



Quantificação e identificação dos fenómenos de transferência de oxigénio através das barricas

Yang Qiu¹, Soizic Lacampagne¹, Marie Mirabel²,
Martine Mietton-Peuchot¹, Rémy Ghidossi¹

¹ Université de Bordeaux/ISW/Unité de recherche CEnologie EA 4577/USC 1366/Inra/Bordeaux INP, 210 chemin de Leysotte, CS 50008, 33882 Villenave d'Ornon cedex, France

² Chêne & Cie, structure de R&D de la tonnellerie Taransaud, ZAC de la Garosse, 250 rue des droits de l'Homme, 33240 Saint-André-de-Cubzac, France

Devido às propriedades físicas e químicas próprias da madeira de carvalho, uma barrica é a sede de fenómenos de transferência muito complexos. Graças ao desenvolvimento de um permeâmetro gás/líquido inovador, os fluxos de oxigénio de ambos os lados da célula foram medidos e foi possível efetuar um balanço da matéria completa da barrica. No decurso deste trabalho de tese, ficou demonstrado que a transferência de oxigénio se faz essencialmente através de uma permuta nas zonas de baixa pressão e que o fenómeno da dessorção é preponderante no abastecimento total de oxigénio.

Neste estudo¹, as experiências são realizadas de acordo com o seguinte balanço da matéria: O_2 transferido através da aduela + O_2 transferido entre aduelas + O_2 transferido na interface rolha /barrica + O_2 removido do carvalho = O_2 consumido pelos compostos extraídos da madeira + O_2 consumido pelo vinho + O_2 residual.

Muitos autores já quantificaram as ingestões de oxigénio totais e estimam-nas entre 20 e 27 mg.L⁻¹.ano⁻¹, mas nenhum estudo permitia até então realizar um balanço completo da matéria^{2, 3}. Para tal, foi desenvolvido um permeâmetro inovador que permite reproduzir a transferência de oxigénio através das barricas à escala de um laboratório (figura 1).

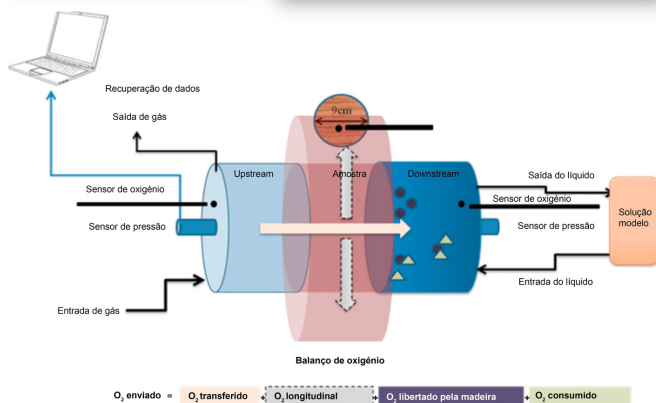
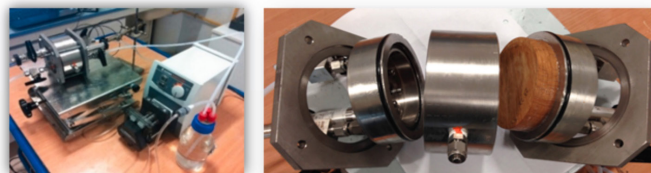


FIGURA 1. Célula experimental (fotografia e metodologia) que permite quantificar a transferência de gás através da madeira. As amostras de carvalho foram cortadas em aduelas de carvalho (não torradas e em grão fino) fornecidas pelo tanoeiro Taransaud. Tinham 9 cm de diâmetro e 2,3 cm de espessura, quer inteiros, quer cortados ao meio em dois pedaços, para reproduzir as juntas entre as aduelas.

Para reproduzir as condições de funcionamento na nossa unidade, foi necessário determinar as pressões entre as aduelas. Foram usadas bandas colorimétricas de pressão (*Prescale*) numa barrica real para avaliar os gradientes existentes no interior. Os níveis vermelhos



FIGURA 2. Metodologia para o estudo da pressão entre as aduelas. Este dispositivo foi especialmente concebido para testar a taxa de transferência de oxigénio através dos interstícios das aduelas com o permeâmetro. Um pedaço de carvalho selecionado foi cortado ao meio, sendo que as duas metades foram prensadas em conjunto no sistema de compressão.

permitem determinar as forças aplicadas entre as aduelas. Estas mesmas pressões foram reproduzidas no permeâmetro com a ajuda de duas meias aduelas e de um arco de compressão calibrado para avaliar as transferências de gás (figura 2).

Estas medidas revelaram nítidas disparidades, pois existem pressões entre as aduelas superiores a 20 bar relativamente às das peças do fundo da barrica. As pressões medidas nas peças do corpo da barrica variam de 4 bar no centro da aduela, até 14 bar na sua extremidade. A partir desta constatação, estas pressões foram reproduzidas e transferidas, medidas pela passagem de oxigénio puro através das diferentes modalidades (aduela inteira e meia aduela, sobre as quais é aplicada uma pressão parcial definida). O oxigénio puro foi retido para evitar o efeito ligado à dessorção do

gás. Na verdade, a saturação de oxigénio de um vinho em contacto com ar, é de 8,4 mg/L (a 20°C), mas de 42 mg/L com oxigénio puro, porque a pressão parcial é cinco vezes mais elevada. Desta forma, temos a certeza de que o oxigénio puro atravessa realmente a madeira quando as concentrações ultrapassam 8,4 mg/L e esta taxa não é imputável à desorção do ar. Foram aplicadas pressões de 3, 8, 14 e 24 bar e monitorizou-se a concentração de oxigénio ao longo do tempo (figura 3).

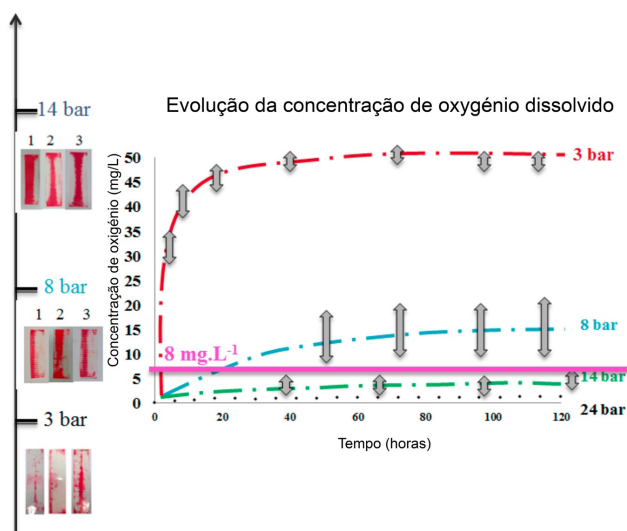


FIGURA 3. Transferência de oxigénio entre aduelas em diferentes modalidades (3, 8, 14 e 24 bar de pressão de compressão). Durante o trabalho na adega, observa-se frequentemente que os pontos de contacto mais fracos numa barrica se situam em torno do buraco da rolha e no meio das aduelas, onde estas são mais arqueadas. Pode observar-se uma pressão de 3 bar nestas zonas, embora existam pressões de 8, 14 e 20 bar principalmente ao longo de todo o comprimento de uma aduela, com 20 bar em cada extremidade.

As avaliações com o permeâmetro permitiram demonstrar que uma pressão de 24 bar aplicada ao invólucro limita a transferência do oxigénio puro entre as metades de aduelas. Uma redução da pressão aplicada a 14 bar e 8 bar facilitará a transferência do gás porque a condição de contacto não é tão boa: após 5 dias, nestas condições, a concentração do oxigénio dissolvido pode atingir 10 mg/L. Com uma pressão aplicada de 3 bar entre aduelas, a transferência de oxigénio pode atingir 40 mg/L em 5 horas. Verifica-se que a impermeabilidade das peças do fundo é assegurada por pressões elevadas (25 a 30 bar por unidade). A pressão de 3 bar corresponde à pressão entre a aduela do centro da barrica.

Foi também demonstrado durante este trabalho que as condições de contacto aduela / aduela (rugosidade da superfície) tiveram um impacto sobre os fenómenos de transferência. Na verdade, o contacto deve ser melhorado considerando este parâmetro para limitar as passagens preferenciais.

Verificou-se igualmente que a aduela em carvalho completo (com uma espessura entre 23 mm e 27 mm) é impermeável ao gás quando está em contacto com líquido. A transferência do gás não se faz, portanto, através da madeira. Esta impermeabilidade deve-se tanto à estrutura da madeira como às suas interconexões. A presença dos tilos observados na madeira⁴ limita a transferência longitudinal. As conexões restritivas são as perfurações e as pontuações que são embebidas durante o processo de envelhecimento. A madeira de carvalho torna-se, assim, impermeável, pois os fenómenos difusos são muito lentos nestas interconexões.

Assim, a permeabilidade ao ar da barrica, depende principalmente da qualidade do contacto entre aduelas (estado da superfície e pressão). Aparentemente, os pontos fracos da barrica (transferência de oxigénio principal) situam-se nas pressões mais fracas entre aduelas (3 bar). Estes pontos estão localizados no meio das aduelas de uma barrica. A longo prazo, será preferível que os tanoeiros alterem a posição dos círculos para poderem fabricar barricas de permeabilidade mais bem reguladas (pressão homogénea entre as aduelas).

A transferência de oxigénio por desorção do gás contido na madeira de carvalho é preponderante

Para quantificar todos os parâmetros da equação, determinou-se igualmente a desorção do oxigénio trazido pelas aduelas à solução em contacto. Aduelas foram utilizadas em soluções-modelo com uma relação superfície de madeira/matriz equivalente à encontrada no caso de utilização da barrica (225 L/ 2 m²). Os resultados mostram que a desorção do gás contido na madeira de carvalho representa uma parte conseqüente dos 20-27 mg.L⁻¹.ano⁻¹ que uma barrica fornece numa exploração total de um ano (entre 35 % e 50%) Este fenómeno ocorre simultaneamente com a impregnação do líquido na madeira ocorrida no primeiro mês. Esta impregnação explica-se pelo facto de o vinho penetrar nos vasos, o que o leva em poucos dias a uma profundidade de até 4 mm (fenómeno rápido de impregnação) até atingir 7 mm ao fim de um mês. Verificou-se uma forte correlação entre esta cinética de impregnação e da libertação de oxigénio. Assim, 10 mg/L são adicionados ao vinho durante o primeiro mês, o que representa uma quantidade muito importante.

No decurso deste trabalho, foi igualmente demonstrado que a transferência de gás na zona da rolha (silicone) representa apenas alguns mg/L, o que é muito pouco em relação aos dados da desorção e da transferência total. No entanto, estes valores dependem claramente do tipo de rolha e da sua utilização.

O conjunto destes resultados permite compreender melhor os fatores que influenciam o fenómeno da transferência do oxigénio durante o envelhecimento na barrica, orientar melhor os utilizadores para a utilização deste recipiente, e fornecer aos tanoeiros dados para melhorar os seus processos de fabrico. A gestão dos gases dissolvidos é primordial, e exige uma atenção especial independentemente do nível de elaboração do vinho.

São necessários novos trabalhos de investigação

Estudos complementares seriam interessantes de realizar, tais como (i) o estudo da influência do teor de álcool na cinética da impregnação da madeira e na desorção do oxigénio da madeira e (ii) estudo da influência da limpeza da barrica na desorção do oxigénio da madeira e na cinética da impregnação. ■

Extraído do artigo de investigação "Oxygen desorption and oxygen transfer through oak staves and oak stave gaps: an innovative permeameter" (OENO One, 2018).

1 QiuY., LacampagneS., MirabelM., Mietton-PeuchotM., & GhidossiR. (2018). Oxygen desorption and oxygen transfer through oak staves and oak stave gaps: an innovative permeameter. *OENO One*, 52(1). <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.1.909>

2 Giraud, W. (2009). Étude physico-chimique de l'interface bois-vin pendant l'élevage en barriques (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

3 Nevares, I., & del Alamo-Sanza, M. (2015). Oak Stave Oxygen Permeation: A New Tool To Make Barrels with Different Wine Oxygenation Potentials. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(4), 1268-1275.

4 Hansmann, C. H., Wimmer, W. G. R., & Teischinger, A. (2002). Permeability of wood-A review. *Drevarsky Vyskum*, 47(4), 1-16.