FIZZIOLOGIA

Elaboração de Vinhos Espumantes segundo o Método Clássico

PEDRO GUEDES

agrobook

AUTOR
Pedro Guedes

TÍTULO
FIZZIOLOGIA – Elaboração de Vinhos Espumantes segundo o Método Clássico

EDIÇÃO
Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO
Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA
Agrobook – Conteúdos de Agronomia e Engenharia Alimentar

DISTRIBUIÇÃO
Booki – Conteúdos Especializados
Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO
Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN
Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt
Fotografia e figuras adaptadas por Pedro Botelho | XTO Design.

APOIO
CAP - Confederação dos Agricultores de Portugal · www.cap.pt
AGROTEC – Revista Técnico-Científica Agrícola · www.agrotec.pt

IMPRESSÃO
Novembro, 2021

DEPÓSITO LEGAL
483919/21

A cópia ilegal viola os direitos dos autores.
Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2021 | 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 e do Autor, e 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: 9789899017597
E-book: 9789899017603

Catalogação da publicação
Família: Agronomia
Subfamília: Vitivinicultura e Enologia.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS V
PREFÁCIO DE UM LADO DO ATLÂNTICO XI
PREFÁCIO DE OUTRO LADO DO ATLÂNTICO XIII
UNIDADES, ABREVIATURAS E SIGLAS XV

INTRODUÇÃO 19
CAPÍTULO 1. O MÉTODO CLÁSSICO 25
1.1. AS UVAS 29
1.2. PRENSAGEM 32
1.2.1. MODELOS DE PRENSAS 38
1.3. TRATAMENTO DOS MOSTOS 41
1.4. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA 43
1.5. ESTÁGIO DOS VINHOS BASE E OS VINHOS DE RESERVA 44
1.6. CLARIFICAÇÃO 47
1.7. ESTABILIZAÇÃO TARTÁRICA 48

CAPÍTULO 2. BOLHA E ESPUMA 53
2.1. A MOLÉCULA DE CO_2 55
2.2. A MOLÉCULA DE CO_2 NO VINHO 57
2.3. LEI DE HENRY 58
2.4. CICLO DE VIDA DE UMA BOLHA 60
2.4.1. NUCLEAÇÃO DA BOLHA 61
2.4.2. ASCENSÃO DA BOLHA 64
2.4.3. COLAPSO DA BOLHA 65
2.4.3.1. FORMAÇÃO DE *JET DROPS* 67
2.5. CARACTERÍSTICAS DAS ESPUMAS 68
2.5.1. REARRANJO 69
2.5.2. DRENAGEM 70
2.5.2.1. PRESSÃO DE DISJUNÇÃO 71
2.5.2.2. RUTURA DO FILME 71
2.5.3. COALESCÊNCIA 72
2.5.4. MATURAÇÃO DE OSTWALD (DESPROPORCIONAMENTO) 73
2.5.5. RESSORÇÃO 73
2.6. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DAS ESPUMAS 73
2.6.1. MÉTODOS GLOBAIS 74
2.6.1.1. MÉTODO DE BARTSCH 74
2.6.1.2. TESTE DE BIKERMAN 74
2.6.1.3. TESTE ROSS-MILES 75

2.6.1.4. MÉTODO DE YU 76
2.6.1.5. MÉTODO DE DICKINSON 76
2.6.1.6. MOSALUX 76
2.6.1.7. MÉTODO DE RUDIN 78
2.6.1.8. VISÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR (VAO) 79
2.6.1.9. QUANTIFICAÇÃO VISUAL 80
2.6.2. MÉTODOS SEMIGLOBAIS 80
2.6.3. MÉTODOS LOCAIS 80
2.6.3.1. TENSIOMETRIA 81
2.6.3.2. ELIPSOMETRIA 81
2.6.3.3. MICROSCOPIA DE ÂNGULO DE BREWSTER 81
2.6.4. MÉTODOS DE ESCALA MOLECULAR 81

CAPÍTULO 3. TIRAGEM 83
3.1. LEVEDURA 86
3.1.1. PROPAGAÇÃO A PARTIR DE UMA CULTURA DE LEVEDURAS SECAS ATIVAS 88
3.1.2. PROPAGAÇÃO A PARTIR DE CULTURAS EM AGAR 91
3.1.3. LEVEDURAS IMOBILIZADAS 92
3.1.4. PROPAGAÇÃO A PARTIR DE LEVEDURAS INDÍGENAS 95
3.1.5. OBSERVAÇÃO DIRETA DA CULTURA DE LEVEDURAS 97
3.1.5.1. UTILIZAÇÃO DO HEMOCITÓMETRO 98
3.1.5.2. COLORAÇÃO VITAL COM AZUL-DE-METILENO 100
3.1.5.3. CITOMETRIA DE FLUXO 101
3.2. FATORES CONDICIONANTES DA SEGUNDA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA 102
3.2.1. ÁLCOOL 103
3.2.2. TEMPERATURA 103
3.2.3. pH 105
3.2.4. GÁS CARBÓNICO 106
3.2.5. OXIGÉNIO 106
3.2.6. DIÓXIDO DE ENXOFRE 107
3.3. PREPARAÇÃO DO VINHO BASE PARA A TIRAGEM 108
3.4. CONTROLO DE QUALIDADE 111
3.4.1. A CÁPSULA E O CONTROLO DE CAPSULAGEM NA TIRAGEM 111
3.4.1.1. BARREIRA CO_2/O_2 112
3.4.1.2. CONTROLO DO POSICIONAMENTO DA CÁPSULA 113
3.4.1.3. CONTROLO DO DIÂMETRO DE FIXAÇÃO E APERTO DA CÁPSULA 114
3.4.1.4. CONTROLO DO ARCO DA CÁPSULA 115
3.4.1.5. CONTROLO DA COMPRESSÃO DA JUNTA 115
3.4.1.6. CONTROLO DA CAPSULAGEM PELO TESTE DE PONTO DE BORBULHA 115
3.4.2. OBTURADOR 116
3.4.3. PRODUÇÃO DE GARRAFAS PARA PRODUTOS CARBONADOS 117

3.4.3.1. FORMATOS DAS GARRAFAS DE ESPUMANTE 118
3.4.3.2. ASPETOS TÉCNICOS NA SELEÇÃO DA GARRAFA 118
3.5. CONTROLO DA *PRISE DE MOUSSE* 121
3.5.1. NÍVEL E TEMPERATURA DE ENCHIMENTO NA TIRAGEM 121
3.5.2. AS MEDIÇÕES AFROMÉTRICAS 122

CAPÍTULO 4. ESTÁGIO EM CONTACTO COM A LEVEDURA 127
4.1. PROCESSOS BIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO *SÛR LATTES* 130
4.1.1. CICLO DO AZOTO 130
4.1.2. AUTOFAGIA 130
4.1.3. AUTÓLISE 131
4.1.3.1. *POIGNETAGE* 135
4.2. INTERAÇÕES GASOSAS *SÛR LATTES* 136
4.2.1. O CASO PARTICULAR DA ROLHA DE CORTIÇA NA TIRAGEM 138
4.3. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE *OUTPUTS* E *INPUTS* ATRAVÉS DOS VEDANTES 139
4.4. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS GASES DISSOLVIDOS NO VINHO 140

CAPÍTULO 5. *REMUAGE* 143
5.1. OS ADJUVANTES DE *REMUAGE* 147

CAPÍTULO 6. *DÉGORGEMENT* 151
6.1. A *DOSAGE* E OS VINHOS DE RESERVA 155
6.2. INTERESSE ENOLÓGICO DAS REAÇÕES DE MAILLARD 156
6.3. CONTROLO DE QUALIDADE DO *DÉGORGEMENT* 157
6.4. *JETTING* 157
6.4.1. FATORES DE HETEROGENEIDADE NO *DÉGORGEMENT* 159
6.4.2. *INPUTS* DE OXIGÉNIO 160
6.4.3. O INTERESSE DA INERTIZAÇÃO NO *DÉGORGEMENT* 161
6.4.4. PONTOS DE CONTROLO PARA OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE *JETTING* 162
6.5. *GERBAGE* 164
6.5.1. ORIGEM DOS EVENTOS DE *GERBAGE* 166
6.5.2. FERRAMENTAS PARA MINIMIZAR A *GERBAGE* 168
6.6. A ROLHA DE EXPEDIÇÃO 169
6.6.1. OS DESVIOS ORGANOLÉTICOS 172
6.6.2. CONTROLO DE QUALIDADE 173
6.6.2.1. CONTROLOS FÍSICOS 173
6.6.2.2. CONTROLOS VISUAIS 175
6.6.2.3. CONTROLOS SENSORIAIS 176
6.6.3. RECOMENDAÇÕES DE ARMAZENAMENTO 177
6.7. *MUSELET* E PLACA 178
6.7.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ATUAIS 179

6.7.2. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO 179

CAPÍTULO 7. O RITUAL DE SERVIÇO DO ESPUMANTE 183
7.1. A ABERTURA DA GARRAFA DE ESPUMANTE 185
7.2. O SERVIÇO DO ESPUMANTE 186
7.3. O COPO 187
7.4. A TEMPERATURA DE SERVIÇO DO VINHO ESPUMANTE 191

CAPÍTULO 8. A PROVA DE ESPUMANTES 195
8.1. AVALIAÇÃO VISUAL 197
8.2. AVALIAÇÃO OLFATIVA 199
8.3. AVALIAÇÃO GUSTATIVA 202

CAPÍTULO 9 - CONSERVAÇÃO DAS GARRAFAS DE ESPUMANTE 207

ANEXOS CCXIII
ANEXO I - LÉXICO CCXV
ANEXO II - PREPARAÇÃO DA TIRAGEM – EXEMPLO PRÁTICO CCXXXV
ANEXO III - UTILIZAÇÃO DO HEMOCITÓMETRO CCXXXVII
ANEXO IV - COLORAÇÃO VITAL COM AZUL-DE-METILENO CCXXXIX
ANEXO V - TIRAGEM LABORATORIAL CCXLI
ANEXO VI - IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS DAS GARRAFAS DE ESPUMANTE CCXLIII
ANEXO VII - RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO E A QUANTIDADE DE CO_2 CCXLVII
ANEXO VIII - CONSTANTE DE CO_2 DA LEI DE HENRY NO ESPUMANTE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA CCXLIX
ANEXO IX - TABELA DE CONVERSÃO DE DIFERENTES UNIDADES DE PRESSÃO: PSI – kg/CM^2 – BAR CCLI
ANEXO X - TABELA DE CONVERSÃO: daN / kgf CCXLIII
ANEXO XI - CONTROLO DE QUALIDADE NO *DÉGORGEMENT* CCLV
ANEXO XII - VALORES MÉDIOS DE PERDA DE CO_2 (CM^3/24 HORAS) EM GARRAFAS COM CÁPSULA (Ø 29) DE JUNTA SINTÉTICA E BIDULE CCLXIII

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CCLXVII
ÍNDICE DE FIGURAS CCLXXXVII
ÍNDICE DE TABELAS CCLXXXIX

suscetibilidade à oxidação, o que resulta em vinhos de maior elegância e frescura.

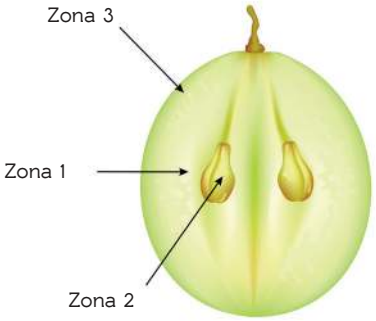


Figura 1.1. Identificação das diferentes zonas de extração de mosto de um bago. / Fonte: Guillard *et al.*, 2010

Ao proceder-se à extração do mosto a partir da uva inteira, por bica aberta, deve ter-se como objetivo preservar a integridade dos bagos, de forma que os constituintes dos mostos provenientes das três zonas atrás indicadas não se misturem. Desta forma, é preferível não efetuar vindima mecânica, devendo proteger-se as uvas de um eventual esmagamento nas operações precedentes à sua prensagem, nomeadamente no seu manuseamento durante a vindima e no seu transporte até à adega. Embora seja frequentemente indicada a proibição da vindima mecânica na região de Champagne, na realidade, a legislação não a proíbe *per se*. O que de facto é imposto em termos legais é a vindima do cacho inteiro, que constitui à data uma impossibilidade operacional para as máquinas de vindimar. Desta forma, para que esta se torne uma realidade em Champagne, pelo menos uma de duas premissas terá de se alterar: ou as máquinas de vindimar conseguem efetuar a vindima do cacho inteiro, ou se verificou uma alteração da legislação. A título exemplificativo, em 2016, a Moët et Chandon tentou efetuar um ensaio de vindima mecânica numa parcela de dois hectares de vinha, mas no último momento a associação intersindical CGT Champagne conseguiu impedir a realização do ensaio. Tendo em conta a forma como os ácidos e os açúcares se encontram dispostos no bago de uva, a extração de mosto ocorre em primeiro lugar na polpa durante as primeiras fases de prensagem e é geralmente o mais adequado à elaboração de espumante com potencial qualitativo superior, segundo o método clássico. Mesas de transporte e elevadores de uvas que possam danificar a integridade dos bagos são consideradas indesejáveis.

No que diz respeito à operacionalidade da prensagem, a primeira fração de mosto extraído contém poeiras e resíduos e encontra-se frequentemente oxidado como resultado de um rebentamento inadvertido dos bagos durante a vindima, transporte e manuseamento das uvas. A fração *cuvée* é a que apresenta melho-

principais construtores deste modelo de prensas são Bucher, Diemme, Jouglet, Mazancourt, Péra, Siprem e Wilmes, podendo existir modelos com diversas dimensões e capacidades, bem como com aplicações suplementares que podem por exemplo, permitir a extração de mostos em ambiente anaeróbico, minimizando de uma forma efetiva a exposição ao oxigénio. Nestes modelos, a membrana que se encontra disposta longitudinalmente ao longo do tambor exerce pressão diretamente sobre o bolo de prensagem, sendo o mosto recolhido num coletor, por intermédio de drenos dispostos numa posição oposta face à membrana, também no interior do tambor de prensagem.

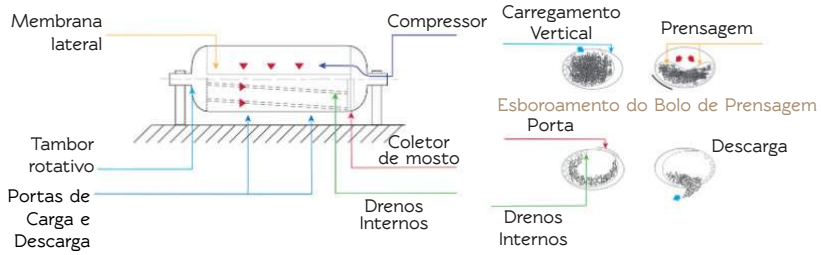
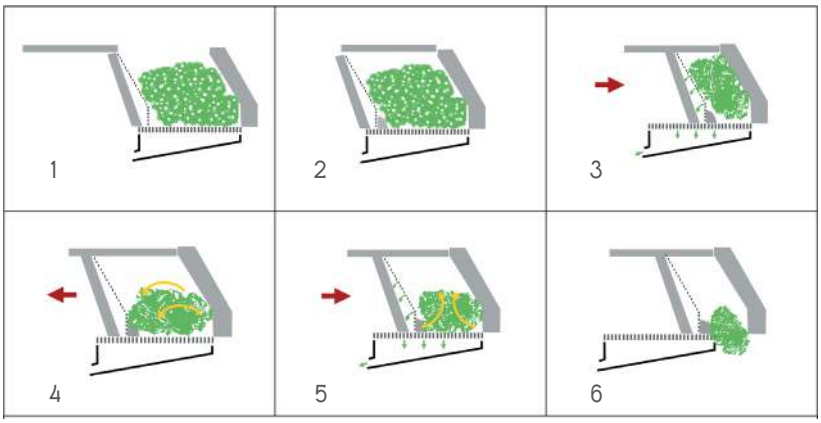


Figura 1.3. Princípio de funcionamento de uma prensa horizontal de membrana lateral. / Fonte: Adaptado de Guillard *et al.*, 2010.

Por último, apresenta-se o modelo que representa a mais recente inovação técnica: a prensa horizontal hidráulica com impulso lateral e prato inclinado. Abaixo encontra-se uma ilustração (figura 1.4.) referente ao seu princípio de funcionamento.



LEGENDA DA FIGURA

1. Carregamento da prensa
2. Colocação da prensa em trabalho
3. Primeiro ciclo de prensagem e extração do mosto
4. Descompressão
5. Segundo ciclo de prensagem e extração do mosto
6. Interrupção da pressão e descarga do bolo de prensagem.

Figura 1.4. Diferentes etapas do ciclo de prensagem de uma prensa horizontal hidráulica com impulso lateral e prato inclinado. / Fonte: Adaptado de Grimi, 2009.

2.4.1. NUCLEAÇÃO DA BOLHA

Em 1878, Gibbs foi o primeiro a estudar (de forma teórica) o fenómeno de nucleação, que por definição se trata da criação de uma bolha de gás numa fase líquida. Esta implica a separação das moléculas do líquido e, portanto, de um aporte energético. Habitualmente, a nucleação é classificada em duas categorias: nucleação homogénea (compreende a formação de bolhas num líquido homogéneo sem cavidade gasosa pré-existente e é impossível no caso do espumante) e nucleação heterogénea (formação de bolhas a partir de uma heterogeneidade sólida ou gasosa presente no líquido – no caso dos espumantes, praticamente só as heterogeneidades gasosas são fontes de nucleação). Existem três tipos de nucleações heterogéneas: (1) a clássica, quando a bolha é criada *ex nihilo* num corpo sólido e a tensão superficial é mais baixa do que a do líquido, (2) a pseudoclássica, quando pré-existe uma bolsa de gás cuja energia é inferior à energia necessária para criar uma bolha de raio crítico, sendo a barreira energética a superar reduzida e a nucleação facilitada, e (3) a não clássica, quando existe uma bolsa de gás de energia superior à energia de criação da bolha pré-existente e o sistema evolui de forma espontânea no sentido de crescimento da bolha, pois a barreira energética encontra-se já superada. No caso particular dos espumantes, os locais de nucleação são apenas do tipo pseudoclássico ou não clássico, isto porque, em líquidos com rácios de sobressaturação baixos como as bebidas carbonadas, a formação e crescimento de bolhas requer a pré-existência de cavidades de gás com um raio de curvatura suficientemente grande para ultrapassar a barreira da energia de nucleação. Quer isto dizer que o raio de curvatura deve ser superior ao raio crítico para ultrapassar a barreira energética de nucleação (que é tanto menor, quanto menor for o ângulo de contacto entre a interface gás/líquido e o sólido) e crescer livremente. No copo onde é servido o espumante, a maioria dos locais de nucleação encontram-se localizados em cavidades de gás pré-existentes, aprisionadas no interior de estruturas ocas de fibras de celulose, na ordem dos 100 μm de comprimento e de alguns micrómetros de abertura.

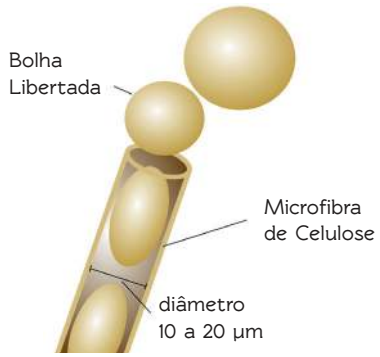


Figura 2.2. Representação esquemática da nucleação de uma bolha a partir de uma microfibra de celulose. /
Fonte: Adaptado de Liger-Belair *et al.*, 2002.

2. Formação de uma cavidade na superfície. Enquanto colapsa, as secções lateralmente opostas da cavidade da bolha movimentam-se no mesmo sentido e projetam um jato de líquido de alta velocidade acima da superfície livre. Uma bolha extremamente pequena (aproximadamente 100 μm) encontra-se localizada perto da base do jato de líquido, aprisionada durante o processo de colapso;

3. Enquanto colapsa, a cavidade da bolha origina um jato (frequentemente designado por *worthington jet*) de alta velocidade de vinho acima da superfície. Devido à sua própria velocidade, o jato de líquido torna-se instável e divide-se em várias gotas, chamadas *jet drops*. O número, dimensão, altura e velocidade das gotas produzidas durante o colapso da bolha depende da sua (bolha) dimensão inicial. Os efeitos combinados da inércia e tensão superficial originam gotas variadas e de diversas formas;

4. Devido à sua velocidade, o jato torna-se instável e divide-se em várias gotas. As gotas ejetadas pela bolha mãe recuperam uma forma quase esférica. Devido às excitações superficiais seguintes ao colapso da bolha, ondas capilares centradas no seu rebentamento propagam-se através da superfície livre. Na figura 2.6.A. encontra-se representado de forma sequencial, as diferentes etapas inerentes ao colapso de uma bolha.

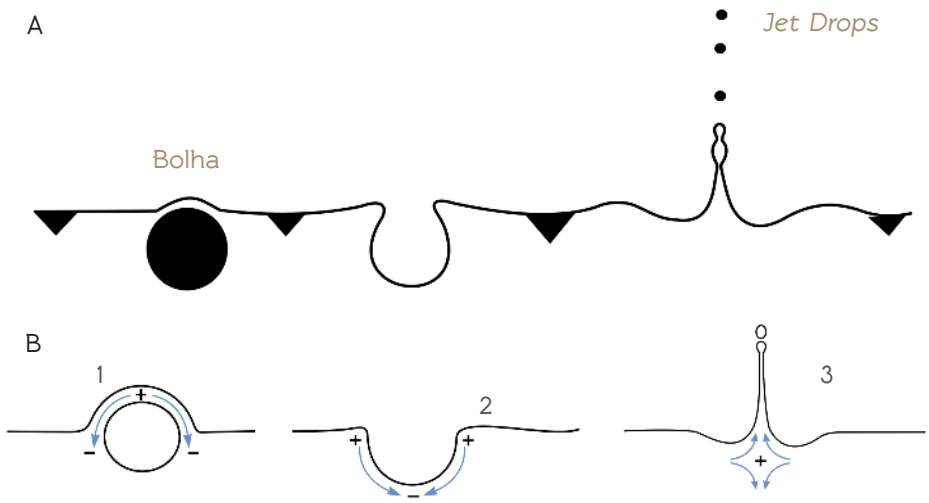


Figura 2.6. A) Representação do colapso da bolha e formação de *jet drops*;
B) Representação esquemática dos movimentos de vinho em redor da cavidade da bolha que colapsou, que conduz à formação de jatos de alta velocidade.
Os sinais +/- indicam a pressão acima (+) ou abaixo (-) da pressão atmosférica. /
Fonte: A. Adaptado de Liger-Belair *et al.*, 2012; B. Adaptado de Liger-Belair *et al.*, 2001.

2.5. CARACTERÍSTICAS DAS ESPUMAS

Os enólogos perceberam que algumas castas originam vinhos base de espumante que apresentam melhores propriedades relativamente à formação de espuma do que outras e que alguns tratamentos realizados nas adegas apresentam efeitos adversos na espuma, quer seja na sua formação ou no seu tempo de vida. Uma *mousse* de qualidade é caracterizada pela sua elegância e dimensão da bolha, alimentada por uma efervescência permanente e constante, bem como pela presença de um cordão de considerável dimensão, a fluir ao longo da *flûte*. Alguns dos fatores mais importantes nas propriedades efervescentes que caracterizam um espumante são a duração e temperatura da *prise de mousse*, bem como a estirpe de levedura responsável pela segunda fermentação alcoólica em garrafa. É, contudo, a qualidade do vinho base que mais influência exerce sobre as propriedades efervescentes do vinho espumante.

As espumas podem ser definidas como conjuntos de bolhas de gás polidispersas num estado de não equilíbrio, aglomeradas numa pequena quantidade de líquido, que contém surfactantes ou outros agentes tensioativos. Como as espumas não são termodinamicamente estáveis (espumas transitórias, quando o seu tempo de vida é curto em comparação com a escala de observação, ou espumas metaestáveis, quando o seu tempo de vida atinge ou excede a escala de observação), as suas propriedades de equilíbrio não podem ser medidas. Consequentemente, a caracterização da espuma deve ser efetuada por via analítica sob condições nas quais esta se encontra num estado pulsante ou ainda quando a destruição e a formação da espuma ocorrem de forma simultânea. Na figura 2.7. encontra-se representado o sistema genérico de uma espuma.

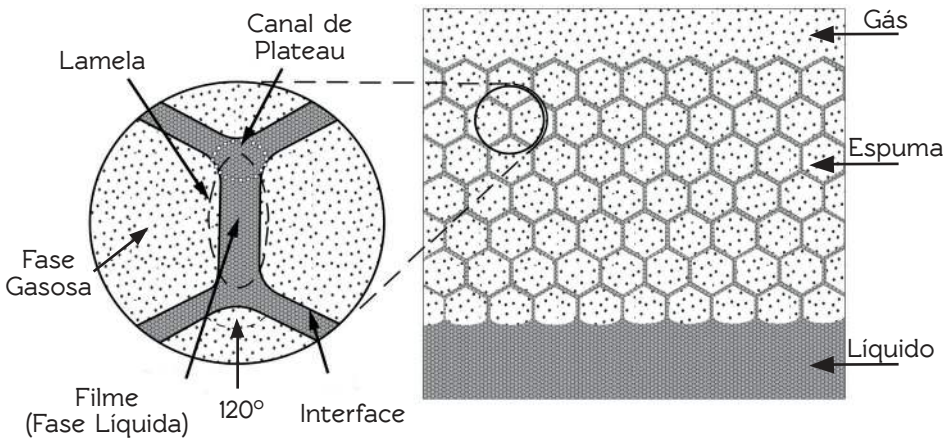


Figura 2.7. Sistema genérico de uma espuma. /
Fonte: Adaptado de Schramm e Wassmuth, 1994.

2.5.2. DRENAGEM

A drenagem da espuma é um complexo processo de natureza físico-química e hidrodinâmica, regulado por diversos fatores que atuam em simultâneo. A espuma consiste numa dispersão altamente concentrada de gás (fase dispersa) num líquido (fase contínua) que se encontra sujeita às leis da gravidade e que apresenta a tendência para as fases líquida e gasosa se separem com o decorrer do tempo. O líquido (vinho) contido na espuma flui a partir da região lamelar por ação gravitacional em direção aos canais, onde há uma menor pressão local. O canal de Plateau desempenha um importante papel na drenagem da espuma, uma vez que essa região, dada a curvatura da sua superfície, apresenta uma substancial diferença de pressão entre as fases líquida e gasosa. A hidrodinâmica e a reologia dos filmes líquidos determinam então a velocidade de drenagem e influenciam consequentemente a estabilidade das bolhas.

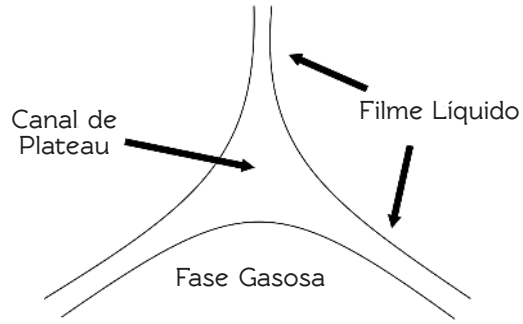
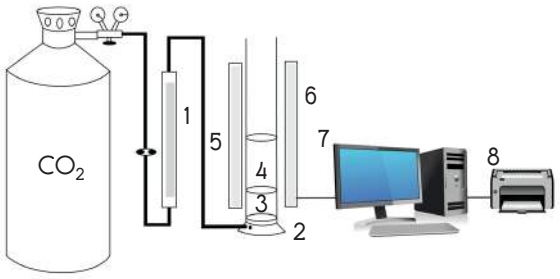


Figura 2.8. Representação de um canal de Plateau.
Fonte: Adaptado de Saleh, 2007.

Devido a este fenómeno de drenagem, a fração líquida contida na espuma tende para um equilíbrio mecânico que, uma vez estabelecido, se caracteriza por uma presença mínima de vinho, *i.e.*, da fração líquida, na parte superior e média da coluna de espuma (aproximadamente 10%) e, como consequência, as bolhas adotam uma forma poliédrica, através da qual a espessura do filme que as rodeia é mais fino devido à pequena quantidade de vinho presente. No entanto, a parte inferior da espuma tende para o valor limite de uma espuma líquida, apresentando as suas bolhas uma forma mais esférica.

A



LEGENDA DA FIGURA

1. Caudalímetro
2. Cerâmica Porosa
3. Vinho
4. Espuma
5. Emissor de raios infravermelhos
6. Recetor de raios infravermelhos

B

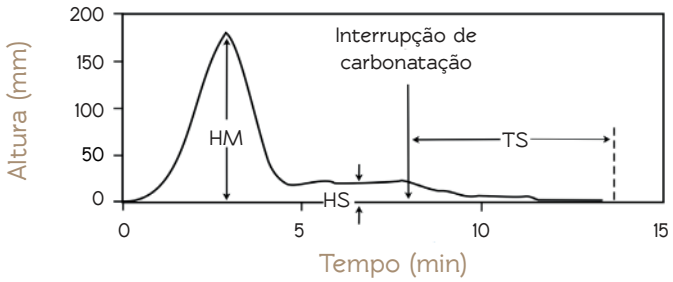


Figura 2.12. Mosalux. A) Esquema de funcionamento do sistema. B) Curva representativa da evolução tipo da espuma formada após a injeção de CO_2. / Fonte: Adaptado de Poinsaut, 1990.

Este teste permite obter uma curva que representa a evolução da altura da espuma produzida em função do tempo. Mantendo a pressão e o débito constantes, a espuma eleva-se na proveta e de seguida diminui para estabilizar, formando um *plateau*. Quando este *plateau* é alcançado, o fornecimento de dióxido de carbono é cortado e é determinado o hiato de tempo até que a espuma desapareça na sua totalidade, permitindo então medir três importantes parâmetros. O primeiro parâmetro que é passível de ser analisado é a altura máxima da espuma [HM], cujo valor é obtido um ou dois minutos após se iniciar de forma padronizada a efervescência artificial do vinho. Este valor corresponde à espuma formada assim que o espumante é servido no copo. O segundo parâmetro de estudo é designado por altura na estabilidade [HS] e o valor é obtido pela medição do período de tempo ocorrido entre a diminuição da espuma desde o seu volume máximo, até que estabilize a um determinado nível da proveta. Para obtenção deste valor, devem ser mantidas as mesmas condições de pressão e débito de dióxido de carbono injetado na amostra. Por sua vez, este parâmetro corresponde à mecânica de ascensão da bolha, formando o cordão, e à sua capacidade de alimentar o colar no disco do copo. Por fim, é possível efetuar a medição do terceiro parâmetro de estudo através do corte de injeção de gás

equilibrar à temperatura do vinho. A leitura de um areómetro é muito sensível e deve efetuar-se pela parte superior do menisco, *i.e.*, o nível em que o vinho sobe por capilaridade ao longo da haste (figura 3.3.). Finalmente, introduz-se o termómetro para se realizar a leitura da temperatura, que deve ser efetuada no momento em que é também efetuada a leitura do areómetro. Um minuto é suficiente para o termómetro indicar a temperatura da amostra. É indispensável que a leitura da massa volúmica do vinho, sem[2] e com açúcar, seja realizada com o mesmo areómetro e nas mesmas condições. Este deve permitir realizar leituras entre 0,992-0,993 e 1,005-1,006 g/cm^3.

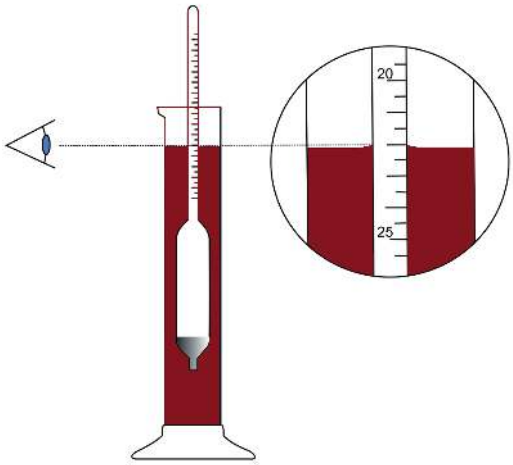


Figura 3.3. Método de leitura do areómetro. /
Fonte: Adaptado de Patterson, 2010.

Na eventualidade de, após a adição de açúcar ao vinho base, por alguma razão[3], a massa volúmica obtida diferir da previamente calculada, a correção deve ser efetuada com base no previamente exposto: à variação de 1 g/dm^3 na massa volúmica obtida, corresponde a adição de 2,5 g de açúcar por cada litro de vinho base. Existe também a possibilidade de se confirmar quimicamente o teor de sacarose, podendo este valor ser obtido a partir da determinação analítica do teor de açúcares redutores, antes e após a reação de hidrólise, *i.e.*, determina-se o teor de sacarose com base na determinação dos açúcares totais e de açúcares redutores. O teor de sacarose é obtido pelo produto de 0,95 entre a diferença dos açúcares totais e açúcares redutores. Segundo os métodos oficiais portugueses, o teor de açúcares totais (açúcares redutores após hidróli-

2 É fundamental não esquecer de efetuar esta medição antes de adicionar o açúcar.

3 Como por exemplo o açúcar não se dissolver e precipitar, ou erro no cálculo face ao volume de vinho na cuba (uma vez que estas tradicionalmente apresentam uma capacidade superior à que vem indicada).

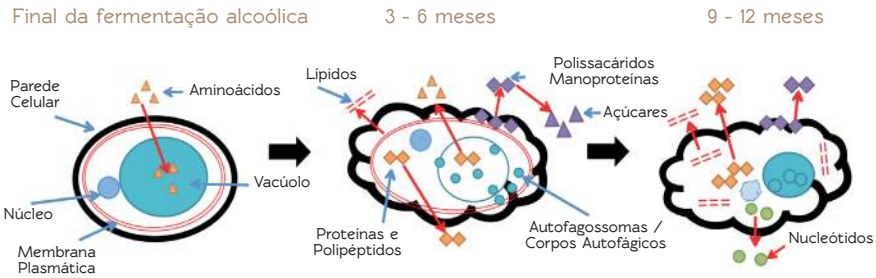


Figura 4.1. Caracterização da evolução morfológica e libertação de compostos intracelulares durante a autólise da levedura. / Fonte: Adaptado de Alexandre, 2009.

4.1.3.1. *POIGNETAGE*

Enologicamente, por *poignetage* compreende-se a ressuspensão do sedimento existente no interior da garrafa de vinho espumante durante o estágio *sûr lattes*, com recurso ao manuseamento individual das garrafas através de um movimento de punho. Apesar de controversa por não existirem muitos dados científicos que suportem o conhecimento empírico e que permitam compreender a importância da operação *per se*, bem como o respetivo impacto sensorial, as mais reputadas casas produtoras de espumante recorrem à sua aplicação no sentido de incrementar a qualidade dos seus espumantes.

O conceito técnico na génese da operação consiste em maximizar o contacto entre o vinho e a população de leveduras (da mesma forma que é aplicada em muitos vinhos brancos tranquilos quando em estágio – sobretudo em barrica – promovendo-se a ressuspensão da borra fina, numa operação conhecida como *bâtonnage*). É também possível colocar nesta equação a incorporação do batimento da garrafa contra uma superfície capaz de absorver esse choque sem danificar a garrafa e minimizar o impacto sobre os membros do operador (vulgarmente uma superfície de borracha), de forma que mecanicamente se possa contribuir para a desorganização celular da população de leveduras em processo autolítico e adicionar algumas camadas de complexidade aromática e textura em boca ao espumante. As contrapartidas que usualmente impedem a realização desta técnica prendem-se sobretudo com o agravamento do custo unitário de produção do espumante, uma vez que é necessário incorporar o custo da mão-de-obra para a realização da operação. A frequência anual de realização e o número de garrafas a manusear são também fortes dissuasores à sua aplicação.

tada a dois tubos, que permitem o escape do seu interior, de um gás vetor neutro (azoto). Igualmente com recurso a cromatografia em fase gasosa, é possível avaliar o enriquecimento do gás vetor com o oxigénio atmosférico que penetra na garrafa (garrafa esta que se encontra vazia e, portanto, não pressurizada). As figuras 4.2. e 4.3. representam de forma visual os processos acima descritos.

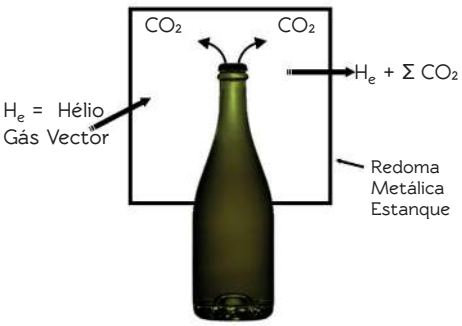


Figura 4.2. Método de determinação do *output* de CO_2. / Fonte: Adaptado de Valade *et al.*, 2012.

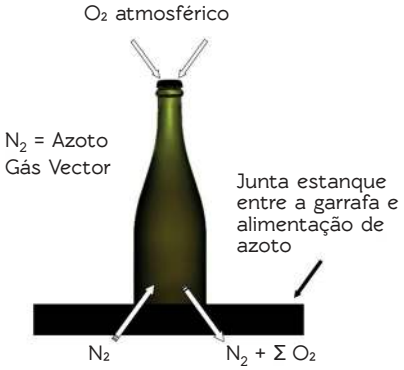
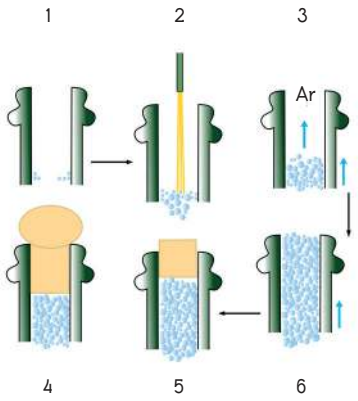


Figura 4.3. Método de determinação do *input* de CO_2. / Fonte: Adaptado de Valade *et al.*, 2012.

4.4. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS GASES DISSOLVIDOS NO VINHO

Com recurso a um afrómetro *laser* é possível efetuar a determinação não invasiva da concentração de dióxido de carbono (expressa em g/L) e da pressão total da garrafa (expressa em bar absolutos) durante e após a *prise de mousse* de uma dada *cuvée*. Este equipamento permite determinar a absorção da luz infravermelha pelas moléculas de CO_2 contidas na câmara de expansão das garrafas (devendo os valores obtidos ser objeto de correção de temperatura – medida no equilíbrio). Este equipamento demonstra uma excelente correlação com o método de referência – afrómetro de tubo de Bourdon.

A determinação do teor de oxigénio pode ser efetuada por quimiluminescência. O princípio deste método baseia-se numa técnica ótica, cujo sistema é composto por uma sonda emissora-recetora que emite um fluxo luminoso dirigido sobre um captor (chamado de pastilha ou ponto) colado no interior do frasco de vidro branco, previamente ao seu enchimento. O captor apresenta na sua constituição um polímero fluorescente, *i.e.*, que possui a característica



LEGENDA DA FIGURA

1. Garrafa degorjada, adicionada de *dosage* e efetuada a reposição de nível, apresentando ar na sua câmara de expansão;
2. Projeção de uma microgota de uma solução sulfurosa;
3. A energia cinética da microgota projetada desencadeia a formação da espuma;
4. Formação e expansão da espuma até à superfície exterior do anel da garrafa, expulsando o ar do seu interior;
5. Precisão do *timing* referente ao rolhamento da garrafa;
6. Rolhamento definitivo da garrafa, sem vestígios de ar na sua câmara de expansão.

Figura 6.1. *Jetting.* /
Fonte: Adaptado de Bunner *et al.*, 2008.

Uma forma expedita de demonstrar a importância de incorporar esta técnica na linha de *dégorgement* compreende a realização de um teste à *cuvée* a degorjar, através do recurso ao *jetting* manual. Este teste consiste em degorjar uma primeira série de 12 garrafas e deixá-las abertas durante 30 segundos após adição do licor de expedição e reposição de nível de vinho. Só passado este período as garrafas devem ser rolhadas e museletadas. Esta constitui a modalidade sem inertização. Para se poder efetuar o teste de comparação, deve realizar-se o *dégorgement* de uma segunda série de garrafas, em que antes de se proceder ao seu rolhamento é necessário provocar a expansão de espuma até ao colo da garrafa através da sua agitação manual, ao que se segue o seu rolhamento *ras de bague* (*i.e.*, quando a espuma em expansão alcança a extremidade do anel da garrafa). Esta constitui a modalidade com inertização. Finalmente deve proceder-se à prova comparativa das duas séries de garrafas após 3, 6, 12 e eventualmente 24 meses após a realização do ensaio. Este simples teste permite ilustrar o impacto sensorial da prática do *jetting* e da influência do oxigénio na evolução e homogeneidade dos espumantes.

No que diz respeito à gestão de gases, a eliminação de fatores potencialmente perturbadores da homogeneidade do espumante constitui uma preocupação. Atente-se que esta é procurada na tiragem através do recurso a cápsulas com juntas sintéticas e que, na operação de *dégorgement*, a técnica de *jetting* pode contribuir de forma importante para a sua obtenção, convergindo por exemplo com tendência de produção de vinhos com adições mínimas de SO_2.

final dos anos 60 e início dos anos 70, os museletadores foram completamente automatizados, convertendo os *muselets* em peças de elevada precisão.

6.7.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ATUAIS

O fio de aço do *muselet* deve apresentar a capacidade de resistir à fricção e à força de desprendimento da cintura, no momento de aplicação, sem rutura durante o desbloqueio do *muselet* seguinte. As características necessárias para o fio de aço são desta forma antagónicas num determinado sentido, devendo por um lado ser flexíveis para resistir ao alongamento, e por outro, apresentar uma resistência superior a 300 N/mm². A placa de chapa deve ser submetida a estampagem, denominada desenho profundo, e permitir a personalização e impressão da decoração. Na figura 6.2. encontram-se evidenciadas as dimensões e tolerâncias de desvio unitárias.

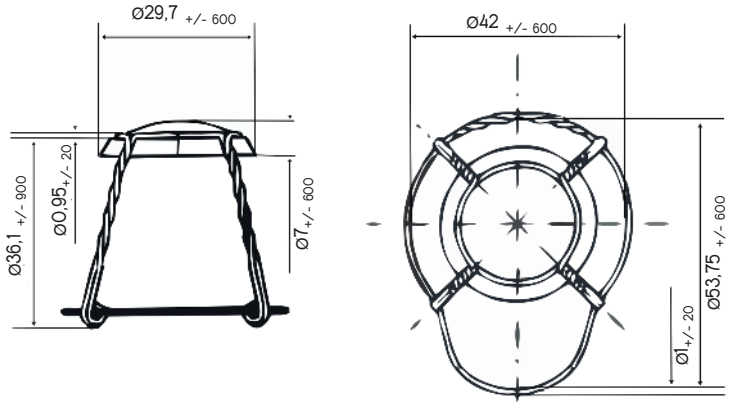


Figura 6.2. Dimensões padrão de um *muselet*.
Fonte: Adaptado de Valentin, 2003.

6.7.2. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

A produção de *muselets* encontra-se atualmente automatizada por completo. As linhas de produção encontram-se munidas de sensores que controlam a produção das peças em cada uma das suas etapas. Os operadores controlam a dimensão das diferentes secções das peças, em particular, a largura e comprimento da cintura, a altura dos *muselets* e o diâmetro das placas.

No que diz respeito às condições e recomendações de utilização destas peças na operação de *dégorgement*, inclui-se (1) a lavagem do colo da garrafa [este

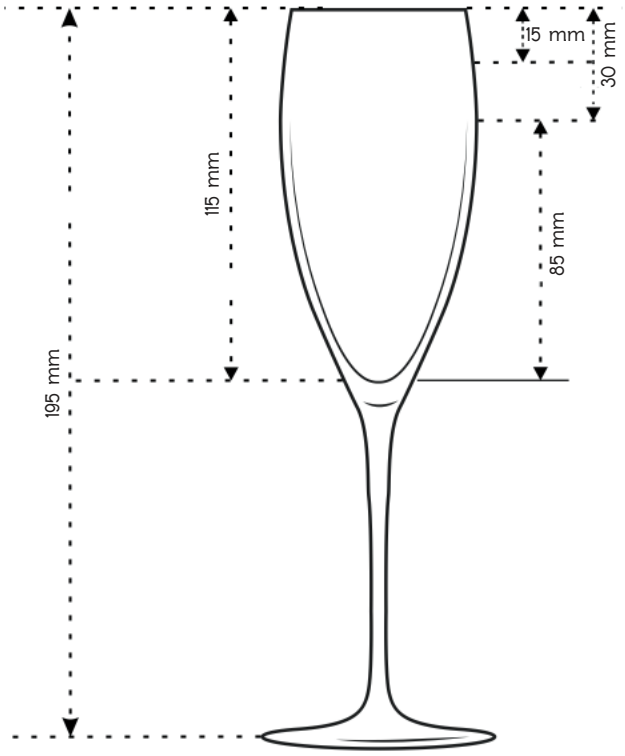


Figura 7.1. Estrutura e dimensões da *flûte* SOEC, desenvolvida na Estação Enotécnica de Champagne. / Fonte: Adaptado de Gallego, 2011.

Do ponto de vista da prova em si, a concentração de gás carbónico dissolvido desempenha um papel essencial. Este gás é responsável pela formação das bolhas e pela sensação de efervescência, tão característica na boca. Utilizando uma balança de precisão (à décima de miligrama), é possível determinar a perda progressiva do gás carbónico, a partir do momento em que o espumante é servido no copo. Esta simples experiência permite-nos perceber o impacto da forma do copo na sua maior ou menor capacidade de retenção do gás carbónico e, portanto, na efervescência. Um copo deve desta forma apresentar uma superfície de permuta com a atmosfera que não seja excessiva, de modo que não perca de forma rápida o CO_2 que se encontra dissolvido no espumante. Deve apresentar também um compromisso razoável entre a conservação do gás carbónico (o que assegura uma boa longevidade da efervescência), e a difusão dos aromas, a um ritmo suficiente, para ser detetado pelo provador. Se o copo for demasiado estreito, pode concentrar o gás carbónico e os aromas de forma excessiva, sendo os primeiros narizes sistematicamente muito agressivos para a mucosa nasal.

FIZZIOLOGIA

Elaboração de Vinhos Espumantes segundo o Método Clássico

PEDRO GUEDES

Sobre a obra

Os vinhos espumantes constituem uma classe de vinho *sui generis* e de enorme singularidade, caracterizados por determinadas propriedades de natureza físico-química, que os tornam extremamente versáteis no que diz respeito ao seu consumo. Estes podem ser consumidos muito simplesmente como um *welcome drink* ou proporcionarem uma experiência sensorial desafiante e única, como acontece no caso dos espumantes com vários anos de envelhecimento em cave, plenos de riqueza e complexidade.

Fundamentalmente rotulados como vinhos associados a momentos de celebração, há hoje, fruto do trabalho dos produtores, dos *sommeliers* e da imprensa especializada, uma crescente tendência para o consumo deste vinho associado a momentos gastronómicos, nos quais se inclui o seu "casamento" com diversos pratos. Também a evolução do palato do consumidor, associada a uma alteração das suas preferências e convicções, contribuíram para a metamorfose do mercado global dos vinhos espumantes ao longo dos últimos vinte anos.

Os vinhos espumantes podem ser produzidos mediante diversas técnicas, de carácter mais empírico ou de carácter mais cartesiano, de forma mais artesanal, ou de forma mais industrial. Neste livro são abordados os diversos aspetos e etapas no que diz respeito à elaboração de espumantes segundo o método clássico, sempre com uma interpretação muito pessoal do autor, e cujos melhores exemplares são aclamados em todo o globo terrestre e glorificados pelos mais exigentes apreciadores.

Apresenta-se igualmente uma perspetiva técnica no intuito de demonstrar aos apaixonados pelos vinhos espumantes, principiantes ou iniciados, que a arte que captura a magia da efervescência não é produto de uma repentina flamula de inspiração, tratando-se, pelo contrário, de um processo que decorre de séculos de estudo sobre a mecânica da fermentação, bem como do ensaio de a controlar e de eventualmente a dominar.

Sobre o autor

Pedro Guedes

Pedro Guedes concluiu em 2002 a Licenciatura em Enologia na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em Vila Real. Desde essa altura, e até hoje, passou a integrar a equipa de enologia das Caves Transmontanas, contribuindo para a criação dos espumantes Vértice. Em 2005, viajou para a região de Margaret River, na Austrália, no intuito de alargar os seus conhecimentos e absorver novas formas de pensar a enologia. Durante essa vindima, a sua casa foi a Pierro Vineyards, em Wiliabrup. O ano de 2006 culminou com a conclusão do Mestrado em Microbiologia Molecular na Universidade de Aveiro. Desde 2015 que é também o responsável pela criação dos vinhos Fingerprint.

Apoio

CAP AGRICULTORES DE PORTUGAL

AGROTEC revista técnico-científica agrícola

Também disponível em formato *e-book*

ISBN: 978-989-901-759-7

www.agrobook.pt

agrobook