

## INFLUÊNCIA DA ORIGEM DA MADEIRA DE CARVALHO NO ENVELHECIMENTO DE VINHOS TINTOS

### THE EFFECT OF OAK WOOD SOURCE IN RED WINES AGEING

Maria Cristina Clímaco e Diogo Cancellada d'Abreu

INRB, INIA-Dois Portos, ex-Estação Vitivinícola Nacional. Quinta d'Almoíña, 2565-191 Dois Portos.  
E-mail: [evn.meclimaco@mail.net4b.pt](mailto:evn.meclimaco@mail.net4b.pt)

(Manuscrito recebido em 24.11.08 . Aceite para publicação em 12.12.08)

#### RESUMO

Este trabalho avalia as incidências nas características de vinhos tintos, do estágio em quartolas de madeira de carvalho de espécies oriundas de florestas portuguesas e de florestas da Pensylvania.

O ensaio tecnológico consistiu no estágio de vinhos tintos em 4 quartolas de madeira de carvalho português e 4 quartolas de madeira de carvalho americano nas Adegas Cooperativas de Carvoeira e de Benfica do Ribatejo. Os vinhos testemunha estagiaram em garrafas de 0,75 dm<sup>3</sup>. Todas as quartolas foram fornecidas pela mesma tanoaria com nível de queima médio.

Na apreciação dos efeitos do estágio em quartolas de madeira de carvalho de espécies distintas nas características dos vinhos procedeu-se à determinação de parâmetros de análise geral e de cor, da composição volátil e foram avaliadas as características sensoriais dos vinhos. Efectuou-se a análise de variância a dois factores, espécie de madeira de carvalho e vinho, para a generalidade dos parâmetros analisados.

Os resultados obtidos mostram que os factores vinho e espécie de madeira de carvalho são importantes na definição da cor e da transparência dos vinhos e contribuem para alterações na sua composição volátil. De salientar que os vinhos testemunha se diferenciam dos vinhos envelhecidos em madeira de carvalho pela existência, exclusivamente, nestes últimos vinhos dos isómeros *cis* e *trans* de  $\beta$ -metil- $\alpha$ -octalactona. O teor no isómero *cis* desta octalactona permite diferenciar os vinhos estagiados em quartolas de madeira de carvalho português e de carvalho americano.

#### SUMMARY

This work evaluates the incidences in red wines characteristics, of ageing in oak wood barrels of species from Portuguese forests and from Pennsylvania forests.

The technological assay consisted of red wine ageing in 4 barrels of Portuguese oak wood and 4 barrels of American oak wood in two Cooperative Cellars: Carvoeira and Benfica do Ribatejo. The control wine had ageing in bottles of 0.75 dm<sup>3</sup>. All barrels had been supplied by the same cooperage with medium toast level.

In the appreciation of the effect in red wines characteristics of ageing in barrels of oak wood of distinct species it was done the determination from general analysis and colour parameters and of the volatile composition of the wines. The sensorial characteristics of the wines had been evaluated. The variance analysis to the factors, species of oak wood and wine, was carrying out for the generality of the analysed parameters. The results show that the factors wine and species of oak wood are important in the definition of the colour and the transparency of the wines and contribute for alterations in their volatile composition. To point out that the control wine differentiates of the wines aged in oak wood for the existence, exclusively, in these last wines of the *cis* and *trans* isomers of  $\beta$ -metil- $\alpha$ -octalactone. The content in the *cis* isomer of this octalactone allows differentiating the wines aged in Portuguese oak wood barrels from those aged in American oak wood barrels.

**Palavras-chave:** vinhos tintos; envelhecimento, madeira de carvalho português, madeira de carvalho americano.

**Key-words:** red wines; ageing, Portuguese oak wood, American oak wood.

#### INTRODUÇÃO

As vasilhas de madeira têm sido usados ao longo de mais de 2000 anos com o intuito de transportar e conservar o vinho. Os romanos aperceberam-se de inúmeros benefícios para o vinho aquando da sua conservação em madeira.

Actualmente a produção de vinho tinto de qualidade associa-se tradicionalmente à existência de características de envelhecimento em vasilhas de madeira (Clímaco *et al.*, 2004).

No fabrico das quartolas utilizadas para envelhecimento de vinhos tintos, a madeira mais utilizada é a madeira de carvalho (género *Quercus*), existindo no entanto referências à utilização de outras madeiras, nomeadamente à madeira de castanheiro (Clímaco *et*

*al.*, 1985; Caldeira, 2004).

Os maiores fornecedores mundiais de madeira de carvalho para o fabrico de vasilhas de madeira são os Estados Unidos da América e a França.

As espécies de carvalho dominantes em França são: *Quercus robur*, predominante nas florestas de Limousin e *Quercus petraea*, predominante nas florestas de Allier. Estas duas espécies são as mais utilizadas pela tanoaria em geral. Nos Estados Unidos da América a espécie mais representativa e também com grande utilização em tanoaria é *Quercus alba* (Mosedale *et al.*, 1999).

Embora a floresta de carvalho em Portugal seja muito pequena é possível encontrar várias espécies autóctones, sendo mais difundida *Quercus pyrenaica*

(Carvalho, 1998).

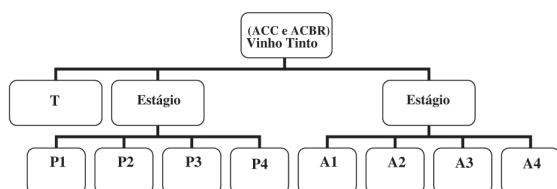
Com este trabalho pretende-se avaliar as incidências do estágio de vinhos tintos em quartolas de madeira de carvalho, de espécies oriundas de florestas portuguesas e de florestas da Pensylvania, nas características de vinhos tintos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Ensaio Tecnológico

O ensaio tecnológico realizou-se de forma análoga e simultânea, com vinhos da colheita de 2003, na Adega Cooperativa de Carvoeira (**ACC**) e na Adega Cooperativa de Benfica do Ribatejo (**ACBR**). O vinho da **ACC** foi elaborado com uvas sãs e maduras das castas Aragonês e Alicante Bouschet, enquanto que o vinho da **ACBR** foi proveniente de um lote de castas indiferenciadas.

O ensaio tecnológico, cujo esquema geral se apresenta na Fig. 1, consistiu no envelhecimento em 4



**Fig. 1** – Esquema do ensaio tecnológico (**T** – Vinho testemunha em garrafa de 0,75 L; **P** – Vinho com estágio em quartola de madeira de carvalho português; **A** – Vinho com estágio em quartola de madeira de carvalho americano)

*Technological assay scheme (T - Control wine in 0.75 dm<sup>3</sup> bottle; P - Wine with ageing in Portuguese oak wood barrels; A - Wine with ageing in American oak wood barrels)*

quartolas de madeira de carvalho de carvalho português (**P**) e 4 quartolas de madeira de carvalho americano (**A**) dos vinhos **ACC** e **ACBR**. A montagem deste ensaio tecnológico, incluindo o engarrafamento do vinho testemunha (**T**), foi efectuada após conclusão da fermentação maloláctica e estabilização do respectivo vinho.

A madeira de carvalho americano, proveniente das florestas da Pensylvania, pertence ao grupo dos carvalhos brancos americanos e com grande probabilidade à espécie *Quercus alba*, enquanto que a madeira de carvalho português, não se conhece exactamente a floresta de que é originária, mas segundo Carvalho (1998), a generalidade da floresta de carvalho em Portugal pertence à espécie *Quercus pyrenaica* ou seus híbridos.

As quartolas de ambas as madeiras de carvalho, com 300 dm<sup>3</sup> de capacidade, foram fornecidas pela mesma tanoaria. As quartolas foram fabricadas com pranchas de madeira de carvalho com secagem natural efectuada no parque de secagem da tanoaria e no seu fabrico foi utilizado o nível de queima média.

Deve referir-se ainda que o estágio dos vinhos nas quartolas se processou durante 5 meses na **ACC** e

durante 2 meses e meio na **ACBR**. Após o estágio, os vinhos de cada instituição foram engarrafados e armazenados em cave, até à realização das determinações analíticas e da análise sensorial. Assim, o ensaio tecnológico é constituído por 18 amostras de vinho (2 vinhos **T**, 8 vinhos **P** e 8 vinhos **A**).

### Análise de parâmetros da cor

Os polifenóis totais foram determinados pelo método do índice de polifenóis totais (IPT), descrito para vinhos por Ribéreau-Gayon (1970). A análise das características cromáticas foi realizada segundo o método espectrofotométrico CIELab 76 (Bakker *et al.*, 1986; Ribeiro, 1993).

### Análise de constituintes voláteis

Partindo de duas alíquotas de 50 cm<sup>3</sup> de cada amostra de vinho, procedeu-se à extracção dos compostos voláteis livres, de acordo com o método de extracção líquido-líquido por ultrassonificação, descrito por Cocito *et al.* (1995), com as modificações introduzidas por Ribeiro-Corrêa (1996). A identificação e o doseamento dos compostos voláteis foram realizados, respectivamente, por cromatografia gás-líquido de alta resolução-espectrometria de massa (CGLAR-EM) e por cromatografia gás-líquido de alta resolução (CGLAR).

A quantificação relativa de todos os compostos voláteis doseados foi efectuada pelo método do padrão interno.

### Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por um painel constituído em média por 7 provadores do Serviço de Prova Organoléptica da EVN, de acordo com uma ficha de prova constituída por descritores adequados a vinhos tintos com envelhecimento.

Em cada sessão de prova foram apresentados cinco vinhos da mesma instituição, sendo um a respectiva testemunha, de acordo com um delineamento que elimina o efeito da ordem e da posição de prova. Os provadores não tiveram acesso prévio a qualquer tipo de informação sobre os vinhos, tendo cada descritor sido avaliado através de uma intensidade definida numa escala de 0 (não perceptível) a 5 (fortemente perceptível). Complementarmente, foi atribuída uma pontuação à qualidade global dos vinhos, traduzida por uma apreciação geral, numa escala estruturada de 0 a 20.

### Análise estatística

Os dados referentes às variações das concentrações dos constituintes do aroma foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) a dois factores, com um nível de significância de 95%, utilizando o programa *STATISTICA' 98 Edition*. Nos casos em que a análise de variância revelou efeitos significativos, a comparação das médias foi realizada com base no

teste da mínima diferença significativa (LSD).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeitos da espécie de madeira de carvalho nos parâmetros da cor dos vinhos.

Apresenta-se no Quadro I os resultados da análise de variância dos efeitos dos factores, espécie de madeira de carvalho e vinho em relação ao índice de polifenóis totais (IPT) e às características cromáticas (L\*, a\* e b\*).

Da observação do Quadro I constata-se que ambos

para uma menor transparência e valores mais elevados no parâmetro definidor dos tons avermelhados. Nos vinhos **ACBR** observa-se valores mais elevados no parâmetro b\*, indiciando uma maior evolução destes vinhos.

### Efeitos da espécie de madeira de carvalho das quartolas na composição volátil dos vinhos

O Quadro II apresenta os resultados da análise de variância relativos ao efeito dos factores espécie de madeira e vinho, nos teores dos constituintes voláteis dos vinhos.

QUADRO I

Efeitos do factor espécie de madeira de carvalho e do factor vinho no índice de polifenóis totais e nas características cromáticas  
*Effects of oak wood species and wine factors on colour parameters*

Parâmetro	Efeito	Espécie			Efeito	Vinho	
		T	P	A		ACBR	ACC
IPT	***	55,64b	56,56c	54,74a	***	45,21a	66,08b
L*	***	59,06b	58,46b	57,62a	***	65,40b	51,36a
a*	***	37,60a	37,90a	38,57b	***	31,97a	44,07b
b*	*	12,61a	13,34b	13,24b	***	14,73b	11,39a

\*- significativo ( $\alpha < 0.05$ ); \*\*- muito significativo ( $\alpha < 0.01$ ); \*\*\*- altamente significativo ( $\alpha < 0.001$ ); valores médios seguidos da mesma letra, na mesma linha não são significativamente diferentes (LSD, 5%)

os factores espécie e vinho são altamente significativos nos valores do índice de polifenóis totais (IPT). Deve salientar-se que, no que se refere ao factor espécie de madeira, os vinhos estagiados em quartolas de carvalho português apresentam os teores médios mais elevados e os estagiados em carvalho americano os mais baixos.

No que se refere às características cromáticas verifica-se que nos parâmetros L\* (luminosidade) e a\* (tons avermelhados) existe um efeito altamente significativo quer do factor espécie quer do factor vinho.

Para o factor espécie observando os valores de L\*, verifica-se que os vinhos **A** apresentam valores médios inferiores aos vinhos **T** e **P**. Relativamente ao parâmetro a\* observa-se uma distinção entre os vinhos **A** e os vinhos **T** e **P**, tendo os vinhos **A** valores médios superiores. No parâmetro b\* (tons amarelados) as diferenças não são tão significativas, verifica-se que os vinhos **T** têm valores médios ligeiramente inferiores aos vinhos **P** e **A**, cujas diferenças não são significativas. Resultados semelhantes foram obtidos por Clímaco *et al.* (2004) ao compararem vinhos testemunha com vinhos envelhecidos em quartolas de madeira de carvalho português.

Quanto ao factor vinho, os vinhos **ACC** têm valores médios bastante inferiores no parâmetro L\* e superiores no parâmetro a\*. Considera-se portanto, que nestes vinhos a casta Alicante Bouschet contribuiu

Da análise do Quadro II pode considerar-se que o factor vinho se sobrepõe ao factor espécie. Efectivamente os efeitos do factor vinho nos teores dos diversos compostos voláteis doseados são quase todos altamente significativos, enquanto que para o factor espécie apenas são significativos 15 dos 51 constituintes voláteis determinados. O factor vinho não só tem influência nos teores dos compostos voláteis intrínsecos do vinho, como também influencia os teores de compostos voláteis comuns ao vinho e à madeira, nomeadamente: furfural; ácido butanóico; álcool furfurílico; ácido hexanóico; álcool benzílico; 4-etil-guaiacol; 4-etil-fenol; acetovanilona e vanilato de etilo.

Quanto ao factor espécie existem diferenças significativas entre os vinhos **T** e os vinhos **P** e **A** que permitem diferenciar os vinhos **T** dos vinhos **P** e **A**. Essas diferenças verificam-se nos teores de alguns compostos comuns ao vinho e à madeira, nomeadamente, furfural, ácido butanóico e álcool benzílico e, fundamentalmente, nos teores do isómero *cis* da  $\alpha$ -metil- $\alpha$ -octalactona, que apenas existe nos vinhos estagiados em quartolas de madeira de carvalho (vinhos **P** e **A**), conforme já foi referido por Kepner *et al.* (1972), Dubois e Dekimpe (1982), Clímaco (1987), Clímaco *et al.* (1988 e 2004), Masson *et al.* (1995), Clímaco e Borralho (1996) e Spillman *et al.* (2004).

No Quadro II observa-se ainda que os vinhos **A** têm

QUADRO II

Efeito dos factores espécie de madeira de carvalho e vinho nos valores médios dos teores (mg de padrão interno.dm<sup>-3</sup>) dos constituintes voláteis

*Effects of oak wood species and wine factors on the content average values (mg of internal standard.dm<sup>-3</sup>) of volatile compounds*

Composto	Efeito	Espécie			Efeito	Vinho	
		T	P	A		ACBR	ACC
acetato de isoamilo <sup>1</sup>	n.s.	0,44a	0,41a	0,47a	n.s.	0,43a	0,44a
1-butanol <sup>2</sup>	n.s.	0,89a	0,91a	0,88a	***	1,07b	0,71a
álcool isoamílico <sup>2</sup>	n.s.	297,15a	299,89a	298,77a	***	278,29a	318,93b
hexanoato de etilo <sup>1</sup>	n.s.	0,33a	0,32a	0,33a	***	0,35b	0,29a
n.i.(1) <sup>2</sup>	n.s.	0,00a	0,15a	0,05a	*	0,02a	0,12a
4-metil-1-pentanol <sup>2</sup>	n.s.	0,21a	0,22a	0,22a	***	0,16a	0,27b
3-metil-1-pentanol <sup>2</sup>	n.s.	0,17a	0,15a	0,19a	*	0,22b	0,13a
lactato de etilo <sup>1</sup>	n.s.	176,65a	181,33a	184,74a	***	157,72a	204,09b
1-hexanol <sup>1</sup>	n.s.	2,31a	2,30a	2,34a	***	1,85a	2,77b
cis-3-hexenol <sup>1</sup>	n.s.	0,20a	0,19a	0,20a	***	0,11a	0,29b
octanoato de etilo <sup>1</sup>	n.s.	0,75a	0,71a	0,73a	***	0,79b	0,66a
ácido acético <sup>2</sup>	n.s.	14,29a	16,36ab	17,92b	n.s.	15,23a	17,15a
furfural <sup>1</sup>	*	0,11a	0,31b	0,38b	***	0,53b	0,00a
3-hidroxi-butanoato de etilo <sup>1</sup>	**	0,36a	0,37a	0,39b	***	0,35a	0,39b
2,3-butanodiol <sup>2</sup>	n.s.	13,93a	15,03a	16,39a	n.s.	14,82a	15,43a
5-metil-2-furfural <sup>1</sup>	n.s.	0,000a	0,09ab	0,12b	***	0,12b	0,02a
ácido isobutanóico <sup>1</sup>	n.s.	2,63a	2,65a	2,70a	***	1,88a	3,43b
γ-butirolactona <sup>1</sup>	n.s.	27,75a	28,75ab	29,85b	n.s.	28,37a	29,20a
ácido butanóico <sup>2</sup>	*	0,29a	0,39b	0,40b	***	0,46b	0,26a
succinato de dimetilo <sup>2</sup>	*	0,14a	0,17ab	0,19b	***	0,22b	0,12a
decanoato de etilo <sup>1</sup>	n.s.	0,40a	0,37a	0,36a	***	0,00a	0,75b
álcool furfúrico <sup>2</sup>	n.s.	0,12a	0,69a	0,29a	**	0,12a	0,62b
ácido 3-metil-butanóico <sup>1</sup>	*	1,72a	1,86b	1,94b	**	1,51a	2,17b
succinato de dietilo <sup>1</sup>	n.s.	16,02a	16,24a	16,52a	***	12,88a	19,64b
3-metil-tio-1-propanol <sup>1</sup>	n.s.	3,41a	3,53a	3,60a	***	2,78a	4,24b
acetato-2-fenil-etilo <sup>1</sup>	***	0,00a	0,00a	0,64b	***	0,43b	0,00a
4-hidroxi-butanoato de etilo <sup>2</sup>	***	1,44a	1,72b	1,80b	*	1,65b	1,64a
ácido hexanóico <sup>1</sup>	n.s.	1,45a	1,40a	1,43a	***	1,58b	1,27a
álcool benzílico <sup>1</sup>	*	0,63a	0,73b	0,71b	***	0,85b	0,52a
2-fenil-etanol <sup>2</sup>	n.s.	79,59a	80,37a	82,01a	***	68,78a	92,53b
cis-β-metil-γ-octalactona <sup>1</sup>	**	0,00a	0,12b	0,18c	**	0,07a	0,14b
4-metil-guaiacol <sup>1</sup>	n.s.	0,00a	0,03b	0,00a	n.s.	0,00a	0,02a
ácido 2-furano carboxílico <sup>2</sup>	n.s.	0,47a	0,48a	0,47a	***	0,64b	0,32a
4-etil-guaiacol <sup>1</sup>	n.s.	0,15a	0,15a	0,13a	***	0,21b	0,07a
malato de dietilo <sup>1</sup>	*	2,54a	2,85b	2,88b	***	3,78b	1,73a
ácido octanóico <sup>1</sup>	n.s.	1,45a	1,40a	1,44a	***	1,63b	1,23a
4-propil-guaiacol <sup>1</sup>	n.s.	0,00a	0,01b	0,00a	n.s.	0,01a	0,01a
eugenol <sup>1</sup>	n.s.	0,00a	0,00a	0,07a	n.s.	0,04b	0,00a
n.i.(2) <sup>2</sup>	***	1,17a	1,43b	1,21a	***	1,13a	1,41b
4-etil-fenol <sup>1</sup>	n.s.	0,37a	0,53a	0,45a	***	0,12a	0,78b
siringol <sup>1</sup>	n.s.	0,36a	0,31a	0,32a	*	0,37b	0,29a
3-fenil-oxi-propionato de etilo <sup>2</sup>	n.s.	0,42a	0,33a	0,40a	***	0,48b	0,28a
tartarato de dietilo <sup>1</sup>	n.s.	0,89a	0,77a	0,84a	**	0,45a	1,23b
aminoacetil piperazina <sup>2</sup>	n.s.	0,58a	0,55a	0,53a	n.s.	0,58a	0,51a
monosuccinato de etilo <sup>2</sup>	n.s.	87,29a	77,27a	90,87a	n.s.	76,93a	93,36a
5-hidroximetil-furfural <sup>1</sup>	***	0,00a	0,05b	0,00a	***	0,03b	0,00a
4-alil-siringol <sup>1</sup>	n.s.	0,00a	0,03a	0,21a	n.s.	0,00a	0,16a
vanilina <sup>1</sup>	n.s.	0,37a	0,37a	0,38a	n.s.	0,37b	0,38a
vanilato de metilo <sup>1</sup>	***	0,00a	0,00a	0,21b	***	0,14b	0,00a
acetovanilona <sup>1</sup>	*	0,17ab	0,28b	0,16a	**	0,26b	0,15a
vanilato de etilo <sup>2</sup>	***	0,39b	0,20a	0,38b	***	0,32a	0,32a

\*- significativo (á<0.05); \*\*- muito significativo (á<0.01); \*\*\*- altamente significativo (á<0.001); n.s.- não significativo; valores médios seguidos da mesma letra, na mesma linha não são significativamente diferentes (LSD, 5%); 1- teor em mg.dm<sup>-3</sup>; 2- teor em mg de 2-octanol.dm<sup>-3</sup>; n.i.- composto não identificado

teores superiores de *cis*- $\hat{\alpha}$ -metil- $\hat{\alpha}$ -octalactona e que os vinhos **ACC** têm teores superiores deste constituinte aos vinhos **ACBR**. Estes resultados estão de acordo, respectivamente, com o que tem sido estudado sobre as características destas duas espécies de madeira de carvalho e com os tempos de estágio dos vinhos nas quartolas.

Os valores médios dos teores de *cis*- $\hat{\alpha}$ -metil- $\hat{\alpha}$ -octalactona são significativamente inferiores nos vinhos **P**, tendo Caldeira *et al.* (2006) observado resultados análogos no estudo do envelhecimento de aguardentes.

#### Efeitos da espécie de madeira de carvalho das quartolas nas características sensoriais dos vinhos

No Quadro III apresentam-se os resultados da análise

mas frutado e herbáceo, relativamente às modalidades **P** e **A**, o que está de acordo com os resultados obtidos por Borralho (1994), Clímaco *et al.* (2004 e 2005) e Machado (2005).

No que respeita ao aroma a madeira, os vinhos **T** distinguem-se bem dos vinhos **P** e **A** que têm aroma característico de envelhecimento em madeira, verificando-se que os vinhos **P** apresentam maior pontuação que os vinhos **A**.

O aroma a madeira tem sido associado por diversos autores (Kepner *et al.*, 1972; Clímaco, 1987; Sauvageot e Feullat, 1999) aos teores em  $\hat{\alpha}$ -metil- $\hat{\alpha}$ -octalactona. Os resultados obtidos na análise sensorial não estão de acordo com o referido por esses autores, isto é, não existe uma correlação positiva entre os teores em  $\hat{\alpha}$ -metil- $\hat{\alpha}$ -octalactona, que são

### QUADRO III

Efeitos do factor espécie de madeira de carvalho e do factor vinho nos parâmetros sensoriais  
*Effects of oak wood species and wine factors on the sensorial parameters*

Características sensoriais	Efeito	Espécie			Efeito	Vinho	
		T	P	A		ACBR	ACC
<b>VISUAL</b>							
Intensidade de cor	n.s.	3,41a	3,52a	3,49a	***	3,07a	3,87b
Evolução de cor	n.s.	2,38a	2,37a	2,37a	***	2,69b	2,06a
<b>AROMA</b>							
Frutado	*	1,44b	0,96a	1,06a	*	1,03a	1,28b
Frutos Secos	n.s.	0,77a	1,17a	1,27a	n.s.	1,09a	1,05a
Especiarias	n.s.	0,09a	0,47a	0,31a	n.s.	0,34a	0,24a
Madeira	***	0,14a	1,75c	1,27b	n.s.	1,14a	0,97a
Animal	n.s.	0,00a	0,05a	0,04a	n.s.	0,01a	0,04a
Resina	n.s.	0,09a	0,06a	0,05a	n.s.	0,08a	0,06a
Fumo/Queimado	n.s.	0,44a	0,91a	0,85a	n.s.	0,76a	0,70a
Herbáceo	*	0,46b	0,04a	0,17ab	n.s.	0,29a	0,15a
Mofo/Bafio	n.s.						
		0,10a	0,08a	0,12a	n.s.	0,03a	0,17a
Qualidade do aroma	n.s.	2,99a	3,15a	3,21a	n.s.	3,15a	3,08a
Intensidade do aroma	n.s.	2,62a	3,02b	2,95ab	n.s.	2,95a	2,77a
Evolução do aroma	n.s.	2,48a	2,66a	2,57a	**	2,69b	2,45a
<b>SABOR</b>							
Acidez	n.s.	2,21a	2,28a	2,28a	***	1,92a	2,60b
Adstringência	n.s.	2,63a	2,84a	2,78a	***	2,35a	3,16b
Amargor	n.s.	0,33a	0,41a	0,28a	n.s.	0,31a	0,37a
Corpo	n.s.	2,95a	3,04a	3,08a	*	2,89a	3,15b
Evolução do sabor	n.s.	2,23a	2,43a	2,36a	***	2,62b	2,06a
Qualidade do sabor	n.s.	2,75a	2,93ab	3,02b	n.s.	2,93a	2,88a
Persistência	n.s.	2,88a	3,01a	3,00a	n.s.	2,87a	3,05b
<b>QUALIDADE GLOBAL</b>	n.s.	12,33a	12,72a	12,90a	**	12,99b	12,31a

\*- significativo ( $\hat{\alpha}<0.05$ ); \*\*- muito significativo ( $\hat{\alpha}<0.01$ ); \*\*\*- altamente significativo ( $\hat{\alpha}<0.001$ ); os valores médios com a mesma letra, na mesma linha não são significativamente diferentes (LSD, 5%)

se de variância aos resultados nos diversos parâmetros da análise sensorial.

Pela observação do Quadro III constata-se que o factor espécie de madeira apresenta um efeito altamente significativo no parâmetro aroma a madeira, enquanto que o factor vinho é altamente significativo nos parâmetros visuais e de sabor, nomeadamente, acidez, adstringência e evolução do sabor.

No factor espécie, verifica-se que os vinhos **T** apresentam notações significativamente maiores nos aro-

superiores nos vinhos **A** e as notações no descritor aroma a madeira.

Quanto ao descritor aroma a fumo/queimado, não se observaram diferenças significativas entre os vinhos, embora se observe um ligeiro aumento deste descritor nos vinhos **P** e **A**, como seria expectável dado as quartolas de carvalho português e da carvalho americano terem o mesmo nível de queima.

Por fim, na qualidade global, não se verifica uma distinção significativa entre os vinhos, tendo os vinhos



**T** recebido uma pontuação ligeiramente inferior aos vinhos **P** e **A**. Ao compararem vinhos testemunha com vinhos envelhecidos em quartolas de madeira de carvalho português, Clímaco *et al.* (1997; 2004 e 2005) obtiveram resultados análogos.

No que diz respeito ao factor vinho, verifica-se que os vinhos **ACC** apresentam valores mais elevados para a intensidade de cor e menos elevados para a evolução de cor, estando de acordo com os resultados analíticos obtidos nos parâmetros da cor.

Nos parâmetros de sabor o vinho **ACBR** foi pontuado com valores médios de acidez e de adstringência mais baixos do que os vinhos **ACC**, sendo portanto uns vinhos mais equilibrados e macios. Embora a diferença não seja muito significativa, o vinho **ACC** apresenta-se mais encorpado.

Quanto à evolução do sabor o vinho **ACBR** apresenta uma pontuação significativamente maior.

Em concordância com os resultados nos diferentes parâmetros da análise sensorial os vinhos **ACBR** são significativamente superiores aos **ACC** em qualidade global.

Considera-se que os resultados da prova sensorial ilustram bem as diferenças observadas entre os vinhos **ACC** e **ACBR**, diferenças essas que se vão sobrepor às diferenças induzidas pelo factor espécie de madeira de carvalho das quartolas utilizadas no envelhecimento dos vinhos.

## CONCLUSÕES

Verificou-se que as diferenças entre os vinhos testemunha e os estagiados em quartolas de madeira de carvalho português e americano são maiores do que entre os vinhos estagiados nas quartolas das duas espécies de carvalho.

Observaram-se diferenças significativas nos efeitos dos factores espécie de madeira de carvalho e vinho sobre os parâmetros da cor dos vinhos. Salienta-se que os vinhos estagiados nas quartolas de carvalho americano são ligeiramente menos transparentes e têm valores mais elevados no parâmetro definidor dos tons avermelhados.

No que se refere ao factor vinho constatou-se que os vinhos **ACC** são vinhos com um teor mais elevado em compostos fenólicos, menos transparentes e com predomínio dos tons avermelhados.

Os resultados obtidos sobre os efeitos na composição volátil dos vinhos demonstram que os factores espécie de madeira de carvalho e vinho contribuem para alterações nos teores de diversos compostos voláteis.

Confirmou-se que os vinhos testemunha se diferenciam dos vinhos envelhecidos em madeira de carvalho pela existência, exclusivamente, nestes últimos vinhos de  $\alpha$ -metil- $\beta$ -octalactona. O teor no isómero

*cis* desta octalactona permite diferenciar os vinhos estagiados nas quartolas de madeira de carvalho português e de carvalho americano.

Conclui-se que a contribuição do factor vinho para a variação dos teores dos compostos voláteis do vinho é superior à do factor espécie de madeira de carvalho.

No que se refere à análise sensorial conclui-se que os vinhos envelhecidos em quartolas apresentam aroma a madeira, verificando-se que os vinhos estagiados em quartolas de madeira de carvalho português apresentam notações mais elevadas neste descritor do que os estagiados em quartolas de madeira de carvalho americano.

Os vinhos testemunha são associados a características típicas de vinhos novos, com aromas a frutado e herbáceo.

O factor vinho parece ser mais importante para a definição dos parâmetros visuais e de sabor do vinho, contribuindo também para a qualidade global do vinho.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento da Medida 8, Acção 8.1 do Programa AGRO (Projecto nº 90 – Efeitos das tecnologias de utilização de madeiras no envelhecimento de vinhos tintos).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker J., Bridle P., Timberlake C.F., 1986. Tristimulus measurements (CIELab 76) of port wine colour. *Vitis*, **25**, 67-78.
- Borrallho A., 1994. *Estudo de substâncias provenientes da madeira no envelhecimento de vinhos tintos. Suas incidências na qualidade*. 60 p. Relatório final de curso de Engenharia Agro-Industrial. ISA-UTL. Lisboa.
- Caldeira I. M. J., 2004. *O aroma de aguardentes vnicas envelhecidas em madeira. Importância da tecnologia de tanoaria*. Doutoramento em Engenharia Agro-Industrial. ISA-UTL. Lisboa
- Caldeira I., Clímaco M. C., Sousa B. R., Belchior A. P., 2006. Volatile composition of oak and chestnut woods used in brandy ageing. Modification induced by heat treatment. *Journal of Food Engineering*, **76**, 202-211.
- Carvalho A., 1998. Identificação anatómica e caracterização física e mecânica das madeiras utilizadas no fabrico de quartolas para produção de aguardentes velhas de qualidade – Denominação Lourinhã. *Ciência e Téc. Vitiv.*, **13** (1-2), 71-105.
- Clímaco M. C., 1987. *Efeitos do envelhecimento na composição aromática e na qualidade de vinhos tintos*. 147 p. INIA-EVN, Dois Portos.
- Clímaco M. C., Avelar M. L., Eiriz N., Caldeira I., Rodrigues J., Miguel V, Sardinha J., 2004. Fragmentos de madeira de carvalho versus quartolas no envelhecimento de vinhos tintos. *VI Simpósio de Viticultura do Alentejo*, **2**, 148-155.
- Clímaco M.C., Belchior A.P., Spranger-Garcia M.I., 1985. Contribuição para o estudo do envelhecimento do vinho tinto em madeiras de carvalho e de castanho. *Ciência e Téc. Vitiv.*, **4**, 57-68.

- Clímaco M.C., Belchior A.P., Vasconcelos A.M.P., Belchior, R.M., 1988. Contribuição para o estudo do aroma em vinhos tintos envelhecidos em madeira de carvalho. *Ciência e Téc. Vitiv.*, **7**, 19-31.
- Clímaco M. C., Borrvalho A., 1996. Influence des technologies d'élevage dans les transformation des composants de l'arôme des vins rouges. In : *Oenologie 95 - 5<sup>e</sup> Symposium International d'Oenologie*. 415-418. Lonvaud-Funel A. (ed.), TEC & DOC-Lavoiser, Paris.
- Clímaco M. C., Duarte F. L., 1992. Estudo comparativo de diferentes modalidades de envelhecimento de vinhos tintos: Aspectos Organolépticos. *II Simpósio de Viticultura do Alentejo*. 347-356.
- Clímaco M. C., Duarte F. L., Ribeiro-Corrêa P., 1997. Efeitos de Tecnologias de Envelhecimento em Vinhos Tintos do Dão. *O Dão em debate, 1<sup>o</sup> Congresso*.
- Clímaco M. C., Eiriz N., Avelar M. L., 2005. Avaliação à escala industrial do envelhecimento de vinhos tintos em quartolas e com adição de fragmentos de madeira de carvalho. *enovitis*, **2**, 28-31.
- Cocito C., Gaetano G., Delfini C., 1995. Rapid extraction of aroma compounds in must and wine by means of ultrasound. *Food Chemistry*, **52**, 311-320.
- Dubois P., Dekimpe J., 1982. Constituants volatils odorantes des vins de Bourgogne élevés en fûts de chêne neufs. *Rev. Franc. d'Oenol.* **88**; 51-3.
- Kepner R. E., Webb A. D., Muller C. J., 1972. Identification of 4-hidroxi-3-methyl-octanoic acid gama lactone (5-butyl-4-methyl-dihydro-2-(3H)-furane) as a volatile component of oak-wood aged wines of *Vitis Vinifera* var. Cabernet-Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* **23**, 103-5.
- Machado, T.R.G.H.C., 2005. *Efeitos do nível de utilização de quartolas de madeira na qualidade do vinho tinto*. Trabalho de fim de curso em Engenharia Alimentar. IPS-ESAS. Santarém.
- Mosedale J. R., Puech J. -L., Feuillat F. 1999. The Influence on Wine Flavor of the Oak Species and Natural Variation of Heartwood Components. *Inter. Symp. On Oak in Winemaking / Am. J. Enol. Vitic.*, **50** (4), 503-512.
- Ribeiro M., 1993. Colorimétrie CIELab appliqué au vin de Porto. *Feuillet Vert O.I.V.*, **934**,1-14.
- Ribeiro-Corrêa P., 1996. *Influência de tecnologias de acabamento no aroma de vinhos brancos*. Mestrado em Viticultura & Enologia. 201 p. UTL / UP. Lisboa.
- Sauvageot F., Feuillat F., 1999. The influence of oak wood (*Quercus robur* and *Quercus petraea* Liebl.) on the flavor of Burgundy Pinot Noir. A examination of variation among individual trees. *Am. J. Enol. Vitic.*, **50**, 447-455.
- Spillman P. J., Sefton M. A., Gawel R., 2004. The effect of oak wood source, location of seasoning and coopering on the composition of volatile compounds in oak-matured wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **10**, 216-226.