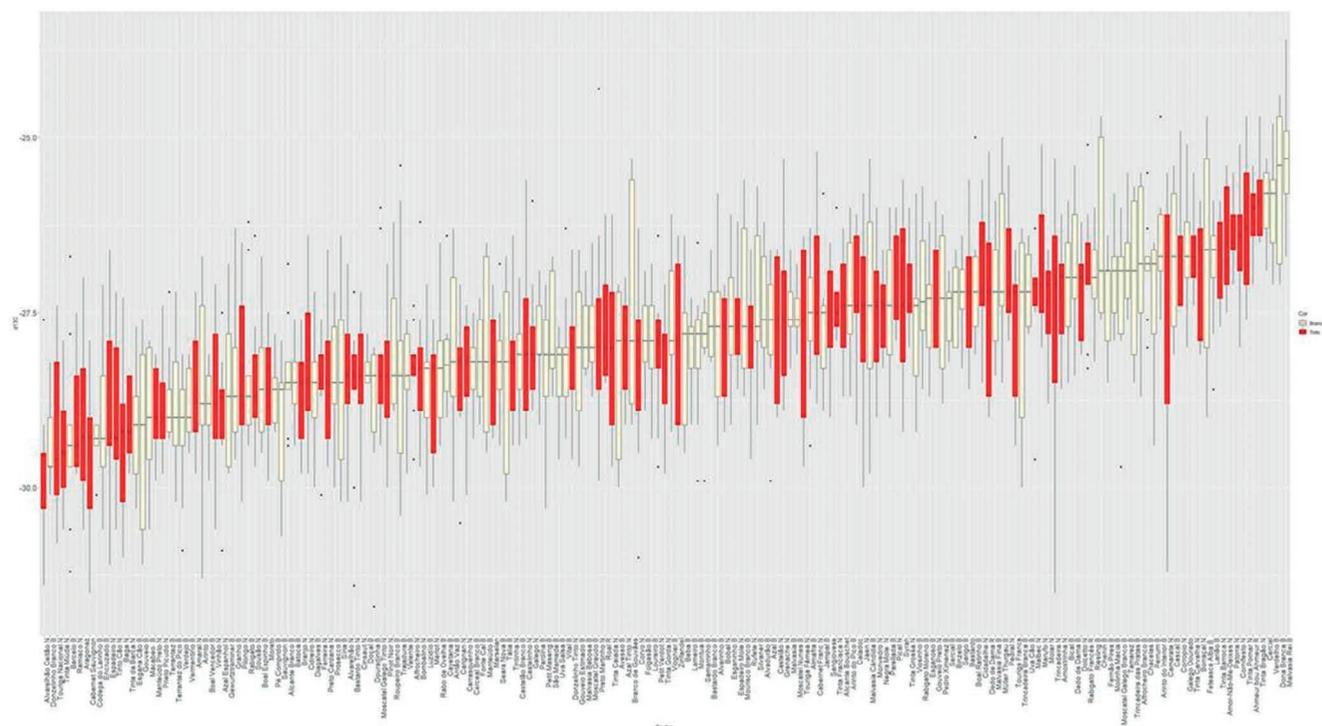


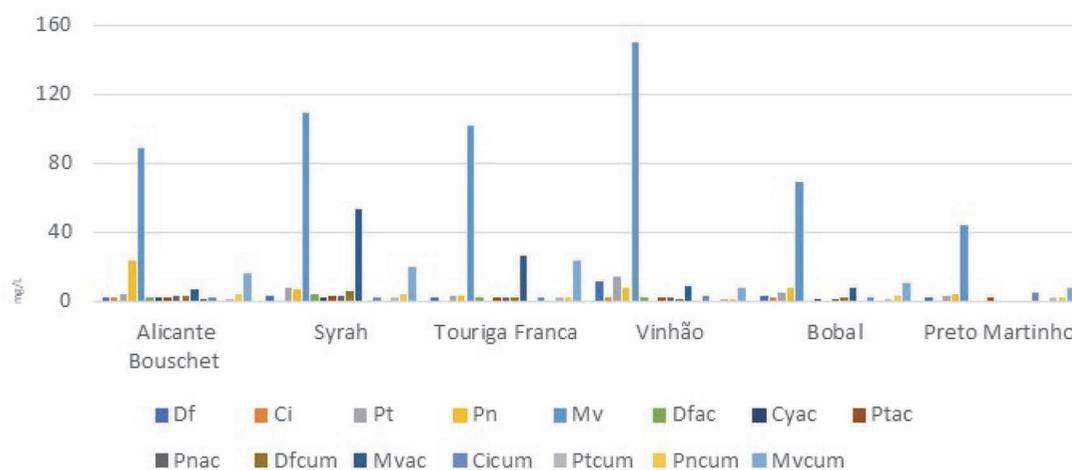
Figura 1 – Variação da concentração em  $\delta^{13}C$  por casta, medições ao nível dos açúcares do floema.

doenças e pragas, e abióticos, como a radiação e temperaturas elevadas. Estes compostos desempenham um importante papel na enologia, contribuindo para as propriedades sensoriais do vinho: cor, sabor, adstringência e amargor. Destes compostos fazem parte as antocianinas. Estas conferem cor ao vinho tinto e contribuem para outras características organoléticas devido às interações com outros polifenóis, proteínas e polissacarídeos. Estes metabolitos secundários estão diretamente relacionados com a componente genética, prestando-se à caracterização varietal. Os fatores ambientais, nomeadamente a temperatura, radiação e a disponibilidade de água, também têm grande influência na quantidade e composição destes compostos nas uvas e, conseqüentemente, no vinho. Nas uvas, a película acumula grandes quantidades de antocianinas. A quantidade e proporção relativa das diferentes antocianinas depende muito de fatores genéticos, no entanto, tem sido relatado que as condições ambientais, nomeadamente a temperatura elevada, têm forte impacto, não só porque diminui a expressão dos genes que estão na origem destes compostos, como aumenta a sua degradação. Para as castas tintas selecionadas, foram estudadas as diferenças varietais na composição de antocia-

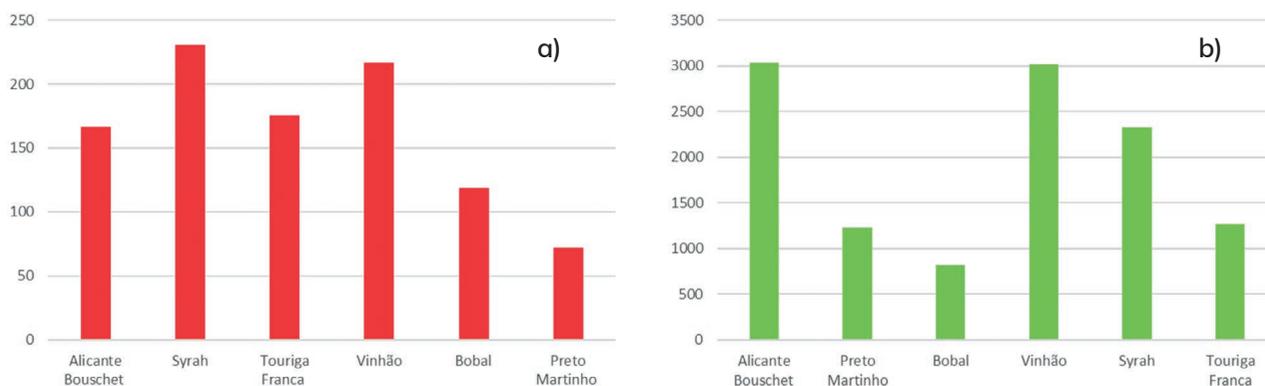
ninas e a relação com algumas propriedades sensoriais. Os vinhos monovarietais foram avaliados por análise sensorial descritiva quantitativa e análise de antocianinas e compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD).

A análise por HPLC dos vinhos revelou a presença de 15 antocianinas. Estão presentes antocianinas glucosiladas e aciladas com concentrações variáveis, sendo a antocianinas glucosiladas as mais importantes. A Figura 2 apresenta o perfil de antocianinas para 6 vinhos analisados. Verificou-se, como é expectável, que a malvidina é a antocianina predominante em todos os vinhos, seguindo-se as malvidinas acetiladas e cumariladas. A cianidina e os derivados de cafeoato são os compostos minoritários. Das castas aqui apresentadas, os vinhos mais ricos em antocianinas e polifenóis totais foram os das castas Syrah, Vinhão e Alicante Bouschet. Por outro lado, os vinhos das castas Bobal e Preto Martinho revelaram-se mais pobres nestes compostos, como podemos observar na Figura 3.

Para estudar a composição fenólica como fator de discriminação dos vinhos monovarietais, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) baseada na matriz de correlação entre as diferentes antocianinas e antocianinas totais (Figura 4). Esta

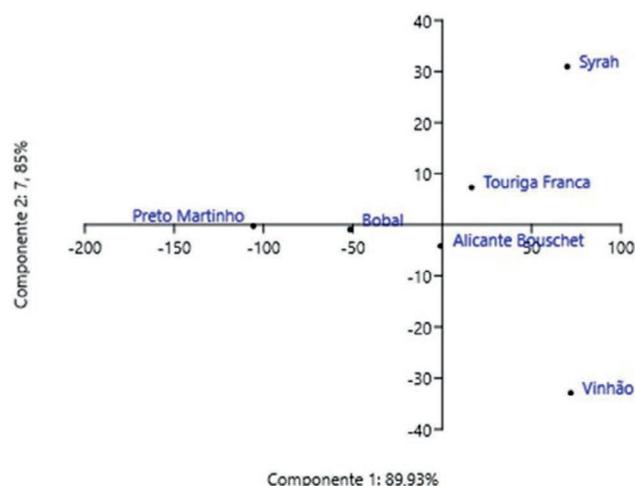


**Figura 2** – Perfil de 15 antocianinas de vinhos monovarietais. Legenda: Del – Delfinidina, Ci – Cianidina, Pt – Petunidina, Pn – Peonidina, Mv – Malvidina, Df – Delfinidina acetilada, Ciac – Cianidina acetilada, Ptac – Petunidina acetilada, Pnac – Petunidina acetilada, Mvac – Malvidina acetilada, Ptcaf – Petunidina cafeoato, Cicum – Cianidina cumarilada, Mvacaf – Malvidina cafeoato, Ptcum – Petunidina cumarilada, Pncum – Peonidina cumarilada, Mvcum – Malvidina cumarilada.



**Figura 3** – a) Concentração em antocianinas (mg/L) em vinhos monovarietais. b) Concentração em polifenóis (mg/L) em vinhos monovarietais.

revelou que os dois primeiros componentes principais explicaram 89,92% da componente 1 da variação total. Os resultados da PCA mostraram a discriminação dos vinhos de Touriga Franca, Syrah e Vinhão, fortemente associadas às antocianinas glucosiladas e à concentração total de antocianinas. Estes vinhos apresentaram uma elevada apreciação geral na análise sensorial realizada, o que confirma a importância da riqueza em antocianinas como um dos parâmetros de qualidade destes vinhos. Por outro lado, os vinhos das castas Preto Martinho e Bobal posicionaram-se no lado oposto, com uma menor concentração de antocianinas. (Martins *et al.*, 2022).



**Figura 4** – Resultado da análise de componentes principais efetuada às concentrações das diferentes antocianinas. Projeção das variáveis e das amostras de vinho no plano formado pelos dois principais componentes.

Estes resultados estão em concordância com a percepção sensorial em relação à qualidade global dos vinhos e a atributos sensoriais específicos, como a adstringência e qualidade da cor (*vide* Figura 7).

#### 4.2. Componente sensorial e química

Na avaliação sensorial recorreu-se à prova descritiva dos vinhos, na qual os provadores (câmara de provadores do INIAV, Polo de Dois Portos, Figura 5) assinalaram a intensidade detetada respeitante a diversos descritores como, por exemplo, frutado e chocolate. Foi pedido aos provadores que pontuassem também a apreciação geral, a qual tem em conta a ausência de defeitos e o equilíbrio global da amostra.

Na avaliação química procedeu-se à análise geral dos vinhos, de acordo com as metodologias do OIV, e para o estudo dos compostos do aroma procedeu-se à sua extração prévia, seguida da sua quantificação e identificação respetivamente por análise de cromatografia gás líquido de alta resolução (GC-FID) e espectrometria de massa (GC-MS). No caso dos vinhos tintos, fez-se a seleção dos vinhos



**Figura 5** – Aspeto da sala de prova do INIAV.



**Figura 6** – Aspeto do laboratório de análises de aromas – sessão de GCO.

com melhores resultados na análise sensorial e procedeu-se à análise por cromatografia gás líquido de alta resolução acoplada a olfatométrica (GCO, Figura 6), na qual vários “sniffers” fizeram a avaliação do aroma dos diferentes compostos, em simultâneo com a sua deteção no cromatógrafo. Nos vinhos brancos fez-se uma abordagem do perfil de compostos voláteis, realizando a sua quantificação por GC-FID em todos os vinhos produzidos a partir das uvas da vindima de 2021.

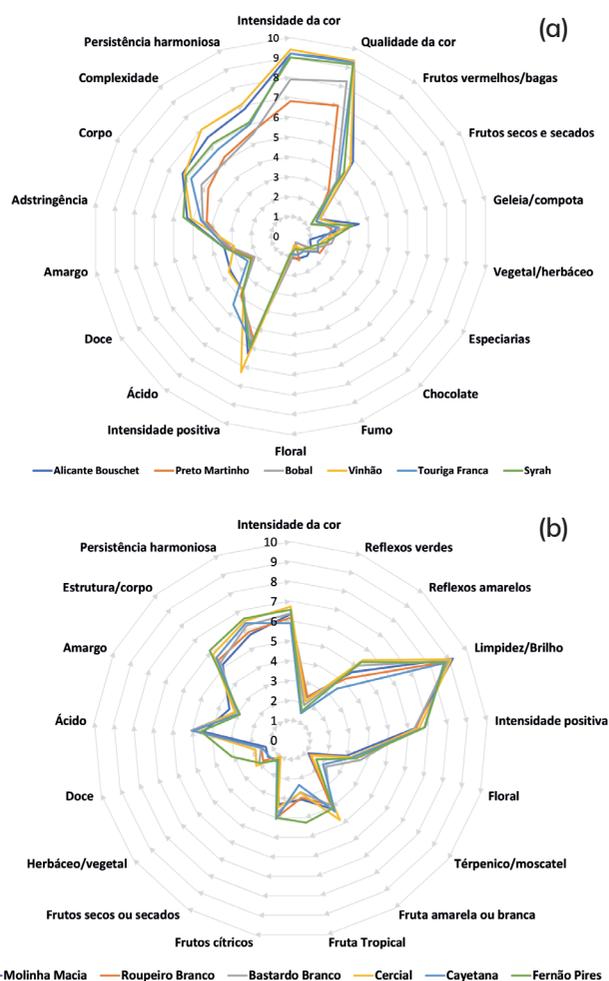
Os resultados da análise sensorial revelaram vários vinhos com uma qualidade global interessante, embora com um perfil sensorial diferente. Na Figura 7 apresenta-se, a título de exemplo, o perfil sensorial de aroma e sabor dos vinhos monovarietais de seis das castas tintas (Fig. 7a) e seis castas brancas (Fig. 7b). Em termos de apreciação organolética geral, no caso destas castas tintas, destacaram-se, pelo lado positivo, o Vinhão (15,1 em 20) que, apesar de ter acidez volátil alta, teve os melhores valores de acidez fixa e pH (Quadro 1) e o Alicante Bouschet (14,4/20). Dentro deste grupo, as castas Preto Martinho e Bobal tiveram menor apreciação, com classificação a rondar os 12,3 em 20. Já no caso das castas brancas, destacaram-se o Fernão Pires e a Cayetana com classificação de 14 em 20. De uma forma geral, as castas brancas apresentaram uma acidez e frescura interessantes (com poucas exceções), o que é importante para vinhos brancos produzidos em zonas muito quentes.

A análise GCO dos vinhos tintos revelou que, entre os mais de 120 compostos voláteis observados, apenas 49 foram detetados nos “sniffers” como compostos odorantes prováveis (alta frequência de deteção). A identificação realizada por GC-MS mostrou que os compostos pertencem principalmente

a 3 classes químicas: ésteres, álcoois e ácidos. Na Figura 8 apresenta-se, a título de exemplo, o perfil de compostos odorantes para três dos vinhos analisados, tendo-se agrupado os compostos com base nos descritores de aroma.

## Notas finais

Neste GO pôde ser confirmada a importância da variabilidade genética como ferramenta de adaptação às alterações climáticas, permitindo continuar a produzir vinhos de alta qualidade, com o encepamento ajustado a climas futuros. Foram observados os diferentes comportamentos induzidos pelo



**Figura 7** – Perfil sensorial médio de 6 vinhos monovarietais tintos (a), produzidos na vindima de 2020 (adaptado de Agostinelli, 2022) e 6 vinhos monovarietais brancos (b), produzidos da vindima de 2021 (adaptado de Roque, 2022).

**Quadro 1 – Resultados das determinações analíticas (análise corrente) aos “vinhos tintos (T) e brancos (B) em estudo (adaptado de Agostinelli, 2022 e Roque,2022)**

Casta	Grau alcoólico (% v/v)	Acidez Total (g ac. tart./L)	Acidez Volátil (g ac. acét./L)	Acidez Fixa (g ac. tart./L)	SO <sub>2</sub> Livre (mg/L)	Açúcares redutores (g/L)	pH	Fermentação malolática
Alicante Bouschet (T)	16,8	5,4	0,70	4,5	12,3	9,4	3,94	Positivo
Preto Martinho (T)	14,3	5,5	0,90	4,4	17,6	6,7	3,83	Positivo
Bobal (T)	11,6	4,8	0,40	4,3	18,3	2,2	3,76	Positivo
Vinhão (T)	14,8	6,2	0,99	5,0	16,6	12,9	3,74	Positivo
Syrah (T)	15,8	4,9	0,43	4,4	19,1	3,5	3,95	Positivo
Touriga Franca (T)	14,7	4,7	0,69	3,8	22,4	3,3	4,28	Positivo
Molinha Macia (B)	9,9	4,6	0,31	4,2	37,8	0,8	3,68	Negativo
Roupeiro Branco (B)	12,0	4,1	0,28	3,8	36,3	2,0	3,83	Negativo
Bastardo Branco (B)	12,5	6,8	0,54	6,1	11,2	2,7	3,22	Negativo
Cercial (B)	14,1	6,6	0,52	5,9	15,1	2,9	3,36	Negativo
Cayetana (B)	11,6	5,1	0,28	4,8	37,1	1,4	3,68	Negativo
Fernão Pires (B)	14,9	5,4	0,61	4,6	32,3	5,2	3,63	Negativo

PUB



**CEVAQOE**  
LABORATÓRIO, INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO



O engarrafamento dos vinhos é o último ato enológico da concretização da apresentação dos vinhos ao consumidor.

As alterações organoléticas, as fugas e a alteração da limpidez das garrafas de vinho prejudicam a sua comercialização.

**O Laboratório CEVAQOE** pode colaborar na prevenção dos riscos, na definição das causas dos defeitos e na implementação das medidas corretivas necessárias.

**O LABORATÓRIO CEVAQOE ESTÁ HABILITADO PARA:**

- Realizar cadernos de encargos de compras
- Colaborar na definição das vossas necessidades técnicas
- Controlar as garrafas e as rolhas antes da utilização
- Pesquisar as causas dos incidentes
- Ajudar a encontrar soluções

**ANÁLISES DE APOIO:**

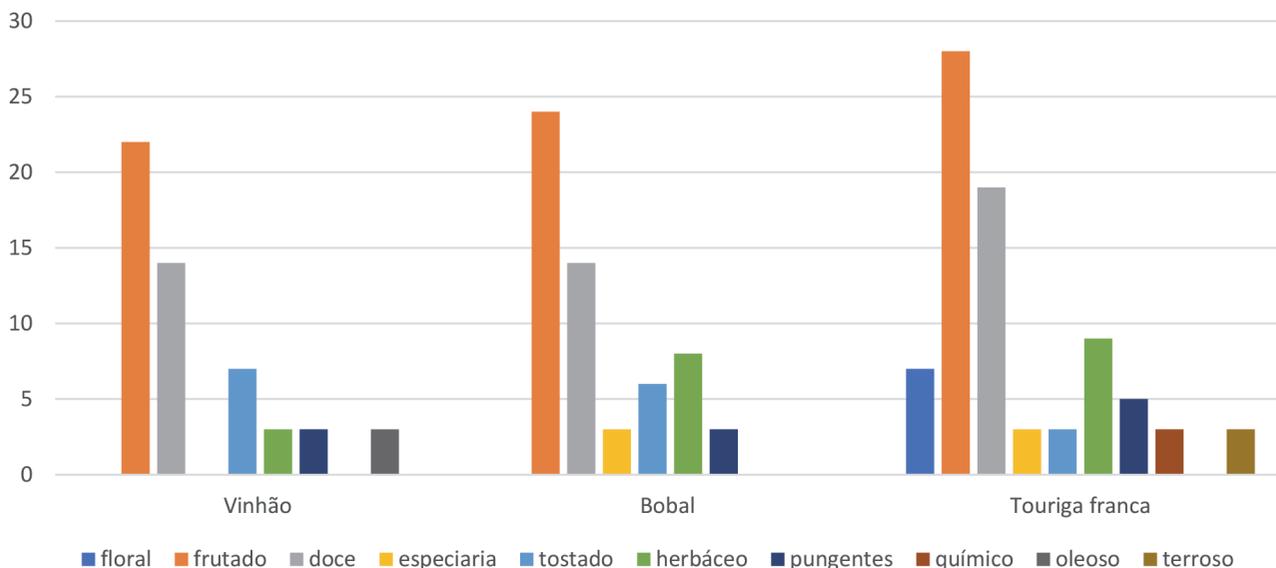
- Análise das garrafas: dimensões, volume, pesquisa de defeitos
- Análise das rolhas: parâmetros físicos, mecânicos, sensoriais, químicos e de cromatografia
- Peritagem sobre defeitos
- Auditoria in situ
- Controlos ambientais

A SUA  
REFERÊNCIA  
PARA O  
ENGARRAFAMENTO

Fale conosco:  
T. +351 227 455 691  
E-mail: geral@cevaqoe.pt

Morada:  
Rua dos Eucaliptos, nº9  
4535-311 Paços de Brandão Portugal

[www.cevaqoe.pt](http://www.cevaqoe.pt)



**Figura 8** – Somatório das frequências de detecção de compostos, distribuídos por diferentes classes de aromas, em três vinhos monovarietais (adaptado de Agostinelli, 2022).

ambiente, ao nível do desenvolvimento vegetativo, fisiologia, fenologia, produção e também nas características qualitativas dos vinhos das castas melhor adaptadas. Face ao grande volume de dados, optámos por apresentar alguns exemplos para castas brancas e tintas. Salientamos que grande parte dos resultados obtidos podem ser consultados na página *web* do projeto. Muitos destes resultados continuam a ser objeto de estudo aprofundado no âmbito de vários trabalhos académicos em curso (trabalho final de licenciatura, tese de mestrado e 3 teses de doutoramento). 🌐

### Financiamento



WineClimAdapt – Seleção e Valorização das castas melhor adaptadas a cenários de alterações climáticas, Grupo Operacional PDR2020-101-031010



### Referências

Agostinelli, F. (2022). *Characterization of the aroma of monovarietal red wines produced from varieties more*

*adapted to abiotic stress. Master's Degree Dissertation in Viticulture and Oenology Engineering*, 105p, Instituto Superior de Agronomia (Universidade de Lisboa) e Faculdade de Ciências (Universidade do Porto).

Lopes, J.; Eiras-Dias, J.; Abreu, F.; Clímaco, P.; Cunha, J.P.; Silvestre, J. (2008). Exigências térmicas, duração e precocidade de estados fenológicos de castas da colecção ampelográfica nacional. *Ciência Téc. Vitiv.*, **23**(1):61–71.

Martins, P.; Caldeira, I.; Baoshan, S.; Damásio, M.; Egipito, R.; Silvestre, J. (2022) *Anthocyanin composition and sensory properties of wines from Portuguese and international varieties cultivated in a hot and dry region of Portugal*. Resumo da comunicação sobre a forma de poster apresentado ao congresso *In Vino Analytica Scientia*, 3 a 7 de julho, Alemanha.

Roque, R. (2022). *Avaliação comparativa do aroma de vinhos brancos monovarietais produzidos de castas melhor adaptadas a cenários de alterações climáticas. Relatório de estágio de licenciatura em Biotecnologia Alimentar*, 57p, Escola Superior Agrária (Instituto Politécnico de Castelo Branco).

Silvestre, J.; Damásio, M.; Egipito, R.; Cunha, J.; Brazão, J.; Eiras-Dias, J.; Flores, R.; Rodrigues, A.; Donno, P.; Böhm, J. (2018). Tolerância ao escaldão na vinha: uma variável a considerar num contexto de alterações climáticas. *Enovitis*, outubro/novembro/dezembro, 14–20.