

EDITORES CIENTÍFICOS

A.S. Curvelo-Garcia

Paulo Barros

Química Enológica — métodos analíticos

**Avanços recentes no controlo da qualidade de vinhos
e de outros produtos vitivinícolas**

EDITORES CIENTÍFICOS

A. S. CURVELO-GARCIA
PAULO BARROS

TÍTULO

QUÍMICA ENOLÓGICA — MÉTODOS ANALÍTICOS — 2.ª EDIÇÃO

Avanços recentes no controlo da qualidade de vinhos e de outros produtos vitivinícolas

EDIÇÃO

QUÁNTICA EDITORA – CONTEÚDOS ESPECIALIZADOS, LDA.

Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

CHANCELA

AGROBOOK – CONTEÚDOS DE AGRONOMIA E ENGENHARIA ALIMENTAR

DISTRIBUIÇÃO

BOOKI – CONTEÚDOS ESPECIALIZADOS

Tel. 220 104 872 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO

QUÁNTICA EDITORA – CONTEÚDOS ESPECIALIZADOS, LDA.

DESIGN GRÁFICO – 2ª EDIÇÃO

DELINEATURA – DESIGN DE COMUNICAÇÃO

www.delineatura.pt

APOIO

SAI - Segurança Alimentar Integrada, Lda

www.saienology.com

PARCEIRO DE COMUNICAÇÃO

AGROTEC - Revista Técnico-Científica Agrícola

www.agrotec.pt

TECNOALIMENTAR

Revista da Indústria Alimentar.

www.tecnoalimentar.pt

IMPRESSÃO

Mai, 2023

DEPÓSITO LEGAL

514919/23



A cópia ilegal viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2023 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

663.2 Vinhos. Produção de Vinhos. Enologia

ISBN

Papel: 9789899101722

Ebook: 9789899101739

Catálogo da publicação

Família: Agronomia

Subfamília: Vitivinicultura e Enologia

Índice

Lista de abreviaturas e siglas	ix
Nota de abertura , por <i>Fernando Bianchi de Aguiar</i>	xv
O Vinho, produto de todas as culturas , por <i>Jorge Calado</i>	xvii
Nota à 2ª Edição	xxi
1. Introdução	
A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros	23
2. As organizações internacionais na definição dos métodos de controlo da qualidade	
A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros	27
3. Ferramentas para o controlo da qualidade de vinhos	
A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros	37
3.1. Acreditação de laboratórios	
Alberto Mosqueira	45
3.2. Controlo da qualidade dos resultados analíticos	
Isabel Lucena e Valle	75
3.3. Automatização da análise de vinhos - FTIR	
Manuel Lima Ferreira	103
4. Constituição ácida de mostos e vinhos	
A.S. Curvelo-Garcia e Sofia Catarino	117
4.1. Principais ácidos orgânicos fixos	120
4.2. Outros ácidos orgânicos fixos	127

4.3.	Ácidos orgânicos voláteis. Acidez volátil	131
4.4.	Outros índices de acidez – acidez total, acidez fixa, pH	133
4.5.	Ácidos inorgânicos	135
4.6.	Dióxido de carbono. Ácido carbónico	138
4.7.	Ácido sulfuroso. Dióxido de enxofre	140
5.	Glúcidos	
	A.S. Curvelo-Garcia e Sofia Catarino	149
5.1.	Oses	151
5.2.	Di-holósidos. Sacarose	154
5.3.	Métodos analíticos para determinação de oses e di-holósidos	155
5.4.	Polissacáridos	158
6.	Constituição volátil dos vinhos	
	C.M. Oliveira, A.M.S. Silva e A.C. Silva Ferreira.....	171
7.	Polifenóis da uva e do vinho – Importância em Enologia e efeito benéfico para a saúde humana	
	Sun Baoshan e M. Isabel Spranger.....	181
8.	Oxidação dos vinhos	
	C.M. Oliveira, A.M.S. Silva e A.C. Silva Ferreira.....	223
9.	Composição mineral dos vinhos. Ocorrência de metais contaminantes	
	Sofia Catarino, A.S. Curvelo-Garcia e R. Bruno de Sousa	239
9.1.	Elementos contaminantes do vinho	243
9.2.	Perspetivas	263
10.	Espécies químicas com importância na segurança alimentar	
	A.S. Curvelo-Garcia	275
10.1.	Ocratoxina A e outras micotoxinas	
	Luís Abrunhosa e Armando Venâncio.....	281
10.2.	Carbamato de etilo	
	Alberto Mosqueira	307
10.3.	Aminas biogénicas	
	Maria do Rosário Bronze e Andreia Bento da Silva	333
10.4.	Resíduos de pesticidas	
	Cristina Sampaio Esteves.....	375

11. Controlo microbiológico de mostos e vinhos	
Isabel Pardo Cubillos, Ana Mendes-Ferreira, Sergi Ferrer e Arlete Mendes Faia	425
11.1. Biodiversidade e dinâmica das comunidades microbianas durante a vinificação	427
11.2. Análise inicial das amostras	431
11.3. Contagem de células totais e viáveis	432
11.4. Identificação dos microrganismos presentes nas amostras: provas presuntivas	440
11.5. Classificação a nível do género e identificação ao nível da espécie por métodos convencionais	444
11.6. Detecção e identificação em meios de cultura seletivos e diferenciais	450
11.7. Identificação ao nível da espécie por métodos moleculares	452
11.8. Tipagem de leveduras e bactérias	458
12. Análise sensorial	
Ilda Caldeira	471
12.1. Metodologia	
Manuel Lima Ferreira	485
12.2. Ensaios de aptidão sensorial	
Manuel M. Pinto e Paulo Barros	499
13. Autenticidade dos vinhos	
A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros	509
13.1. Origem geográfica	
Sofia Catarino, R. Bruno de Sousa e A.S. Curvelo-Garcia	515
13.2. Origem varietal – castas de videira utilizadas	
Paula Martins-Lopes, Margarida Baleiras Couto, José Ramiro Fernandes, Leonor Pereira, João Brazão e J. Eiras-Dias	541
14. Utilização de madeiras em Enologia	
Sara Canas e Ilda Caldeira	567
14.1. A importância da madeira em Enologia	569
14.2. Enquadramento legal	573
14.3. Aptidão da madeira para tanoaria na perspetiva da sua utilização para fins enológicos	574
14.4. A composição química da madeira	575

14.5. As principais repercussões da composição química da madeira nas características dos vinhos e da aguardente vínica	586
14.6. Metodologias analíticas para a determinação da composição química madeira	598
15. Materiais em contacto com os vinhos – a rolha de cortiça Alzira Quintanilha, Sérgio Moutinho e Paulo Barros.....	623
15.1. O binómio rolha/vinho Paulo Barros.....	649
16. Controlo de práticas enológicas A.S. Curvelo-Garcia.....	659
17. Controlo de produtos enológicos A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros.....	683
18. Controlo da qualidade de aguardentes vínicas Paulo Barros e A.S. Curvelo-Garcia.....	711
18.1. Composição e análise de aguardentes Paulo Barros.....	719
18.2. Aguardentes vínicas envelhecidas Sara Canas.....	743
19. Vinagres de vinho A.S. Curvelo-Garcia.....	775
20. Construção de novos laboratórios de análise de vinhos e outros produtos vitícolas Paulo Barros e Inês Barros.....	789
Notas biográficas	dcccv

As organizações internacionais na definição dos métodos de controlo da qualidade

A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros

Os métodos de controlo da qualidade no setor vitivinícola baseiam-se, fundamentalmente, na atividade da OIV, Organização Internacional da Vinha e do Vinho, organismo intergovernamental de natureza científica e técnica, com competência reconhecida no campo da vinha, do vinho, das bebidas à base de vinho, das uvas de mesas e uvas passas e outros produtos vitivinícolas, instituído pelo Acordo de 3 de abril de 2001, firmado por 35 Estados Soberanos. A atual OIV sucede ao “Office International du Vin” (posteriormente “Office International de la Vigne et du Vin”), criado em Paris no remoto ano de 1924, por acordo de que Portugal foi signatário conjuntamente com a Espanha, Tunísia, França, Hungria, Luxemburgo, Grécia e Itália.

A OIV¹ abrange atualmente (2023) 49 Estados Membros: África do Sul, Argélia, Alemanha, Argentina, Arménia, Austrália, Áustria, Azerbaijão, Bélgica, Bósnia-Herzegovina, Brasil, Bulgária, Chéquia, Chile, Chipre, Croácia, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, França, Geórgia, Grécia, Hungria, Índia, Israel, Itália, Líbano, Luxemburgo, Macedónia do Norte, Malta, Marrocos, México, Moldávia, Montenegro, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Peru, Portugal, Reino Unido, Roménia, Rússia, Servia, Suécia, Suíça, Turquia, Ucrânia, Uruguai, e Uzbequistão. A OIV agrega ainda os seguintes Observadores: Academia Amorim, AIDV (Association Internationale des Juristes du Droit de la vigne et du vin), AREV (Assemblée des Régions Européennes Viticoles), ASI (Association de la Sommellerie Internationale), AUIV (International University Association of Wine), CERVIM (Centre de recherche d'études, et de valorisation de la viticulture de montagne), FIVS (International Federation of Wine And Spirits), GWC (The Great Wine Capitals Global Network), OENOPPIA (Oenological Products and Practices International Association), Regiao Autonoma de Ningxia Hui, da China, Texas Department of Agriculture, União Europeia, UIOE (Union Internationale des Oenologues), VINELINK INTERNATIONAL (The Lien

¹ <http://www.oiv.int>

Esta atividade é exercida em Portugal pelo IPAC – Instituto Português de Acreditação I.P., nos termos do Regulamento (CE) n.º 765/2008, conforme estabelecido na sua lei orgânica (Decreto-lei n.º 81/2012, de 27 de março e no Decreto-lei n.º 23/2011 de 11 de fevereiro).

A acreditação é evidenciada através de um Certificado de Acreditação (Anexo 1) que identifica o Domínio e Entidade Legal acreditada e através de um Anexo Técnico (Anexo 2) onde é descrito em pormenor o âmbito da acreditação (que pode não abranger todas as atividades que a entidade exerce), bem como os documentos de referência que a entidade utiliza nas atividades de calibração, ensaio, certificação, verificação ou inspeção. As entidades acreditadas podem ser reconhecidas pelo uso do Símbolo de Acreditação nos documentos relativos às atividades acreditadas. A acreditação é aberta a qualquer entidade que cumpra os critérios de acreditação estabelecidos, seguindo um princípio equitativo e não-discriminatório.



Figura 3.1. Exemplo de Símbolo de Acreditação para laboratórios de ensaio.

A informação sobre as entidades acreditadas é pública e encontra-se disponível na página do IPAC quer na forma de lista, quer em diretório pesquisável em <http://www.ipac.pt/pesquisa/acredita.asp>. Os Anexos Técnicos são disponibilizados em formato digital, com assinatura eletrónica qualificada, podendo a validade dos mesmos ser confirmada em <http://www.ipac.pt/docsig/comprovativo.asp>

Para além da legislação acima referida, a atividade de acreditação é enquadrada pela Norma ISO/IEC 17011 – *Conformity assessment – General requirements for accreditation bodies accrediting conformity assessment bodies*, bem como em documentação do IPAC, ou emitida pelas associações internacionais de organismos de acreditação (EA – *European Cooperation for Accreditation*, a nível europeu, para todas as atividades de acreditação e IAF – *International Accreditation Forum* e ILAC – *International Laboratory Accreditation Cooperation*, para atividades de certificação no caso da primeira, e de inspeção e de laboratórios no caso da segunda).

A atividade de acreditação deve ser exercida de uma forma independente das atividades de avaliação de conformidade, de forma a garantir a imparcialidade das acreditações emitidas. Assim, encontra-se vedada ao IPAC a prestação de atividades de avaliação da conformidade, bem como consultoria ou assistência técnica sobre as mesmas.

Neste enquadramento, encontra-se também estabelecido no direito comunitário que ape-

3.1.2.2. Fase de Avaliação

Após a análise preliminar da candidatura, segue-se normalmente uma análise documental, na qual são estudados os documentos enviados pelo laboratório (manual da qualidade, procedimentos e registos diversos) para obtenção de uma conclusão quanto ao grau de conformidade do ponto de vista documental à qual se seguirá, em caso de resultado positivo, uma avaliação presencial.

É objetivo da avaliação presencial fazer um exame sistemático e profundo das atividades incluídas no pedido de acreditação, normalmente nos locais onde o laboratório a exerce, para verificação do cumprimento ou não dos requisitos de acreditação aplicáveis.

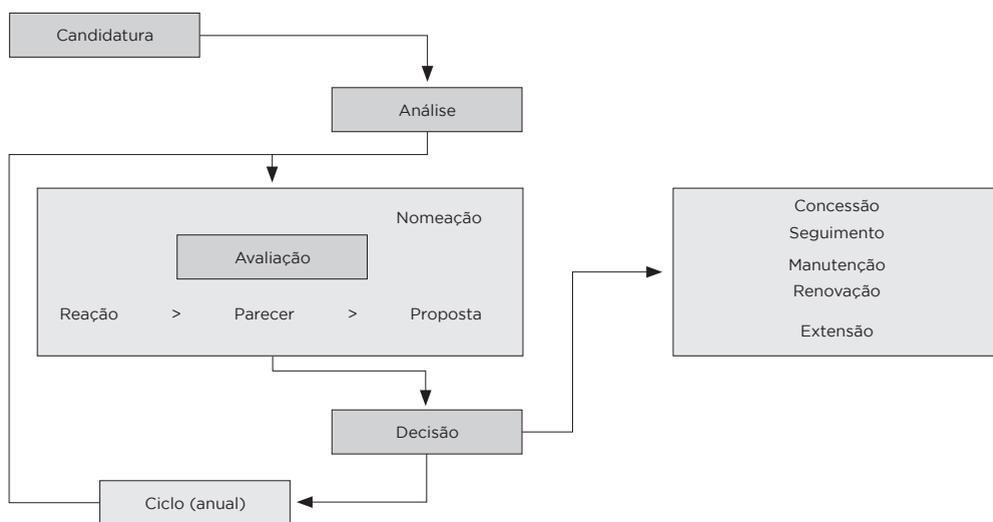


Figura 3.4. Esquemática da sequência das etapas de um processo de acreditação

Após a realização da avaliação de concessão e tomada da respetiva decisão de concessão da acreditação, o laboratório entrará num ciclo de manutenção da acreditação, com avaliações com uma periodicidade anual, podendo ser designadas de acompanhamento ou renovação consoante a fase do ciclo de acreditação, com a duração quatro anos, em que se inserem.

Para além destas avaliações periódicas, poderão ser realizadas outras avaliações extraordinárias (extensão, seguimento) com objetivos particulares, como por exemplo a avaliação de um pedido de alargamento do âmbito de acreditação ou a verificação da implementação de correções/ações corretivas.

Previamente à realização de qualquer avaliação, é proposta por escrito a equipa avaliadora mandatada para a realização da respetiva avaliação (documental e/ou presencial) ao la-

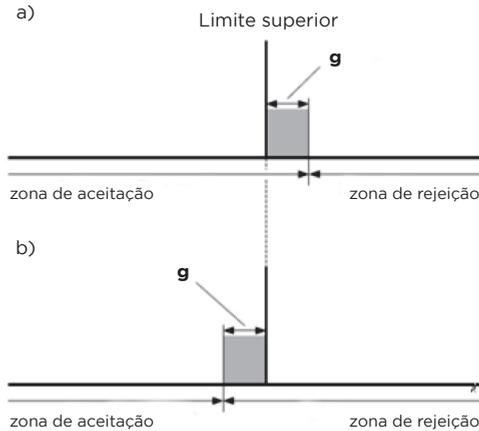


Figura 3.7. Especificação com limite superior: zonas de aceitação e rejeição (Eurachem/CITAC, 2007).

Existem situações em que a especificação associada à amostra define o limite inferior e o limite superior como, por exemplo, no controlo da composição de um determinado produto. A Figura 3.8. ilustra esta situação e evidencia as zonas de aceitação e rejeição. O valor g estipulado implica que no caso de uma amostra ser *conforme* existe uma probabilidade alta do analito se encontrar entre os limites da especificação.

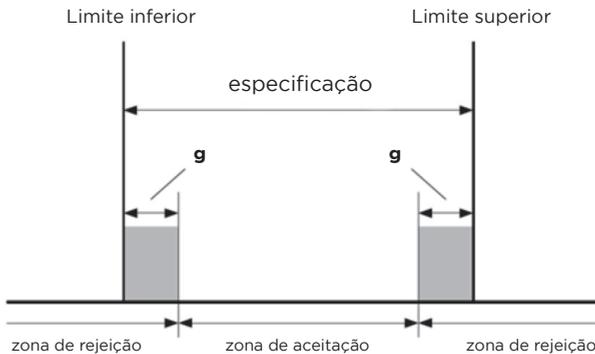


Figura 3.8. Limites inferior e superior de uma especificação: zonas de aceitação e rejeição (Eurachem/CITAC, 2007).

A dimensão do valor g depende do valor da incerteza (u) e depende dos requisitos da regra de decisão. A regra de decisão pode estipular que o valor de g é uma função ou um múltiplo de u ou que depende de uma determinada probabilidade P e do conhecimento da distribuição associada aos valores do analito (Decisão da Comissão 2002/657/CE; Eurachem/CITAC, 2007; JCGM, 2011).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (3.6)$$

$$\%CV = 100 \times \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.7)$$

Podemos expressar a precisão de três formas: repetibilidade, precisão intermédia e reprodutibilidade (Pereira, 2009; Pereira, 2012; Valle, 2012; ICH, 2005; ISO, 1994a; ISO, 1994b; ISO, 1994c; RELACRE, 2000). Como a precisão depende, em regra, da concentração do analito deve ser estudada em, pelo menos, três níveis de concentração: baixa, intermédia e alta. Deve ser preferencialmente avaliada em amostras homogéneas para minimizar o efeito de matriz. É geralmente expressa como uma variância, um desvio padrão ou o coeficiente de variação de uma série de medições.

A repetibilidade traduz o grau de concordância entre os resultados de medições efetuadas em condições de repetibilidade: condição de medição num conjunto de condições, que inclui o mesmo procedimento de medição, os mesmos operadores, o mesmo sistema de medição, as mesmas condições operativas e a mesma localização, e medições repetidas no mesmo objeto ou objetos similares, num curto intervalo de tempo (IPQ, 2012). Quantitativamente expressa-se como a dispersão dos resultados e pode ser determinada a partir de um ensaio interlaboratorial ou a partir de ensaios intralaboratoriais em amostras de diferentes concentrações (de forma a cobrir a gama de trabalho), em materiais de referência internos ou em soluções padrão. Formalmente, o número mínimo de ensaios para calcular a repetibilidade deve ser 10, sendo até desejável que seja superior ($m \geq 10$). O limite de repetibilidade (Δr) é o valor máximo admissível para a diferença absoluta entre dois ensaios em condições de repetibilidade, calculada para o nível de confiança de 95%:

$$\Delta r = \sqrt{2} \times t_{0.05(m-1)}^u \times \frac{s_r}{\sqrt{m}} \quad (3.8)$$

Em que m é o número de réplicas que serviram de base ao cálculo do desvio padrão s_r referente à repetibilidade estimada e $t_{0.05(m-1)}^u$ é o valor crítico obtido da distribuição t-Student com um nível de significância de 0.05 e com $(m-1)$ graus de liberdade.

A precisão intermédia é uma estimativa da dispersão de resultados obtidos por um método analítico sobre a mesma amostra, amostras idênticas ou padrões em que são definidas *a priori* quais as condições a variar – analistas diferentes, dias diferentes, equipamentos diferentes, etc. – e que tem de ser estimada em condições de não repetibilidade. Pode também ser estimada em laboratórios diferentes desde que estejam previamente definidas as variações que se pretendem implementar.

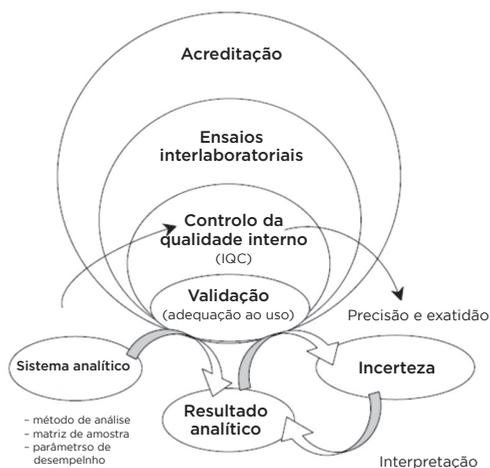


Figura 3.14. A garantia da qualidade da qualidade num laboratório de análise química: relação e a hierarquia entre os diferentes itens que a compõem (Taverniers *et al.*, 2004b).

3.2.2.8. Controlo da qualidade interno

O controlo da qualidade interno (CQI ou IQC³⁴) dos resultados deve abarcar todas as seqüências analíticas e deve corresponder a pelo menos 5% das amostras analisadas. O IQC pode incluir o recurso à utilização, entre outros, de Materiais de Referência Internos (MRI)³⁵, de análise de brancos em paralelo com as amostras, de análise de replicados, de repetição de análises já efetuadas, de testes de recuperação, do método de adição de padrão e do cruzamento de métodos de análise. A utilização de MRI permite o controlo da exatidão (quando esses materiais de referência são rastreados a um MRC ou a amostras de EIL ou por cruzamento de métodos de análise) e da precisão, ao longo do tempo. A frequência da utilização de MRI deve aumentar quando não existem MRC ou ensaios interlaboratoriais de aptidão adequados e disponíveis.

Os resultados do controlo da qualidade podem ser registados em cartas de controlo e a seleção do tipo de cartas de controlo a utilizar deve considerar, quer as características que se pretendem controlar, quer as ações de controlo da qualidade que foram adotadas (Pereira, 2009; Pereira, 2012; RELACRE, 1996; RELACRE, 1998; ISO, 2009; IPAC, 2011; Miller e Miller, 2010; Ellison *et al.*, 2009; Eurachem/CITAC, 2003).

³⁴ Do inglês, *Internal Quality Control*.

³⁵ Considera-se material de referência (MR) aquele material que é suficientemente homogêneo e estável em determinadas propriedades, que foi preparado para uma utilização prevista numa medição ou para o exame de propriedades nominais [42] Podem ser utilizados como MRI, nomeadamente, as amostras de controlo (de um lote preparado pelo laboratório e utilizado apenas para esse fim), os padrões de matriz ajustada com a das amostras, as soluções padrão (semelhantes em concentração às soluções de calibração, mas de preparação independente destas) e/ou o remanescente das amostras de ensaios interlaboratoriais.

foram transferidas para o vinho. Ambas as películas e engaços de uva foram importantes fontes de proantocianidinas poliméricas para o vinho. Apesar de consideráveis quantidades de catequinas, proantocianidinas oligoméricas e poliméricas serem extraídas das partes sólidas do cacho de uva durante a fermentação, apenas pequenas quantidades desses compostos foram retidos em vinhos (Sun *et al.*, 1999b).

Além disso, estudámos o efeito de diferentes tipos de tecnologias de vinificação sobre a composição fenólica dos vinhos tintos (Sun *et al.*, 2001a, Sun *et al.*, 2003; Spranger *et al.*, 2004; Sun e Spranger, 2005). Os resultados obtidos por estes trabalhos mostraram que o vinho de maceração carbónica apresenta a maior quantidade de catequinas, proantocianidinas oligoméricas e poliméricas, seguido pelo vinho de curtimenta com engaço, e que o vinho de curtimenta sem engaço contém a menor concentração desses compostos, sugerindo que a vinificação por maceração carbónica pode ter interesse na produção de vinhos ricos em proantocianidinas (Figura 7.21.).

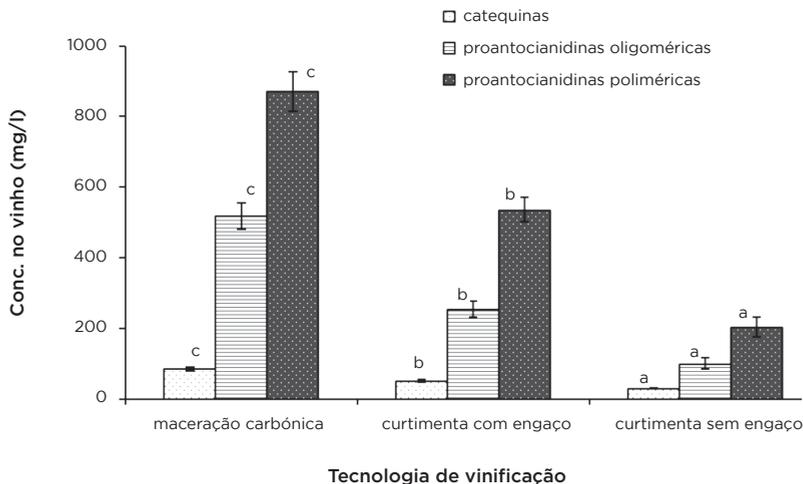


Figura 7.21. Efeito de tecnologia de vinificação sobre os teores de catequinas totais, proantocianidinas oligoméricas totais e proantocianidinas poliméricas totais em vinhos tintos (adaptado de Sun *et al.*, 2001).

Muito recentemente, estudámos o efeito da adição de taninos comerciais de grainhas da uva na composição fenólica, nas características cromáticas e na atividade antioxidante dos vinhos tintos (Neves *et al.*, 2010). Os resultados mostraram que a adição de taninos para melhorar a intensidade da cor do vinho ou a atividade antioxidante é necessária apenas para os vinhos pobres em polifenóis e que os taninos de grainhas da uva, quando adicionados após a fermentação alcoólica, teve um melhor efeito sobre a composição fenólica do vinho tinto do que quando adicionados antes da fermentação alcoólica. Outra conclusão importante é que os taninos de grainhas de uva com alto teor de polifenóis po-

A oxidação não enzimática, também conhecida como oxidação química dos vinhos, ocorre maioritariamente durante a fermentação e maturação dos mesmos. A Figura 8.2. representa um esquema resumido da oxidação não enzimática que ocorre nos vinhos. Este processo oxidativo é iniciado através da oxidação de compostos fenólicos, nomeadamente de derivados do catecol, tais como a (+)-catequina, a (-)-epicatequina, a galocatequina, o ácido gálico e os seus ésteres, e o ácido cafeico e os seus derivados (Figura 8.3.), que constituem a família de compostos fenólicos mais facilmente oxidáveis no vinho, ou seja, com potenciais redox mais baixos (Singleton, 1987; Singleton, 2000; Kilmartin *et al.*, 2001; Danilewicz, 2003; Li *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2011). Estes compostos não reagem diretamente com o oxigénio molecular sendo oxidados sequencialmente a semiquinonas e quinonas, por intermédio dos ciclos catalíticos do $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ e do $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}$ (Figura 8.2.). Desta maneira, a limitação da reatividade do oxigénio molecular é ultrapassada pela adição gradual de um único eletrão. A transferência sequencial de eletrões reduz o oxigénio molecular a radicais hidroperoxilo (HO_2^\bullet) e a peróxido de hidrogénio (H_2O_2) (Figura 8.2.). O peróxido de hidrogénio é depois reduzido pelo Fe^{2+} , pela reação de “Fenton”, a radicais hidroxilo (HO^\bullet) capazes de oxidar quase todos os compostos do vinho (Figura 8.2.).

A reação dos compostos fenólicos com espécies reativas de oxigénio (ROS) depende da sua capacidade para formar radicais semiquinona estáveis. Assim sendo, 1,2-dihidroxi-

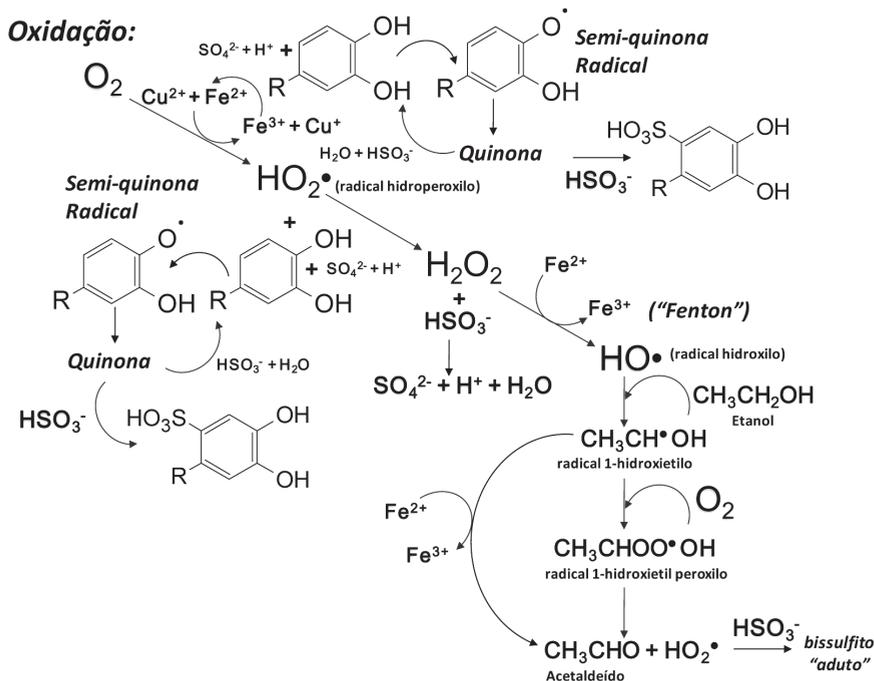


Figura 8.2. Esquema resumido da oxidação não enzimática que ocorre nos vinhos.

10.2. Carbamato de etilo

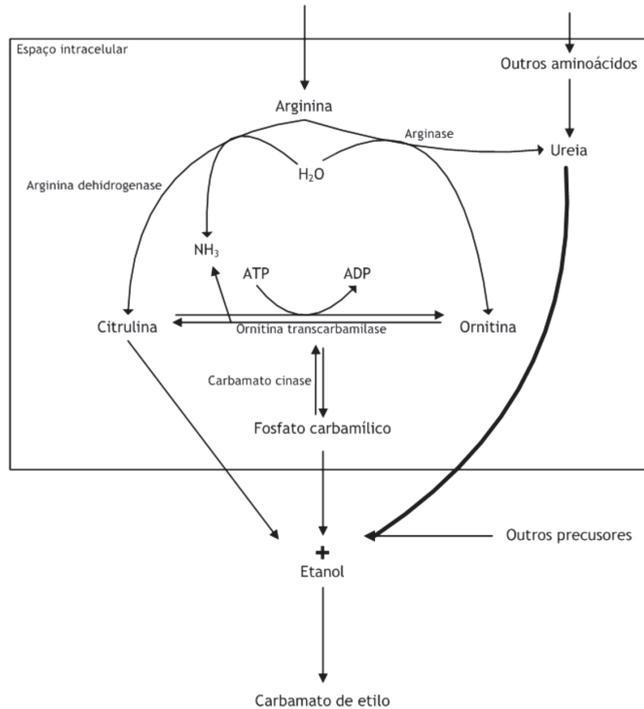


Figura 10.3. Principais vias de formação do EC em vinhos.

Por sua vez a citrulina é metabolizada numa reação catalisada pela ornitina transcarbamilase, dando origem a ornitina. Nesta reação também é formado fosfato carbamílico, numa reação catabolizada pela carbamato cinase. O fosfato carbamílico, reagindo com o etanol, também poderá formar EC.

A fermentação maloláctica (MLF), também efetuada como parte do processo de fabricação dos vinhos, pode contribuir para a formação de precursores do EC, uma vez que alguns microrganismos utilizados nesta etapa (essencialmente bactérias malo-láticas), possuem vias metabólicas idênticas às descritas para as leveduras utilizadas na fermentação alcoólica. A arginina não é totalmente metabolizada pelas leveduras durante a fermentação alcoólica, podendo ser utilizada como substrato na MLF o que irá originar mais precursores do EC. Este mecanismo foi descrito para algumas estirpes de *Oenococcus* e de *Lactobacillus* (Abedal, 1979; Liu *et al.*, 1994; Stevens e Ough, 1993; Tegmo-Larsson e Henick-Kling, 1990; Ough *et al.*, 1988; Uthury *et al.*, 2006; Mauricio *et al.*, 2001; Mira de Orduña *et al.*, 2000; Gu, 2003; Aresta e Quaranta, 1997; Liu e Pilone, 1998; Kodama *et al.*, 1994; Butzke e Bisson, 1997; Terrade e Orduña, 2006; Orduña *et al.*, 2001).

Desta forma, quer a realização da fermentação alcoólica, quer a realização da fermentação maloláctica potenciam a formação de precursores que podem reagir com o etanol para dar origem a EC.

10.3. Aminoácidos biogénicos

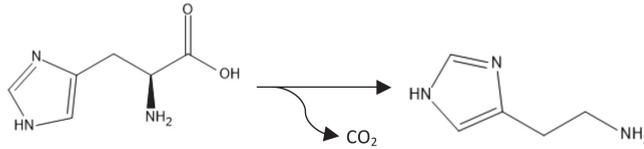


Figura 10.7. Descarboxilação do aminoácido histidina, originando a AB histamina.

Na Figura 10.8. são apresentados os aminoácidos precursores de AB. A espermidina, por exemplo, é produzida a partir da putrescina por introdução de um grupo aminopropil proveniente da S-adenosil metionina descarboxilada e a introdução de mais um grupo na molécula anterior conduz à formação de espermina (Sánchez-Jiménez *et al.*, 2013).

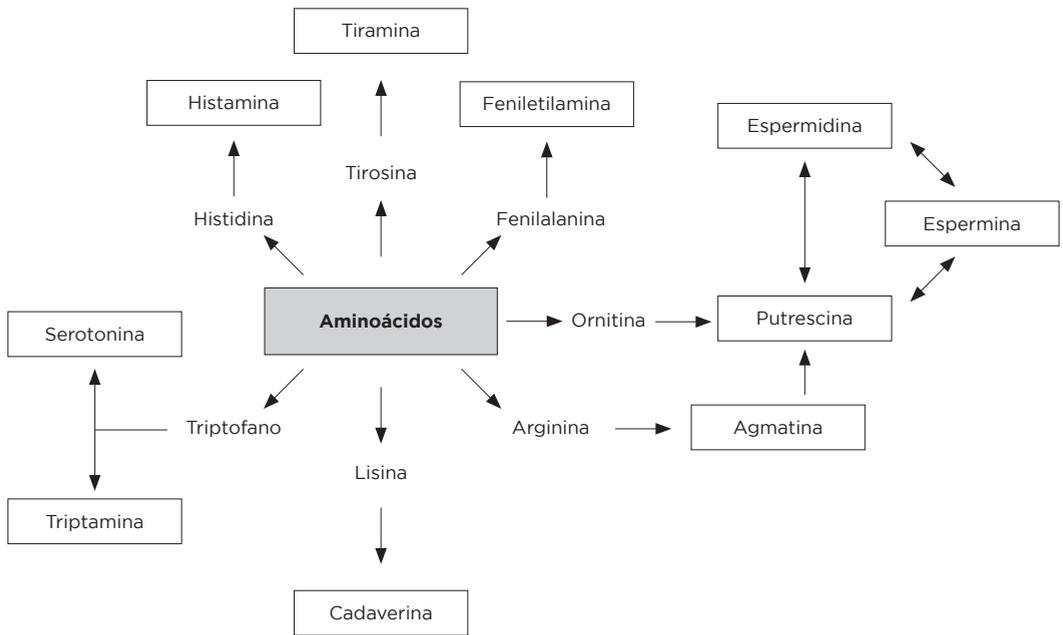


Figura 10.8. Aminoácidos precursores de AB (adaptado de Ancín-Azpilicueta *et al.*, 2008).

As concentrações de AB no vinho variam de umas centenas de microgramas a algumas dezenas de miligramas por litro, sendo a ocorrência de histamina uma crescente preocupação no setor vinícola dada a sua atividade nos sistemas biológicos (Romano *et al.*, 2012). Concentrações elevadas destes compostos estão relacionadas com a presença de microrganismos contaminantes, sendo frequentemente um indicador da ausência de condições sanitárias adequadas durante a produção do vinho (Leitão *et al.*, 2005). As AB como a putrescina e cadaverina podem também causar alterações organolépticas nos vinhos que se traduzem num *flavour* a sujo e ranço (Ancín-Azpilicueta *et al.*, 2008; Arrieta e Prats-Moya,

xificação inadequada, por razões genéticas ou ainda devido ao efeito inibitório de alguns fármacos ou do álcool (Spano *et al.*, 2010), pode ocorrer a passagem de AB para a circulação, causando efeitos tóxicos (Spano *et al.*, 2010) [Figura 10.9.].

A presença de etanol ou de etanal (metabolito do etanol) pode também aumentar a permeabilidade da parede intestinal às AB, podendo provocar um aumento destes compostos em circulação (Konakovski *et al.*, 2011; Ladero *et al.*, 2010). O etanal apresenta igualmente capacidade de libertar histamina dos mastócitos pulmonares, sendo uma das causas principais de indução de asma pelo vinho em indivíduos japoneses (Konakovski *et al.*, 2011; Vally e Thompson, 2003).

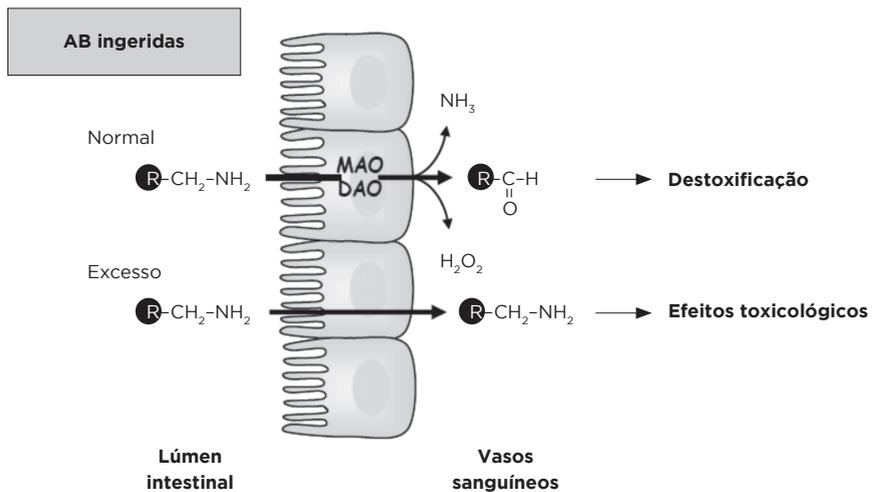


Figura 10.9. Destino das AB no trato GI (adaptado de Ladero *et al.*, 2010).

As enzimas histamina metiltransferase, monoaminoxidase (MAO) e diaminoxidases (DAO), são inibidas por fármacos, como os bloqueadores neuromusculares d-tubocurarina, pancuronium e alcuronium, fármacos antidepressivos ou pelo etanol. Como consequência desta ação sinérgica, o consumo simultâneo de alimentos fermentados e bebidas alcoólicas pode causar certos distúrbios, incluindo o perigoso síndrome da serotonina (Spano *et al.*, 2010), caracterizado por um aumento da atividade da serotonina no tronco cerebral, o que provoca alteração do estado mental e distúrbio neuromuscular, o que pode ser fatal (Prator, 2006). Nos indivíduos que estão a ser medicados com IMAOs, fármacos inibidores das MAO, utilizados no tratamento de depressão, não há um metabolismo completo da tiramina, o que provoca a presença de níveis elevados no plasma após a ingestão de alimentos ricos nesta AB (EFSA, 2011). O tipo de IMAOs usados (clássicos ou de nova geração) condiciona os teores de tiramina em circulação. Assim, quando são usados IMAOs clássicos (inibidores irreversíveis e não-seletivos da MAO), é necessária uma ingestão de aproximadamente 6 mg de tiramina por refeição para que ocorra uma reação adversa moderada, e 10-25 mg de tiramina para que ocorra

neste tipo de reação (Hernández-Cassou e Saurina, 2011; Önal *et al.*, 2012). Entre os agentes de derivatização, o cloreto de dansilo origina compostos relativamente estáveis que apresentam fluorescência (Figura 10.11.).

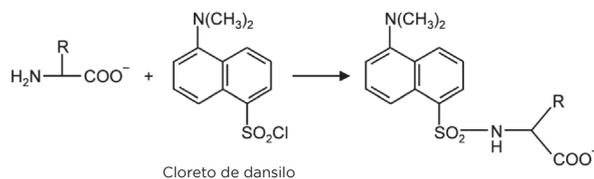


Figura 10.11. Esquema da reação de derivatização de aminas biogénicas com o cloreto de dansilo originando sulfonamidas estáveis fluorescentes (Konakovskiy *et al.*, 2011)

A vasta utilização de *o*-ftalaldeído (OPA) relativamente a outros reagentes de derivatização está relacionada com o facto de reagir rapidamente com as aminas permitindo que estas sejam detetadas a níveis de concentrações da ordem das fentomole. Quando se utiliza OPA, a coluna cromatográfica tem que ser resistente a meios alcalinos, como é o caso das colunas poliméricas de fase reversa (Anli e Bayram, 2008). A reação entre o OPA e as aminas biogénicas ocorre quase instantaneamente à temperatura ambiente em pH alcalino na presença de um agente redutor contendo um grupo tiol [Figura 10.12.], sendo o 2-mercaptoetanol o reagente mais usado. Contudo, os derivados resultantes são instáveis, e certos tióis como a *N*-acetilcisteína ou o ácido mercaptopropiónico originam derivados mais estáveis (Kelly *et al.*, 2010).

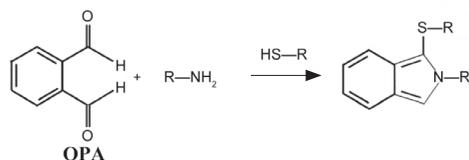


Figura 10.12. Esquema da reação de derivatização de aminas biogénicas com o *o*-ftalaldeído (OPA) originando derivados isoindóis (adaptado de Chang *et al.*, 2012).

Cromatografia líquida

Atualmente, o método mais usado para análise de AB no vinho e outras matrizes alimentares é a cromatografia líquida. É o método de referência descrito no Regulamento da Comissão Europeia n.º 2073/2005 para a determinação de histamina em produtos de pesca frescos e processados após derivatização com o cloreto de dansilo (Duflos *et al.*, 1999; EFSA, 2011; Jornal Oficial da União Europeia, 2005). Este é também o método oficial da AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) para a análise da histamina em alimentos (Anli e Bayram, 2008) e que pode também ser usado na quantificação de outras aminas biogénicas (EFSA, 2011).

Recentemente, Jia *et al.* (2013) desenvolveram um método analítico para a determinação de putrescina, cadaverina, 1,3-diaminopropano, triptamina, feniletilamina, espermidina, espermina, histamina e tiramina em bebidas alcoólicas que consiste na derivatização com cloreto de benzoilo combinada com a técnica de microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME-SFO), seguida da análise por cromatografia líquida com detecção por ultravioleta (Figura 10.15.). O limite de detecção do método variou entre 0,005 e 0,01 $\mu\text{g/mL}$ para as aminas em estudo. O método desenvolvido mostrou ser sensível, rápido, prático, amigo do ambiente e de baixo custo. A utilização da DLLME pressupõe a otimização prévia de condições de análise como o tipo e volume da extração e solventes de dispersão e ainda força iônica das soluções usadas. Nesta metodologia os solventes usados devem ter uma densidade superior à água. A elevada área de contacto entre a amostra e as gotas do extratante aumentam a eficiência do processo de transferência de massa.

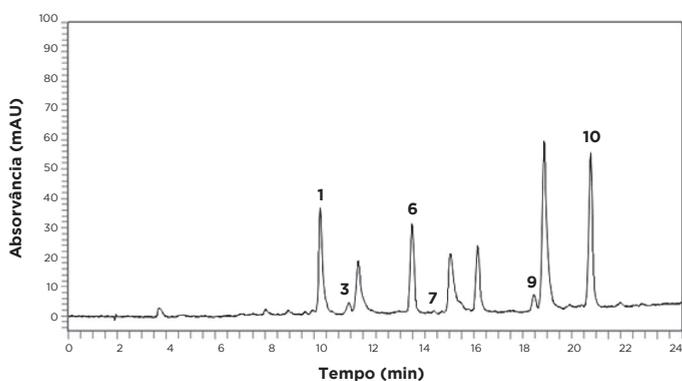


Figura 10.15. Cromatograma de um vinho branco, obtido por Jia *et al.* (2013)

1. Putrescina; 2. 1,3-diaminopropano; 3. cadaverina; 4. triptamina; 5. feniletilamina; 6. padrão interno; 7. espermidina; 8. espermina; 9. histamina; 10. tiramina.

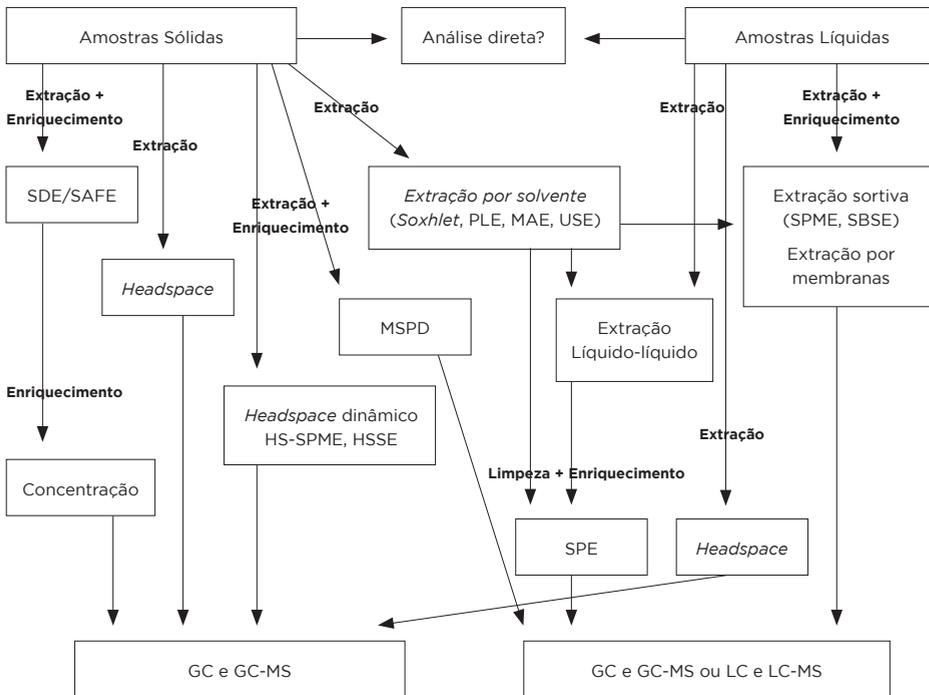
A técnica de UHPLC, cromatografia líquida de ultra eficiência, corresponde a uma nova geração de técnicas de separação por cromatografia líquida, em que se reduz drasticamente o tempo de análise, por utilização de colunas cromatográficas com partículas de dimensões mais reduzidas, da ordem de 2 μm e sistemas capazes de trabalhar com altas pressões. Foi já desenvolvido e validado um método de UPLC com derivatização pós-coluna com OPA e detecção fluorimétrica, num tempo inferior a 7 minutos, para análise de 12 aminas biogénicas e poliaminas em vinho tinto e outras matrizes alimentares. O método mostrou ser linear e a sensibilidade era satisfatória, com um limite de detecção inferior a 0,2 mg/L para as aminas em estudo (Latorre-Moratalla *et al.*, 2009).

Jia *et al.* (2012) desenvolveram um método de UPLC acoplado a um espectrómetro de massa quadrupolo-time of flight (UPLC/Q-TOFMS) para a detecção de 7 AB (tiramina, triptamina, putrescina, cadaverina, histamina, 2-feniletilamina, espermidina) em vinhos. As

com gota suspensa (SDME – “single drop microextraction”); Ahmadi (2006) apresenta esta metodologia para a determinação de pesticidas organofosforados em amostras de água usando a cromatografia gasosa associada a detetor fotométrico de chama. Recentemente foi descrita uma técnica dispersiva de extração em fase sólida usando um material de revestimento inovador, nanotubos de carbono “MWCNT - multiwalled carbon nanotubes”, para a deteção de pesticidas organofosforados em várias matrizes, nomeadamente uvas (Ravelo-Pérez, 2008; Zhao, 2012).

10.4.3.2.8. Resumo

Resumindo, a escolha da técnica de preparação das amostras vai depender do analito em estudo, da matriz e da determinação analítica e instrumentação que será utilizada. Na Figura 10.18. apresenta-se um esquema simplificado com algumas das técnicas de preparação de amostras sólidas e líquidas.



Legenda: HSSE (*Headspace Sortive Extraction*): extração “sortiva” em modo *headspace*; HS-SPME (*Headspace Solid-Phase MicroExtraction*): microextração em fase sólida em modo *headspace*; MAE (*Microwave-Assisted Extraction*): extração assistida por micro-ondas; MSPD (*Matrix Solid-Phase Dispersion*): dispersão da matriz em fase sólida; PLE (*Pressurised Liquid Extraction*): extração líquida sob pressão; SAFE (*Solvent Assisted Flavour Extraction*): extração de aromas assistida por solvente; SBSE (*Stir Bar Sorptive Extraction*): extração “sortiva” por barra magnética; SPE (*Solid-Phase Extraction*): extração em fase sólida; SPME (*Solid-Phase MicroExtraction*): microextração em fase sólida; USE (*Ultrasonic Solvent Extraction*): extração por ultrassons.

Figura 10.18. Esquema simplificado com algumas das técnicas de preparação de amostras sólidas e líquidas (adaptado de LCGC Europe, Ridgway K., 2012).

A dificuldade de determinar todos os princípios ativos numa mesma corrida cromatográfica conduziu a uma divisão dos pesticidas segundo classes químicas, tais como piretróides, organoclorados, organofosforados, entre outros (Cabras, 2008). Existe uma panóplia de métodos para a determinação de pesticidas em uvas e vinho.

De Brabander *et al.* (2009), no seu artigo sobre futuras tendências na análise de resíduos a partir de uma perspetiva histórica, apresenta um esquema da evolução dos métodos usados na análise de resíduos (Figura 10.20.).

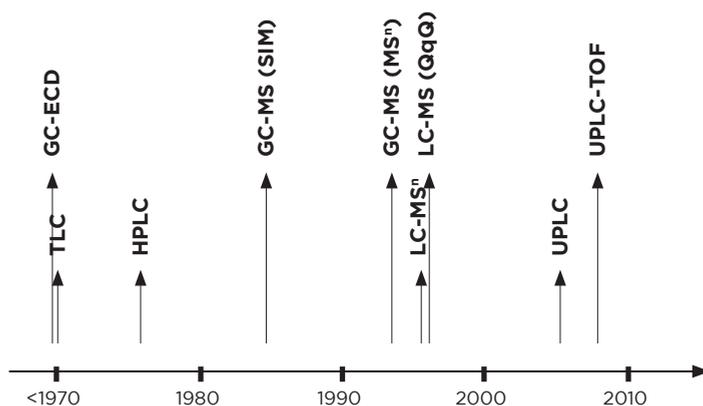


Figura 10.20. Evolução dos métodos usados na análise de resíduos (adaptado de de Brabander *et al.*, 2009).

Analisando a figura podemos constatar a predominância da análise cromatográfica, gasosa e líquida.

10.4.3.3.1. Cromatografia Gasosa (GC - Gas Chromatography)

A cromatografia gasosa é uma técnica analítica que permite a separação dos compostos com base na sua volatilidade. Desde que surgiu, na década de sessenta, revelou-se uma ferramenta poderosa para a análise multirresíduo, mas o desenvolvimento na tecnologia capilar e deteção, permitiram alargar o número de pesticidas analisados numa mesma corrida cromatográfica.

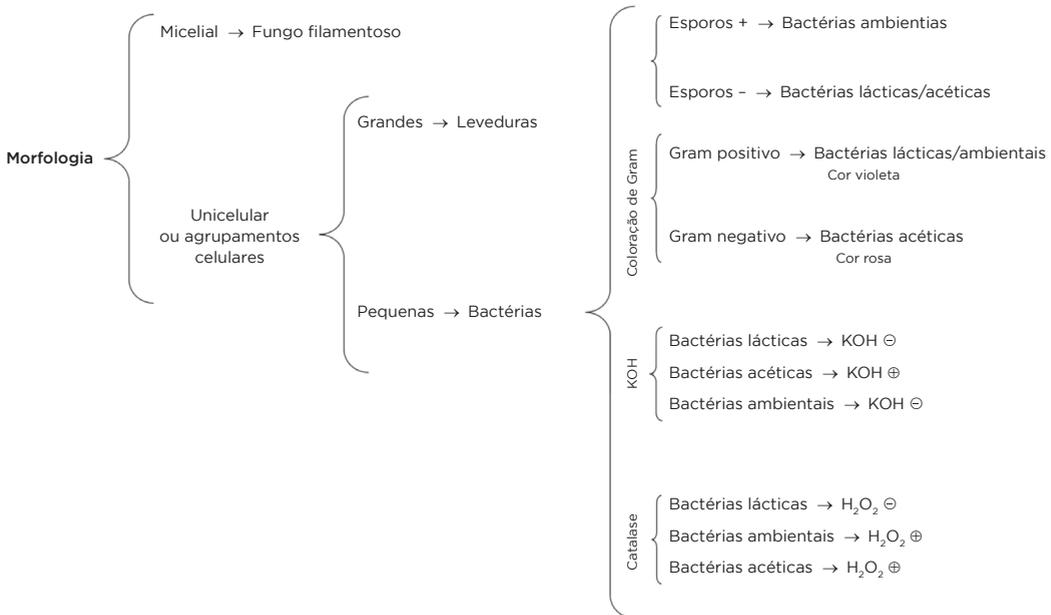
Os desenvolvimentos na tecnologia dos injetores cromatográficos, tais como o injetor de temperatura programável (PTV - *programmable temperature injector*) e injetor de elevados volumes de injeção (LVI - *large volume injector*), permitiram aumentar o volume injetado conduzindo a melhorias na capacidade de deteção.

respondente ao valor de URLs obtido. Por isso, devem ser previamente efetuadas retas de calibração em que se relaciona o número de células do microrganismo em causa com valores de URLs. A reta de calibração deve ser feita usando vários pontos num intervalo de 0 a 2×10^6 UFC/mL de leveduras, por exemplo, com pelo menos 3 repetições.

11.4. Identificação dos microrganismos presentes nas amostras: provas presuntivas

Os microrganismos que maioritariamente aparecem nos mostos e vinhos enquadram-se dentro dos seguintes grupos: fungos filamentosos, leveduras, bactérias do ácido láctico (BAL) e bactérias do ácido acético (BAC). Na Tabela 11.1. são apresentadas as características gerais que permitem identificar os microrganismos do vinho.

Tabela 11.1. Chave dicotómica para a identificação de microrganismos do vinho



Morfologia e agrupamentos celulares

As leveduras podem ser definidas como fungos unicelulares cujo crescimento vegetativo resulta predominantemente de gemulação ou cisão binária (espécies do género *Schizosaccharomyces*) não estando as suas formas sexuadas associadas a um corpo de frutificação (Phaff *et al.*, 1978; Kurtzman e Fell, 1998; Deak e Beuchat, 1996). A capacidade de forma-

hidrogénio, originando oxigénio e água, aparece na maioria dos seres vivos, incluindo nas bactérias aeróbias e aeróbias facultativas. A sua presença pode ser detetada por um teste simples e rápido que, no caso dos vinhos, permite distinguir, as BAL que são catalase-negativo das BAC que são catalase-positivo.

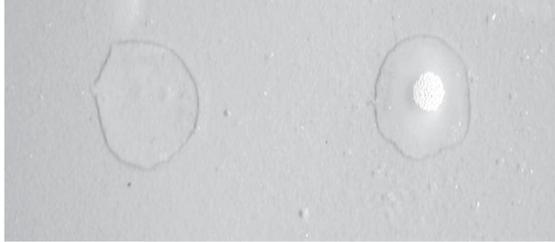


Figura 11.1. Pesquisa de catalase: sobre uma lâmina de vidro coloca-se uma gota de água oxigenada a 3% e espalha-se uma porção generosa da cultura com uma ansa de repicagem. Verifica-se se há ou não desprendimento gasoso (O_2). Na imagem à direita vemos as bolhas do desprendimento de O_2 (reação positiva) e à esquerda a ausência de desprendimento gasoso (reação negativa).

11.5. Classificação a nível do género e identificação ao nível da espécie por métodos convencionais

Identificação de leveduras

A identificação das leveduras é essencial para a realização de estudos ecológicos e para conhecer a dinâmica das comunidades microbianas ao longo da vinificação, para avaliar o efeito dos tratamentos enológicos e para conhecer a espécie responsável por algumas das alterações do vinho. Mas, por vezes, é necessário diferenciar entre estirpes pertencentes à mesma espécie por diversas razões como, verificar se um dado inóculo é diferente de outro, saber se a estirpe inoculada é a que domina no final da fermentação e para determinar se uma dada estirpe não desejada está instalada na adegas.

A abordagem clássica de classificação das leveduras do vinho e os testes que permitem a identificação presuntiva ao nível do género estão sumarizados na chave de identificação apresentada na Tabela 11.2. Testes fisiológicos em conjugação com a observação microscópica das células são necessários para a discriminação de espécies e géneros. A morfologia colonial e celular associada ao processo de reprodução sexuada e assexuada e às características de crescimento em meios de cultura líquidos e sólidos, capacidade de formação de pseudohifa ou micélio, são características que permitem distinguir um grande número de géneros (Phaff *et al.*, 1978, Deak e Beuchat, 1996). A produção excessiva de um dado metabolito (ácido acético) e a elevada resistência a agentes potencialmente inibidores, como a *cicloheximida* (actidiona) por exemplo, pode ser indicador da presença de *Dekkera*/

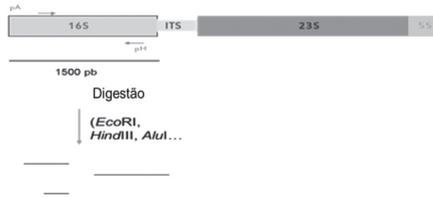


Figura 11.2. Operação ribossômica em procariotas

A escolha da enzima é fundamental para conseguir uma boa discriminação entre o grupo de espécies que nos interessa identificar. Existem ferramentas informáticas que nos podem facilitar a tarefa de seleção das enzimas mais adequadas e inclusivamente a identificação da bactéria em função do tamanho das bandas de digestão dos perfis obtidos – Nebcutter <http://tools.neb.com/NEBcutter2/index.php> e Webcutter 2.0 <http://bio.lundberg.gu.se/cutter2/>. Também se pode conseguir a identificação por comparação dos padrões de restrição obtidos com estirpes de referência. Com esta técnica tem-se conseguido identificar um grande número de BAL e BAC dos vinhos (Blasco, 2009; Rodas *et al.*, 2003, Ruiz *et al.*, 2000).

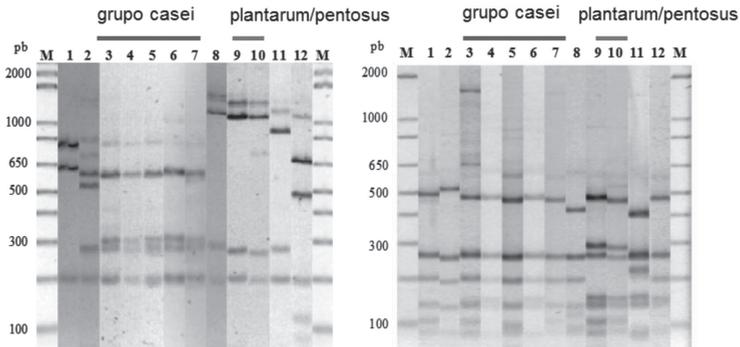


Figura 11.3. Perfis de 16S-ARDRA obtidos com as enzimas de restrição *BfaI* (A) y *MseI* (B).

- (1) *L. brevis* CECT 216; (2) *L. collinoides* CECT 922T; (3) *L. casei* CECT 475T; (4) *L. casei* ATCC 334; (5) *L. paracasei* subsp. *paracasei* CECT 4022T; (6) *L. rhamnosus* CECT 278T; (7) *L. zeae* ATCC 15820T; (8) *L. hilgardii* NCFB 264T; (9) *L. plantarum* CECT 748T; (10) *L. pentosus* CECT 4023T; (11) *L. mali* CECT 4149; (12) *L. coryniformis* subsp. *coryniformis* CECT 982T.

M: marcador de peso molecular "1 Kb plus" (Invitrogen).

A limitação que apresenta é que é incapaz de diferenciar entre espécies cuja similitude de sequência 16S é muito alta, como sucede no caso das espécies *L. plantarum* e *L. pentosus* e as do grupo taxonómico "casei" (Figura 11.3.). Conseguem-se nestes casos uma melhor resolução utilizando o gene *rpoB*, tal como demonstraram Claisse *et al.* (2007).

et al., 2001), análise otimizada das sequências interdelta (Schuller *et al.*, 2004), hibridação in situ fluorescente, FISH (Xufre *et al.*, 2006). Sem dúvida a técnica mais poderosa é a PCR quantitativa, também denominada PCR em tempo real ou simplesmente qPCR e que, nos vinhos, tem sido mais utilizada na deteção e identificação de leveduras de contaminação, concretamente dirigida para detetar e identificar *Dekkera/Brettanomyces* (Phister e Mills, 2003; Tessonnière *et al.*, 2009; Ibeas *et al.*, 1996; Portugal e Ruiz-Larrea, 2013) ou a qPCR utilizando os *primers* DB90F e DB394R, dirigidos para a região D1-D2 do gene 26S do rRNA em combinação com a restrição do produto de 305-pb com a enzima *DdeI* para diferenciar *B. bruxellensis* de *B. anomalus* (PCR-restriction enzyme) (Cocollin *et al.*, 2004). O procedimento de deteção/identificação de *B. bruxellensis* por qPCR é apresentado com detalhe numa Resolução aprovada pela OIV², na qual foram escolhidas duas regiões alvo: o gene que codifica o 26S e o *RAD4* (Cocollin *et al.*, 2004, Ibeas *et al.*, 1996); para validar a robustez dos processos de extração e amplificação do DNA, é usado como controlo interno, o *Lip4* de *Yarrowia lipolytica*. A deteção e quantificação de *Dekkera/Brettanomyces* podem ainda ser efetuadas através de *kits* atualmente existentes no mercado (VINEO™ Extract DNA Kit Ref.: 354-8100, BioRad; PCR Application: Screening *Brettanomyces/Dekkera*, PiKa Weihenstephan, De).

a) Em organismos eucariotas, os genes ribossomais (5.8S, 18S e 26S) agrupam-se em tandem formando unidades de transcrição que estão repetidas no genoma entre 100 a 200 vezes.

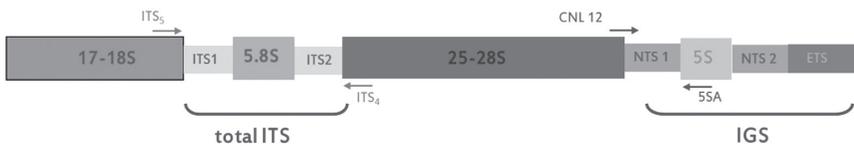


Figura 11.5. Operação ribossômico em eucariotas. Organização em tandem.

Em cada unidade de transcrição existem regiões que se transcrevem mas não se processam, são os espaçadores internos (ITS) e os externos (ETS); por sua vez, cada cópia do operão está separada do seguinte por regiões não transcritas denominadas NTS ou IGS. O gene 5S não se inclui na unidade de transcrição mas aparece adjacente na mesma unidade de repetição em tandem. Estas regiões ribossomais apresentam zonas conservadas e variáveis que são muito úteis para o estabelecimento de relações interespecíficas e supra-específicas. Um dos métodos mais usados para a identificação de espécies de leveduras é a sequenciação dos domínios D1 e D2 situados no extremo 5' do gene 26S e do gene 18S. A existência de um grande número de sequências destas regiões existentes em bases de dados já publicadas permite a identificação de um isolado, se a similitude das sequências

¹ Résolution OIV-OENO 414/2011.

Na Figura 11.6. pode ver-se o resultado da aplicação desta técnica para avaliação do grau de implantação de uma estirpe de *S. cerevisiae* numa vinificação, utilizando para isso o protocolo de Querol *et al.* (1992) e a enzima *HinfI*.

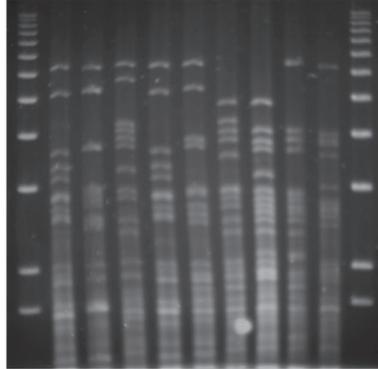
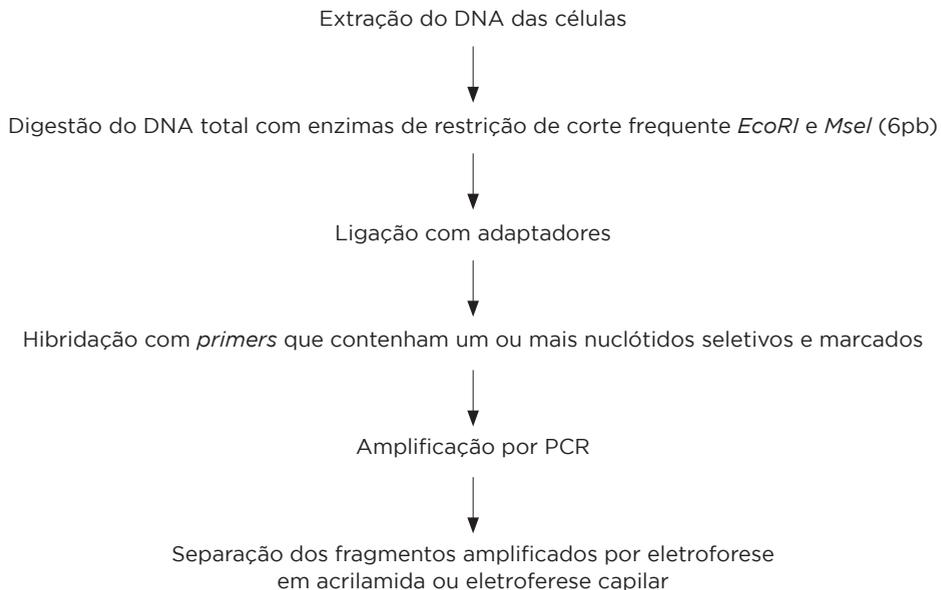


Figura 11.6. Resultado da aplicação da técnica para avaliação do grau de implantação de uma estirpe de *S. cerevisiae* numa vinificação, utilizando para isso o protocolo de Querol *et al.* (1992) e a enzima *HinfI*.

Outra técnica que se baseia na digestão do DNA, mas desta vez total e na amplificação seletiva de parte dos fragmentos digeridos, é a técnica denominada *Amplified Fragment Length Polymorphisms* (AFLP). Apresenta-se seguidamente as etapas envolvidas nesta técnica:



13.1. Origem geográfica

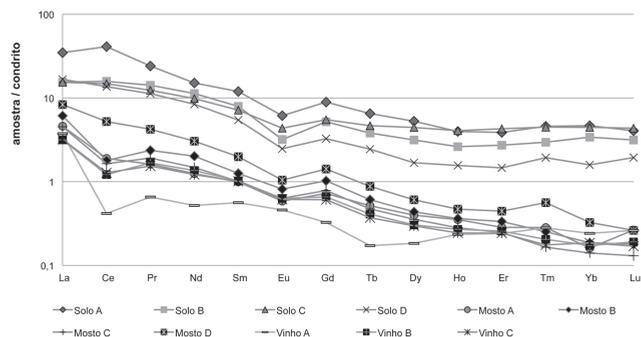


Figura 13.2. Curvas de normalização ao condrito de solos, mostos e vinhos das DO Dão (amostras A), Óbidos (amostras B e C) e Palmela (D).

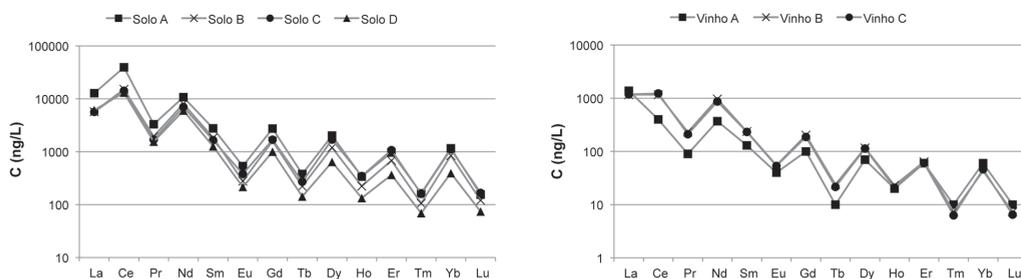


Figura 13.3. Perfis de distribuição de REE em vinhos e solos de origem das DO Dão (amostras A), Óbidos (amostras B e C) e Palmela (D).

Os solos os REE são frequentemente referidos como bons indicadores de origem geográfica, uma vez que refletem a natureza geológica dos solos. Apesar disso, poderão ser marcadores inconsistentes, especialmente para vinhos brancos. É conhecida a influência das bentonites na composição mineral dos vinhos, podendo alterar por contaminação os perfis de distribuição de REE (Jakubowski *et al.*, 1999; Mihucz *et al.*, 2006; Rossano *et al.*, 2007; Catarino *et al.*, 2008b). Para além destes auxiliares tecnológicos, também alguns materiais usados na operação de filtração (membranas de celulose, sílica), podem provocar ligeiros enriquecimentos nas concentrações de REE.

Métodos analíticos

Tradicionalmente, na análise de REE eram usadas as técnicas de Fluorescência de Raios X, ICP-AES e NAA (*Neutron Activation Analysis*). A principal dificuldade na determinação analítica destes elementos em mostos e vinhos consiste na sua presença em concentrações extremamente baixas. A técnica analítica de ICP-MS, anteriormente descrita, é atu-

melhor ou pior comportamento à vedação poderá ser alcançado, ainda que o comportamento à vedação das rolhas de cortiça natural não dependa única e exclusivamente da sua qualidade visual.

Assim se compreende a importância de proceder a uma triagem (ou escolha) das rolhas de cortiça durante o seu processamento industrial, assente na avaliação da sua porosidade e na deteção e qualificação dos eventuais defeitos ocorrentes.

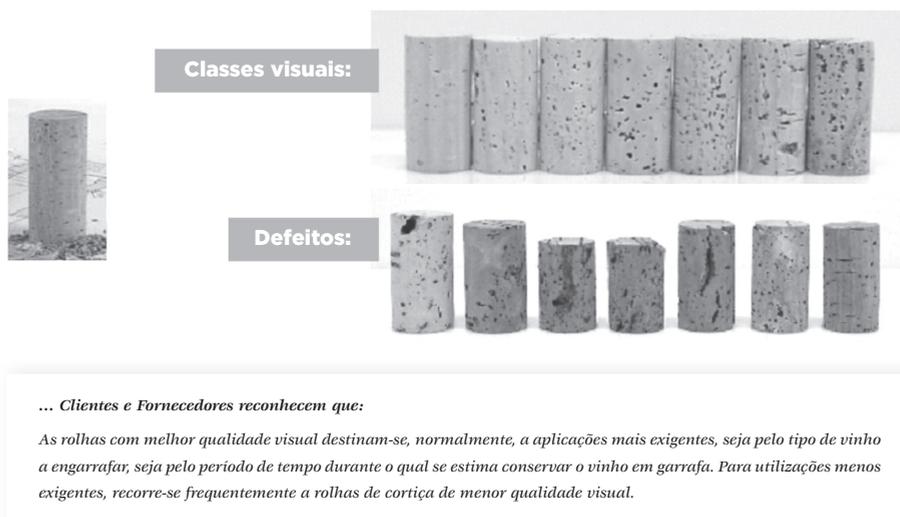


Figura 15.1. Análise da qualidade visual das rolhas de cortiça: Classes visuais e defeitos.

Não obstante a incontornável subjetividade inerente ao exercício de escolha visual, é possível realizar uma seleção (ou escolha) das rolhas de cortiça em diferentes classes visuais, dependendo da respetiva porosidade. Assim, é prática corrente distribuir as rolhas de cortiça natural por oito classes visuais. Por ordem crescente de porosidade, estas classes são designadas por Flor, Extra, Superior, Primeiro, Segundo, Terceiro, Quarto e Quinto.

Numa abordagem mais recente, sugere-se a distribuição das rolhas de cortiça por quatro gamas de qualidade global, a saber: Top, Média, Comercial e Económica, conforme proposto pelo já mencionado *Guia Internacional para a Compra de Rolhas de Cortiça para Vinhos Tranquilos* (ver Tabela 15.1.).

Descritos como irregularidades estruturais das rolhas de cortiça, os defeitos podem ter origem em:

- Fenómenos biológicos associados ao crescimento da cortiça na árvore (desvios ao normal processo de crescimento e suberificação das membranas celulares);

elevada projeção qualitativa a requererem normalmente, rolhas de maior comprimento). De salientar porém que o comprimento máximo da rolha de cortiça a utilizar se encontra limitado pela necessidade de garantir uma adequada câmara de expansão no interior do gargalo da garrafa (espaço compreendido entre o nível do líquido e o topo inferior da rolha de cortiça), permitindo deste modo uma correta expansibilidade volumétrica do vinho em condições de exposição a variações na temperatura ambiente.

Enquanto ferramentas de auxílio ao estudo do perfil interno do gargalo das garrafas, recorre-se usualmente a sistemas automáticos de medição de interiores, permitindo um varrimento dos gargalos em profundidade. Decorrente da análise ao perfil interno do gargalo da garrafa, torna-se assim possível o conhecimento da conicidade e ovalização dos gargalos, fatores de particular importância na garantia da adequabilidade dimensional da rolha de cortiça ao perfil interno do gargalo das garrafas.

Na figura seguinte apresenta-se uma das soluções vulgarmente utilizada na análise ao perfil interno do gargalo das garrafas.



Figura 15.2. Sistema automático de medição de interiores, vulgarmente utilizado na caracterização dimensional do perfil interno do gargalo das garrafas.

A importância da quantidade e do tipo de tratamento utilizados no acabamento superficial das rolhas de cortiça

Com o objetivo de facilitar a introdução e extração dos vedantes do interior dos gargalos das garrafas, são utilizados produtos específicos no acabamento de superfície das rolhas de cortiça, procurando conferir-lhes a lubrificação necessária ao seu correto desempenho no rolhamento e desarmalhamento do interior dos gargalos das garrafas. Simultaneamente,

Química Enológica

— métodos analíticos

2.^a Edição

EDITORES CIENTÍFICOS

A.S. Curvelo-Garcia
Paulo Barros

com Nota de Abertura do Professor Doutor Fernando Bianchi de Aguiar
e Prefácio do Professor Doutor Jorge Calado

Sobre a obra

Considerando o impacto que a 1.^a edição deste livro teve, entendeu a editora fazer uma 2.^a edição que lhe sucedesse. A experiência mostrou-nos que fomos bem sucedidos ao utilizar a língua portuguesa na redação deste livro, o que hoje é relativamente raro em livros científicos editados em Portugal.

Trata-se de uma obra que pretendeu focar novos conhecimentos sobre o controlo da qualidade de vinhos e de outros produtos de origem vitícola (aguardentes e vinagres de vinho), envolvendo quer uma atualização do conhecimento existente, quer a abordagem de temas e áreas normalmente pouco exploradas, como o controlo da qualidade da análise, a análise sensorial, a caracterização da autenticidade dos vinhos (origem geográfica e origem varietal), a segurança alimentar, os materiais em contacto com os vinhos (madeiras e rolha de cortiça), operações de tecnologia enológica e seu controlo, seja o das próprias práticas tecnológicas, seja o dos próprios produtos enológicos, bem como os princípios gerais que deverão presidir à construção de novos laboratórios de análise de vinhos e de outros produtos vitícolas.

Contámos com a colaboração de diversos investigadores e técnicos portugueses e espanhóis, sublinhando-se assim a importância da investigação na área da Enologia que tem vindo a ser desenvolvida. Revelando a enorme capacidade de pólos universitários, de centros de investigação e até de grupos empresariais, este livro veio sublinhar a qualidade e a importância da investigação no âmbito da ciência enológica que tem vindo a ser desenvolvida em Portugal nas últimas décadas.

A obra segue um enquadramento nas diretrizes definidas pela OIV, enquanto organização intergovernamental mundial para o setor vitivinícola, pela União Europeia, dado o seu decisivo papel para a regulamentação setorial e pelo Estado português, dado o principal alvo a que se destina.

A.S. Curvelo-Garcia e Paulo Barros, *Editores Científicos*

Prémio OIV 2016
Enologia



Apoio



Também disponível em formato e-book



www.agrobook.pt

agrobook