



ESTG

2021 CONTROLO E ANÁLISE DE PROCESSOS QUÍMICOS NO VINHO VERDE



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

CONTROLO E ANÁLISE DE PROCESSOS QUÍMICOS NO VINHO VERDE

Carina de Jesus Vieira Lopes



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Carina de Jesus Vieira Lopes

CONTROLO E ANÁLISE DE PROCESSOS QUÍMICOS NO VINHO
VERDE

Nome do Curso de Mestrado
Engenharia Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Manuel Rui Fernandes Azevedo Alves

Trabalho efetuado sob a co-orientação da
Engenheira Rita da Silva Araújo

20 de dezembro de 2022

RESUMO

O vinho é um produto alimentar com bastante valor cultural, mas também a nível económico e social. E como todos os produtos alimentares, o vinho da Região Demarcada dos Vinhos Verdes está sujeito a um rigoroso controlo da qualidade.

Este relatório, foi elaborado no âmbito de um estágio curricular na Adega Cooperativa de Ponte de Lima, que se encontra integrada na sub-região do Lima, uma das nove sub-regiões que integram a Região Demarcada dos Vinhos Verdes. Teve como principal objetivo apresentar as análises físico-químicas realizadas a nível do controlo de qualidade, assim como os resultados das mesmas para um leque de amostras: (Vinho Verde Tinto, Vinho Verde Tinto Vinhão, Vinho Regional Tinto, Vinho Regional Branco, Vinho Verde Branco, Vinho Verde Branco Adamado e Vinho Verde Branco Loureiro). Este estágio, também teve como objetivo a integração na identidade acolhedora para amplificar o conhecimento de alguns processos que ocorrem desde a produção até ao engarrafamento dos vinhos, assim como aprendizagem de novos processos e tecnologias para análises a parâmetros de controlo da qualidade. Inicialmente, também estava previsto a utilização de campos elétricos pulsados (PEF), em vinhos brancos e tintos, com objetivo de reduzir a sua carga microbiana e consequentemente a redução da utilização de dióxido de enxofre (SO₂). Este objetivo não foi possível devido ao aparecimento da pandemia de covid-19.

Neste trabalho, serão apresentados resultados das atividades específicas desenvolvidas no laboratório de controlo da qualidade como: determinação do teor subpressão (quantidade de CO₂ presente nos vinhos) do vinho, determinação do anidrido sulfuroso livre e total, comparação das especificações técnicas do vinho, pela tecnologia FTIR (Técnica de espectroscopia de absorção no Infravermelho com transformada de Fourier), índice de colmatagem e turbidez e controlo metrológico. Sendo que estes ensaios foram realizados de acordo com as instruções de trabalho e respeitando as especificações exigidas pela ACPL.

Por fim, pode-se concluir que todos os resultados obtidos nos diferentes enchimentos analisados se encontravam dentro dos limites legais impostos e respeitando as especificações estabelecidas pela ACPL.

Deve incluir o período de realização do estágio já que se trata de um produto sazonal.

Podia ter incluído no resumo a não realização do estudo PEF, pois é um dado importante e que descreve no relatório.

Palavras-chave: *Vinho, Região Demarcada do Vinho Verde, Controlo da Qualidade, FTIR e PFE.*

ABSTRACT

Wine is a food product with a great cultural value, but also at an economic and social level. And like all food products, wine from the Demarcated Region of Vinhos Verdes is subject to strict quality control.

This dissertation, developed as part of a curricular internship at Adegas Cooperativas de Ponte de Lima, which is delivered in the Lima sub-region, one of the nine sub-regions that make up the Vinhos Verdes Demarcated Region, has the main objective of presenting the physical-chemical analyzes carried out at the level of quality control, as well as the results of the same for a range of samples (Vinho Verde Tinto, Vinho Verde Tinto Vinhão, Vinho Regional Tinto, Vinho Regional Branco, Vinho Verde Branco, Vinho Verde Branco Adamado e Vinho Verde Branco Loureiro). This internship also aimed to integrate the student in the welcoming identity to amplify the knowledge of some processes that occur from the production to the bottling of the wines, as well as learning new processes and technologies for analysis of quality control parameters. Initially, it was also planned to use pulsed electric fields (PEF) in white and red wines, with the aim of reducing their microbial load and consequently reducing the use of sulfur dioxide (SO₂). This objective was not possible due to the emergence of the covid-19 pandemic.

In this work, results of specific activities developed in the Quality Control Laboratory will be presented, such as: Determination of the wine's sub-pressure content, determination of free and total Sulfurous Anhydride, determination of the Technical Specifications of the wine, by FTIR Technology (Infrared absorption spectroscopy technique with Fourier Transform), clogging and turbidity index and metrological control. These tests were carried out in accordance with the work instructions and respecting the specifications required by ACPL.

Finally, we can conclude that all the results obtained in the different fillings analyzed were within the legal limits imposed and respecting the specifications established by ACPL.

Keywords: *Wine, Demarcated Region of Vinho Verde, Quality Control, FTIR and PFE.*

AGRADECIMENTOS

Apresento os meus sinceros agradecimentos a todos, que de alguma forma, me ajudaram na elaboração deste trabalho, expressando um especial agradecimento:

À Doutora Celeste Patrocínio, Presidente do conselho de administração da Adega Cooperativa de Ponte de Lima, por ter permitido que a realização do meu estágio curricular na Adega Cooperativa de Ponte de Lima.

Ao Professor Doutor Rui Alves, meu orientador, pela disponibilidade, compreensão e ajuda na elaboração desta dissertação, que mesmo no meio de uma pandemia foi possível escrever;

A Engenheira Rita Araújo, a minha co-orientadora, pela disponibilidade, apoio, compreensão e orientação técnica;

Ao Mestre Rui Armada, responsável pelo laboratório da Adega Cooperativa de Ponte de Lima, por todo o conhecimento que forneceu ao nível do trabalho laboratorial, assim como a disponibilidade, compreensão e apoio;

À Engenheira Carla Saleiro e Eva Amorim, engenheiras da Adega Cooperativa de Ponte de Lima, por toda a disponibilidade, paciência e ajuda fornecida;

De salientar, também, o enorme papel dos meus colegas de estágio e também dos funcionários da Adega, que foram extraordinários na ajuda das tarefas realizadas, não só no laboratório, como também nas linhas de enchimento;

Aos meus colegas e amigos um agradecimento pelo apoio e incentivo na elaboração deste trabalho;

Por fim, agradeço à minha família pelo apoio incondicional durante todo o meu percurso académico e por todos os dias me incentivarem a fazer mais e melhor e sem os quais nada disto teria sido possível.

A todos, muito obrigada

ÍNDICE GERAL	
ÍNDICE DE QUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Estrutura do Trabalho	1
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. História do vinho	2
2.2. Região Demarcada dos Vinhos Verdes	4
2.3. Produção de vinho verde	10
2.4. Análises de controlo	17
2.4.1. Espectrometria no Infravermelho com Transformadas de Fourier (FTIR) 18	
2.5. Utilização dos campos eléctricos pulsados (PEF)	25
2.5.1. PEF nos vinhos	26
3. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO	30
3.1. Adega Cooperativa de Ponte de Lima	30
3.2. Castas	31
3.3. Vinhos	32
4. MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1. Trabalho realizado na ACPL	44
4.1.1. Vinhos analisados	44
4.1.2. Determinação do teor de subpressão do vinho (proveta de CO₂)	45
4.1.3. Determinação do Dióxido de Enxofre (SO₂) livre e total	46
4.1.4. Determinação dos parâmetros pela tecnologia do FTIR WineScan FT 120 da FOSS	47
4.1.5. Determinação do índice de colmatagem	47
4.1.6. Determinação da turbidez	49
4.1.7. Controlo metrológico	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1. Teor de subpressão do vinho	51
5.2. Dióxido de Enxofre (SO₂) livre e total	52
5.3. Parâmetros obtidos pela tecnologia do FTIR WineScan FT120 da FOSS	54

5.4. Determinação do índice de colmatagem.....	55
5.5. Turbidez.....	56
5.6. Controlo Metrológico.....	57
6. CONCLUSÃO	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Produção de vinho português por região e por área em 2019 (Dados IVV, 2020).....	5
Quadro 2: Métodos de referência da OIV (OIV,2020).....	18
Quadro 3: Amostra de vinhos analisados de 2019 e suas abreviaturas.....	45
Quadro 4: Teor normal de CO ₂ e sobrepressão dos vinhos tranquilos.	51
Quadro 5: Teor de SO ₂ livre e limite inferior e superior estabelecido pelo departamento da qualidade.....	52
Quadro 6: Teor de SO ₂ total e limite inferior e superior estabelecido pelo departamento da qualidade.....	53
Quadro 7: Valores obtidos na determinação pela tecnologia FTIR, na análise das diferentes amostras de vinho.	54
Quadro 8: Valores obtidos na determinação do Índice de Colmatagem (IC).	56
Quadro 9: Valores obtidos para a turbidez dos vinhos tranquilos tintos (NTU'S).....	56
Quadro 10: Valores obtidos para o controlo metrológico dos vinhos tranquilos.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Selo de Garantia da Comissão de Vinicultura da Região dos Vinhos Verdes. (C.V.R.V.V., 2020).	16
Figura 2: Diagrama esquemático do interferómetro de Michelson (Adaptado de Jaggi e Vij, 2006).....	20
Figura 3: Vibração de deformação axial (Aptado de Ismail et al., 1997).	21
Figura 4: Vibração de deformação angular (Aptado de Ismail et al., 1997).....	21
Figura 5: Transformada de Fourier Inversa (Jaggi e Vij, 2006).	22
Figura 6: Transformada de Fourier (Jaggi e Vij, 2006).	22
Figura 7: Vinho Verde Adamado (ACPL, 2020).....	32
Figura 8: Vinho Verde Branco (ACPL, 2020).....	33
Figura 9: Vinho Verde Rosé (ACPL, 2020).....	34
Figura 10: Vinho Verde Tinto (ACPL, 2020).....	35
Figura 11: Vinho Verde Loureiro Trajadura (ACPL, 2020).....	35
Figura 12: Vinho Verde Loureiro Alvarinho (ACPL, 2020).	36
Figura 13: Vinho Verde Colheita Seleccionada (ACPL, 2020).....	37
Figura 14: Vinho Loureiro Premium (ACPL, 2020).....	38
Figura 15: Vinho Verde Vinhão (ACPL, 2020).....	39
Figura 16: Vinho Verde Loureiro (ACPL, 2020).....	39
Figura 17: Espumante Loureiro Bruta (ACPL, 2020).....	40
Figura 18: Espumante Loureiro Bruto (ACPL, 2020).	41
Figura 19: Espumante Rosé (ACPL, 2020).....	42
Figura 20: Aguardente Vínica Velha (ACPL, 2020).....	42
Figura 21: Aguardente Velhíssima (ACPL, 2020).....	43
Figura 22: Aguardente Bagaceira (ACPL, 2020).....	44
Figura 23: Titulador automático TitraLab AT1000 Series da HACH.	46
Figura 24: FTIR WineScan FT 120 da FOSS.	47
Figura 25: Coluna de colmatagem TRARIVI.	49
Figura 26: Turbidímetro 2100P Hach.	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A.C. Antes de cristo

ACPL- Adega cooperativa de Ponte de Lima

APCER- Associação Portuguesa de certificação

DOP- Dominação de origem protegida

IGP- Indicação geográfica protegida

IVV- Instituto da vinha e do vinho

FTIR- Espectroscopia no infravermelho com transformação de Fourier (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

IC- Índice de colmatagem

IR- Radiação infravermelha

MCR- Mosto concentrado retificado

OIV- Organização internacional da vinha e do vinho

PLS- Mínimo quadrático parcial (tradução em inglês)

WTP- *Wine Tourism in Portugal*

1. INTRODUÇÃO

1.1.Contextualização

O presente relatório, foi desenvolvido como parte integrante da componente não letiva, estágio curricular, com vista à obtenção do grau de mestre em engenharia alimentar, pela escola superior de tecnologia e gestão do instituto politécnico de Viana do Castelo.

Nesse sentido, este relatório visa descrever o trabalho realizado na adega Cooperativa de Ponte de Lima (ACPL). Inicialmente, também estava previsto a realização de um trabalho de estudo sobre a redução da carga microbiana nos vinhos através da tecnologia pulsed electric field (PEF), que, infelizmente, devido à pandemia que se iniciou (SARS-CoV-2) não foi possível realizar em tempo útil.

O trabalho realizado na instituição recetora, entre novembro e março, incidiu maioritariamente em trabalho laboratorial e nas linhas de enchimento, na prossecução do objetivo principal deste trabalho, que era a integração do estagiário na indústria alimentar, para consolidar conhecimentos teóricos previamente adquiridos nas unidades curriculares lecionadas no primeiro ano do mestrado.

1.2.Estrutura do Trabalho

Este relatório é composto essencialmente por quatro capítulos principais: revisão bibliográfica, apresentação do local de estágio, materiais e métodos e resultados e discussão.

No primeiro capítulo referido acima, revisão bibliográfica, é contextualizado o tema geral do relatório, ou seja, o vinho. Este capítulo apresenta uma breve história sobre o vinho, sobre a Região Demarcada dos Vinhos Verdes e sobre a sua produção. Aborda também a importância do controlo da qualidade do vinho, o uso do espectrofotómetro de infravermelhos com Transformadas de Fourier, (FTIR) e as possibilidades da utilização de campos elétricos pulsados (PEF) nos vinhos, e suas aplicações no controlo microbiológico, químico e sensorial.

No capítulo “apresentação do local de estágio”, apresenta-se uma breve história da Adega Cooperativa de Ponte de Lima, as castas utilizadas e os seus produtos.

No penúltimo capítulo, materiais e métodos, são abordadas todas as técnicas utilizadas durante o estágio na ACPL para avaliar e controlar a qualidade dos vinhos antes e após

os enchimentos. Ainda neste capítulo, é descrita a técnica utilizada no controlo metrológico dos enchimentos.

Por fim, nos “resultados e discussão” apresentam-se os dados sobre os parâmetros mais importantes do controlo da qualidade de alguns dos produtos engarrafados na ACPL. Esta última foi a área onde maioritariamente o estágio se centrou.

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1.História do vinho

Desde os tempos mais remotos – a primeira prova arqueológica de vinho produzido a partir de uvas remonta a 7000 A.C.- que o vinho faz parte da nossa cultura. Esta bebida, além da sua longa e estabelecida história, criou uma enorme agitação e emoção ao longo dos tempos, o que permitiu que se transcendesse aos produtos alimentares mais básicos e até a outros produtos fermentados, como a cerveja (Feely, 2015).

Apesar de se estimar que a história do vinho seja mais antiga, as representações do vinho e da viticultura só começaram a surgir por volta de 4500 A.C. na Grécia Antiga e no Egipto por volta de 3500 A.C. Estas representações incluíam frequentemente deuses ou símbolos religiosos, mostrando assim que o vinho mantinha um status espiritual bastante distante de outros produtos agrícolas (Feely, 2015).

Depois da Grécia e do Egito, foi o império romano que teve um papel fundamental na história do vinho. Esta civilização foi a grande impulsionadora da expansão das videiras e da vinificação pela Europa ocidental e em climas mais frios, como Alemanha e Inglaterra. Na França, as videiras já eram cultivadas e o vinho era produzido bem antes da chegada dos romanos, porém estes foram responsáveis pela plantação das primeiras videiras de Saint-Émilion na região mundialmente famosa de Bordeaux (Feely, 2015).

A civilização romana contribuiu ainda, de forma significativa, para a causa do vinho por meio de pesquisas sobre variedades de uvas, clima, condições de cultivo e vinificação. Estes conhecimentos permitiram ainda o aprimoramento do design da prensa de vinho e o armazenamento de vinho em barris (originalmente inventados pelos gauleses) e em garrafas de vidro (originalmente inventadas pelos sírios) para complementar o uso já difundido de ânforas de argila (Feely, 2015).

Com a queda do Império romano, a idade média estabeleceu-se em toda a Europa. Foi então que a Igreja católica romana, e particularmente os mosteiros, mantiveram a tradição de viticultura e da vinificação viva ao longo deste período. Era necessário vinho para a

celebração religiosa da missa, mas também era um bem valioso. Muitas das regiões vinícolas francesas mais famosas, incluindo Borgonha, Champagne e partes de Bordeaux, foram fortemente influenciadas por monges, sendo que estes se tornaram alguns dos maiores produtores de vinho, não só França como na Alemanha (Feely, 2015). Em Portugal, a instalação de ordens religiosas, militares e monásticas com destaque para os templários, hospitalários, Santiago da Espada e Cister-durante este período da história-permitiu a colonização agrícola, alargando-se desde modo as áreas de cultivo da vinha por todo o território nacional (WTP, 2020).

Ainda na idade média, o vinho era particularmente bebido pela maioria da população nos climas mais quentes onde o vinho era produzido. No entanto, nas partes mais frias do norte de França, e na Bélgica, Holanda e Reino Unido, a cerveja era mais difundida e o vinho era um produto de luxo. Como a maioria dos produtos fermentados, incluindo pão, queijo, carnes e cerveja, o vinho era um modo de armazenar alimentos, por mais tempo do que o produto fresco, mas também uma maneira prática de fornecer calorias e vitaminas para o inverno numa época sem possibilidades de recorrer à refrigeração como modo de conservação (Feely, 2015).

A partir do século XV, a produção e o consumo de vinho expandiu-se para as Américas, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia, começando assim a surgir o “Novo Mundo dos vinhos”. No que diz respeito ao vinho, o Novo Mundo designa, geralmente, o conjunto dos seguintes países: EUA, Austrália, Argentina, Chile, África do Sul e Nova Zelândia, enquanto o Velho Mundo se refere a França, Espanha, Itália, Alemanha, Portugal, Grécia, Áustria e Suíça (Feely, 2015).

Em Portugal, país do “Velho Mundo”, na segunda metade do século XV e até ao final do século XVI, verificou-se um grande desenvolvimento na produção de vinho e na renovação e incrementação da sua exportação. Este período coincidiu com a época dos descobrimentos, o que permitiu expandir os vinhos portugueses para diferentes países, como Índia e Brasil (WTP, 2020). O aumento das exportações e do prestígio dos vinhos portugueses, ao longo dos anos, conduziu a dois marcos históricos no século XVIII: Assinatura do tratado de Methuen e a criação da primeira região demarcada no mundo (WTP, 2020).

O Tratado de Methuen, assinado em 1703, consistia na regulamentação das trocas comerciais entre Portugal e Inglaterra. Este acordo também estabeleceu um regime

especial para a entrada dos vinhos portugueses em Inglaterra, o que permitiu que a exportação de vinho conhecesse um novo incremento (WTP, 2020).

Anos mais tarde, em 1756, em consequência da fama que o Vinho do Porto adquiriu, verificou-se um aumento da sua procura por parte de outros países da Europa. A alta procura que o Vinho do Porto atingiu fez com que os produtores se interessassem mais com a quantidade do que com a qualidade dos vinhos exportados, o que provocou uma quebra das exportações e consequentemente conduzia a uma grave crise de qualidade. Para pôr fim a esta crise, o Marquês de Pombal criou em 10 de setembro de 1756, a Companhia Geral da agricultura das vinhas do Alto Douro, para garantir a correta produção e comercialização dos vinhos da região, originando-se assim a primeira região demarcada oficialmente no mundo vitivinícola (WTP, 2020).

Após anos em expansão, surge uma infestação por filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), na segunda metade do século XIX, proveniente da América, que provoca a destruição de muitos vinhedos. No entanto a devastação foi interrompida algum tempo depois através do enxerto de videiras europeias (*Vitis vinifera*) no porta-enxerto americano (*Vitis labrusca*), fazendo com que atualmente quase todas as vinhas da Europa estejam no porta-enxerto americano (Feely, 2015).

No século XX, em Portugal, iniciou-se o processo de regulamentação oficial de várias outras denominações de origem portuguesas. Para além da região produtora de Vinho do Porto e dos vinhos de mesa Douro, demarcavam-se as regiões de produção de alguns vinhos, já então famosos, como são o caso dos vinhos da Madeira, Moscatel de Setúbal, Carcavelos, Dão, Colares e Vinho Verde (WTP, 2020). Atualmente, os países do Velho Mundo, particularmente a Itália e a França, continuam a ser líderes da produção e qualidade do vinho. No entanto, o Novo Mundo tem vindo a estabelecer-se desde a década de 1970, quando os vinhos californianos receberam elogios e venceram uma degustação cega de alto nível contra os melhores vinhos de França. Desde então, a contribuição do Novo Mundo para a produção global aumentou para cerca de metade da produção do Velho Mundo, e continua a crescer (Feely, 2015; Jackkson 2020).

2.2.Região Demarcada dos Vinhos Verdes

Como outros países da Europa Meridional, Portugal é um produtor de vinho tradicional pertencente ao Velho Mundo. Em 2019, Portugal possuía uma cobertura total de vinhedos

de 192,743 ha, dos quais 41,3% (98,210 ha) possuíam a capacidade de produzir vinhos de melhor qualidade, ou seja, com a classificação de Denominação de origem protegida (DOP) e/ou Indicação Geográfica Protegida (IGP). A área total da vinha nacional é ocupada por 341 variedades diferentes, na sua maioria nativas, permitindo que Portugal produza vinhos não padronizados para nichos de mercado (Caldas e Rebelo, 2013; IVV, 2020).

A indústria do vinho está espalhada pelas 11 regiões demarcadas portuguesas. A Tabela 1, mostra a produção média de vinho em 2019, assim como a sua área total para cada uma dessas regiões e para todo o país (Caldas e Rebelo, 2013; IVV, 2020).

Quadro 1: Produção de vinho português por região e por área em 2019 (Dados IVV, 2020).

Região do vinho	Produção média (hl)	Área (ha)	hl/ha
Minho	10 140	23 999	0,42
Trás-os-Montes	86 466	12 252	7,06
Douro	71 880	43 863	1,64
Beiras	182 905	44 090	4,15
Tejo	133 693	12 517	10,68
Lisboa	157 706	19 287	8,18
Península de Setúbal	45 835	7 866	5,83
Alentejo	11 887	24 709	0,48
Algarve	509	1 404	0,36
Madeira	1268	1 708	0,74
Açores	7 363	2 755	2,67
Total	738 089	192 743	3,83

A região do Minho, com 23,999 ha ($\approx 240 \text{ km}^2$), além de possuir a indicação de origem protegida, pertence à Região Demarcada dos Vinhos Verdes, tradicionalmente conhecida como Entre-Douro-e-Minho, que possui a Denominação de Origem Protegida (IVV, 2020). Esta região demarcada tem como limites a Norte o rio Minho, que estabelece parte da fronteira com a Espanha, a Sul o rio Douro e as serras da Freita, Arada e Montemuro,

a este as serras da Peneda, Gerês, Cabreira e Marão e a Oeste o Oceano Atlântico (C.V.R.V.V, 2020).

A região dos Vinhos Verdes, distingue-se das restantes regiões demarcadas pela diversidade e versatilidade em estilos e perfis de vinho, que permite produzir vinhos leves e frescos, mas também vinhos minerais, complexos e estruturados (C.V.R.V.V, 2020).

Além das particularidades acima referidas, as condições naturais da Região Demarcada dos Vinhos Verdes são as ideais para a produção de magníficos vinhos brancos, espumantes e aguardentes. Os espumantes de Vinho Verde têm revelado uma qualidade surpreendente, que se deve essencialmente ao facto de a região produzir grandes vinhos que pelo seu vigor natural e o baixo teor alcoólico, demonstram um grande potencial para produção de excelentes espumantes. Por outro lado, a acidez natural dos bagaços e dos vinhos da Região, bem como as suas características organoléticas, apresentam ótimas condições técnicas para a produção de aguardentes bagaceiras, que resultam a partir da destilação dos bagaços, e de excelentes aguardentes de vinho, resultado da destilação dos vinhos (C.V.R.V.V, 2020).

Esta região tem a particularidade de se encontrar fortemente influenciada pelo oceano Atlântico, fenómeno reforçado pela orientação dos vales dos principais rios, que correndo de nascente para poente facilitam a penetração dos ventos marítimos. Esta influência atlântica, os solos na sua maioria de origem granítica, o clima ameno e elevada precipitação, traduzem-se na frescura, leveza e graciosidade dos vinhos desta região (C.V.R.V.V, 2020).

No entanto, as variações na tipologia de solos e microclimas, permitem a divisão desta Região Demarcada em nove sub-regiões, com diferentes castas recomendadas à produção de vinhos, espumantes e aguardentes (C.V.R.V.V, 2020).

Referir também o decreto regulamentar/Portaria de cada uma das sub-regiões

1) Sub-região de Amarante

A sub-região de Amarante, localizada no interior da Região, encontra-se preservada da influência do Atlântico e a uma altitude média elevada, pelo que as amplitudes térmicas

são superiores à média da Região, com o Verão mais quente. Estas condições favorecem o desenvolvimento de algumas castas de maturação mais tardia como Azal, Avesso, Amaral e Espadeiro. Os seus vinhos brancos ostentam habitualmente aromas frutados e um título alcoométrico superior à média da Região. No entanto, é dos vinhos tintos que vem a notoriedade da sub-região de Amarante, uma vez que as condições edafoclimáticas referidas anteriormente favorecem uma boa maturação das uvas, sobretudo da casta Vinhão, o que permite obter vinhos com cor carregada e muito viva (C.V.R.V.V, 2020).

2) Sub-região do Ave

Na sub-região do Ave, a vinha está implantada um pouco por toda a bacia hidrográfica do rio Ave, numa zona de relevo bastante irregular e baixa altitude, pelo que fica mais exposta a ventos marítimos. Por este motivo, o clima caracteriza-se por baixas amplitudes térmicas e índices de precipitação médios (C.V.R.V.V, 2020).

Devido aos fatores acima referidos, esta sub-região é sobretudo uma zona de produção de vinhos brancos, que possuem uma frescura viva, assim como apontamentos florais e de fruta citrina. Por toda esta sub-região encontram-se as castas Arinto e Loureiro, adequadas a este tipo de clima ameno, devido a maturação média, nem precoce nem tardia. Há ainda a considerar a casta Trajadura que, por amadurecer precocemente, é mais macia, completando de forma perfeita um lote de vinho com Arinto e Loureiro (C.V.R.V.V, 2020).

3) Sub-região de Baião

A sub-região de Baião encontra-se no limite da Região dos Vinhos Verdes com a Região Demarcada do Douro. Localiza-se no interior da Região a uma altitude intermédia, condições que criam um clima menos temperado, com Invernos mais frios e menos chuvosos e meses de Verão mais quentes e secos. Estas características possibilitam o amadurecimento correto das castas de maturação mais tardia, por exemplo o Azal, Avesso e o Amaral, com maiores exigências de calor no final do ciclo (C.V.R.V.V, 2020).

4) Sub-região de Basto

A sub-região de Basto é a zona mais interior da Região Demarcada dos Vinhos Verdes, encontrando-se a uma altitude média elevada, o que permite que se encontre resguardada dos ventos marítimos. O clima é mais agreste, Inverno frio e muito chuvoso e o Verão bastante quente e seco, favorecendo castas de maturação tardia como é o Azal, o Espadeiro e o Rabo-de-Anho. É nesta zona que a casta Azal atinge o seu máximo potencial, o que possibilita obter vinhos frescos muito particulares, com aroma a limão e maçã verde (C.V.R.V.V, 2020).

5) Sub-região do Cávado

Nesta sub-região, a vinha está localizada um pouco por toda a bacia hidrográfica do rio Cávado, estando assim bastante exposta aos ventos marítimos, numa zona de relevo irregular e a uma baixa altitude. Estes fatores proporcionam um clima ameno, sem grandes amplitudes térmicas e com uma precipitação média anual intermédia. Nesta sub-região além dos solos graníticos, existe uma faixa de solos de origem xistosa, no entanto, a sua extensão não é significativa (C.V.R.V.V, 2020).

O clima ameno é o indicado à produção de vinhos brancos, sobretudo das castas Arinto, Loureiro e Trajadura, que se adaptam na perfeição a estas condições e proporcionam vinhos com uma acidez moderada e notas de frutos citrinos e a maçã madura e pêras. Os vinhos tintos gerados no vale do Cávado são na sua maioria lotes de Vinhão e Borraçal que em contacto com a boca evidenciam toda a frescura climática da sub-região onde são produzidos (C.V.R.V.V, 2020).

6) Sub-região do Lima

A sub-região do Lima apresenta uma amplitude térmica intermédia, no entanto esta região apresenta valores de precipitação mais altos comparativamente às outras regiões intermédias. Além da elevada precipitação, esta sub-região apresenta a particularidade da vinha se encontrar plantada em diferentes altitudes, que vai aumentando do litoral para o interior, onde o relevo também é mais irregular, originando alguns microclimas no interior do vale do Lima, existindo por vezes referências abaixo Lima e alto Lima (C.V.R.V.V, 2020).

Os vinhos brancos mais famosos desta sub-região são produzidos a partir da casta Loureiro, que proporciona aos vinhos aromas finos e elegantes, que vão do citrino ao floral. Ainda é possível encontrar a casta Arinto e Trajadura, que devido ao clima ameno e aos ventos marítimos encontram-se bastante disseminadas no Minho. Os vinhos tintos, produzidos principalmente a partir da casta Vinhão e Borraçal, apresentam um melhor potencial nas zonas interiores desta sub-região devido às condições climáticas que condicionam a maturação (C.V.R.V.V, 2020).

7) Sub-região de Monção e Melgaço

Esta sub-região possui um microclima muito particular, que permite a produção exclusiva das castas Alvarinho (branca), que origina o vinho ex-libris desta região, e Pedral (tinta) e divide com a sub-região de Baião a recomendação para o Alvarelhão (tinta), três castas de maturação precoce (C.V.R.V.V, 2020).

A sub-região de Monção e Melgaço, desenvolveu-se à volta da margem sul do rio Minho numa zona de meia encosta. Esta zona caracteriza-se por microclima de Invernos frios com precipitação intermédia, ao passo que os Verões são bastante quentes e secos, o que demonstra uma fraca influência atlântica e permitindo a produção das castas acima referidas (C.V.R.V.V, 2020).

8) Sub-região de Paiva

A sub-região do Paiva possui amplitudes térmicas e temperaturas altas no verão muito semelhantes à sub-região do Minho. No entanto, o que distingue estas duas regiões é o índice de precipitação, sendo este muito inferior nesta sub-região, o que se deve essencialmente a fraca exposição à influência marítima (C.V.R.V.V, 2020).

Devido ao baixo índice de precipitação, as castas tintas Amaral e, sobretudo, Vinhão, atingem maturação ideal e produzem alguns dos Vinhos Verdes tintos mais prestigiados de toda a Região. Os vinhos brancos, são obtidos a partir das castas Arinto, Loureiro e Trajadura, comuns a quase toda a Região dos Vinhos Verdes, mas aqui com uma aliada que é a casta de Avesso (C.V.R.V.V, 2020).

9) Sub-região do Sousa

De clima ameno e baixas amplitudes térmicas, a Sub-região do Sousa é considerada uma sub-região de transição uma vez que não se encontra diretamente exposta à influência do oceano atlântico, no entanto verifica-se uma influência indireta devido ao relevo pouco acentuado (C.V.R.V.V, 2020).

As principais castas características desta região são as típicas dos pontos mais amenos como por exemplo o Arinto, Loureiro e Trajadura, às quais se juntam o Azal e Avesso que têm uma maturação mais exigente. Relativamente aos Vinhos Verdes tintos, as castas Borraçal e Vinhão, assim como o Amaral e o Espadeiro, são as mais típicas da Sub-região de Sousa, sendo a última muito utilizada para a produção de vinhos rosé (C.V.R.V.V, 2020).

2.3.Produção de vinho verde

Independentemente da sub-região, a produção do Vinho Verde passa por uma série de etapas até chegar à mesa do consumidor. Desde a plantação da vinha até chegar às mãos do consumidor final já em forma de vinho, ocorre uma série de processos que devem ser geridos e controlados para evitar a perda de qualidade do produto final. Nesta secção, 2.3, serão apenas referidos os processos realizados desde a preparação da adega até a comercialização dos diferentes vinhos verdes, que se encontram devidamente descritos nas alíneas seguintes.

a) Preparação da Adega

Antes de se iniciar o processo da vindima, é extremamente importante que a adega esteja preparada e que reúna todas as condições necessárias para o processo de vinificação. Esta preparação é de extrema importância, uma vez que a qualidade do vinho, assim como a sua conservação dependem essencialmente dos cuidados de higiene a ter com a adega e de todo o material utilizado na vinificação das uvas, na fermentação dos mostos e na conservação dos vinhos (C.V.R.V.V, 2020).

O local escolhido para a instalação da adega deve reunir determinadas condições, nomeadamente: ser bem arejado para evitar o excesso de humidade e conseqüentemente a formação de bolores; as paredes devem ser pintadas com tintas laváveis e de acordo com a legislação em vigor; possuir durante todo o ano uma temperatura média de 12 °C

; de fácil acesso e que garanta uma rápida e cómoda receção das uvas. É importante ainda que as instalações estejam longe de todos os focos que possam libertar maus odores, visto que o vinho é um produto bastante sensível, adquirindo odores estranhos com facilidade (C.V.R.V.V, 2020).

b) Vindima

A qualidade de um vinho está bastante dependente das condições agrícolas em que a vinha se encontra inserida e das condições climáticas ao longo da maturação das uvas e durante a vindima (C.V.R.V.V, 2020).

Porém, existem algumas práticas que devem ser implementadas antes das vindimas para garantir que a qualidade das uvas não se degrade e conseqüentemente origine vinhos de menor qualidade. Uma das práticas mais importantes é fazer a despona e desfolha das vinhas, o que facilita a entrada da luz solar no interior das plantas, e para que na altura da vindima se colha apenas o essencial, as uvas. Nesta fase, de pré-vindima, também é essencial o acompanhamento da maturação. Ao longo desse período, a cor dos bagos vai-se alterando, o tanino e o ácido tartárico e málico diminuem, enquanto os açúcares (glucose e a frutose), os compostos fenólicos - mais conhecidos no mundo vinícola por matéria corante -e os compostos aromáticos vão aumentando. Quando se atingir o ponto de equilíbrio entre os diferentes componentes, será altura de iniciar as vindimas (C.V.R.V.V, 2020).

Para a determinação da data da vindima pode recorrer-se a métodos simples, como observação visual da coloração da película dos bagos. No entanto, este tipo de método, baseia-se na experiência do técnico, o que torna este método subjetivo, ou seja, depende da opinião do pessoal do técnico responsável (C.V.R.V.V, 2020).

Contudo, também podem ser utilizados métodos mais rigorosos, que consistem na avaliação do aumento da glucose e frutose e a diminuição da acidez total do mosto ao longo da evolução da maturação, que estabilizam ao mesmo tempo que se atinge o máximo do peso dos bagos, (C.V.R.V.V, 2020).

No dia da colheita das uvas é essencial desprezar a colheita de uvas de mais fraca qualidade, assim como evitar, sempre que possível, a rutura das películas do bago, não só por causas das perdas de mosto, mas essencialmente para prevenir infeções. A colheita do vinho verde deve ser preferencialmente feita manualmente, uma vez que garante uma seleção prévia das uvas e um trabalho mais rigoroso (C.V.R.V.V, 2020).

A última etapa das vindimas é o transporte das uvas para a adega. Nesta etapa é essencial que as uvas sejam transportadas em recipientes de pequena dimensão (entre 10 kg e 20 kg), para evitar que o próprio peso das uvas as esmague. Estas devem ser ainda transportadas o mais rápido possível para o local de esmagamento e prensagem para evitar a degradação da qualidade do produto. Também é relevante que as uvas não estejam expostas muito tempo ao sol, assim como à água da chuva, quando já se encontram nos devidos recipientes (C.V.R.V.V, 2020).

c) Vinificação

Após a receção das uvas, no dia e hora previamente marcada, estas serão pesadas e avaliadas a nível da podridão. Seguidamente, será realizada uma análise química, onde será determinado essencialmente o pH, acidez total, massa volúmica, teor de açúcares (glucose e frutose) e uma previsão do teor alcoólico. Estes parâmetros, vão permitir ao técnico, seleccionar o cais de descarga a que o produtor se deve dirigir para se iniciar o processo. Normalmente, as adegas possuem vários cais de descarga, que permitem a separação das diferentes castas, mas também fazer um loteamento das uvas que apresentam parâmetros químicos semelhantes, permitindo assim separar as uvas que darão origem a vinhos de qualidade superior das restantes.

A partir desta etapa, o processo de vinificação do vinho tinto e vinho branco apresentam diferentes passos, que se encontram descritos abaixo.

Vinho Verde Tinto

O vinho tinto é um vinho de maceração (curtimento), ou seja, a fermentação alcoólica dos mostos a uma temperatura controlada de 24-27°C, deverá ser sempre feita na presença das partes sólidas – películas, grainhas e engaços - para que possa ocorrer a dissolução no mosto da matéria corante, mais concretamente das antocianinas, taninos e compostos aromáticos como tióis, os derivados de norisoprenóides e os terpenos, contidos nas referidas partes sólidas, mais especificamente nas películas (C.V.R.V.V, 2020; Kritzinger-Stadler *et al.*, 2012). Esta curtimenta permite que os vinhos fiquem com uma estrutura melhorada, uma intensidade corante superior, um maior índice de polifenóis e uma componente aromática mais intensa, criando-se, assim, melhores condições de conservação e uma maior qualidade final do vinho (C.V.R.V.V, 2020).

Após a curtimenta estar concluída é a vez de ocorrer sangria e/ou desencuba. A sangria é o processo de extração do vinho antes da retirada das massas (mosto) para um novo recipiente, enquanto, a desencuba é o processo de extração do líquido das massas após estas passarem por uma prensa. Este processo ocorre essencialmente para evitar desperdícios e aumentar o rendimento de extração de compostos, como antocianinas e outros referidos acima. O produto resultante da desencuba juntar-se-á ao líquido da sangria e nesse local dar-se-á o final da fermentação alcoólica e a fermentação malolática (Valadas, 2007).

A fermentação malolática, que se deve realizar entre 18° e 20 °C, consiste na transformação do ácido málico em ácido láctico e dióxido de carbono (CO₂) por ação das bactérias lácticas da espécie *Oenococcus oeni*, *Leuconostoc* e *Lactobacillus*. Esta fermentação ocorre mais lentamente que a alcoólica e possui a capacidade de aprimorar a qualidade dos vinhos tintos através da diminuição da acidez total e do aumento do pH e acidez volátil, permitindo assim que o vinho se torne mais suave quando em contacto com as papilas gustativas (Costantini *et al.*, 2009 e Valadas, 2007). Nesta fase é essencial que o vinho seja analisado primeiro semanalmente e depois diariamente, para se verificar quando esta fermentação termina. Posteriormente adiciona-se dióxido de enxofre (SO₂) para reduzir a atividade microbiana e para garantir fermentações indesejadas.

Terminada a fermentação malolática e após se realizar uma análise laboratorial para verificar se os parâmetros químicos se encontram dentro dos parâmetros esperados, realiza-se uma primeira trasfega, que é a transferência do vinho de um depósito para outro, com o devido cuidado para não arrastar as borras (sedimentos) para o novo depósito, permitindo assim melhores condições de conservação do vinho. O vinho deverá permanecer neste local até sofrer novos tratamentos, ou até se justificar uma nova trasfega, devido, por exemplo, à quantidade de borras existentes no depósito (Valadas 2007).

Vinho Verde Branco

A vinificação do vinho branco, contrariamente ao processo utilizado no vinho tinto, baseia-se no processo conhecido por "bica aberta", ou seja, a fermentação do mosto ocorre separadamente do engaço e das películas ". Quando as uvas chegam à adega, dever-se-á realizar de imediato o esmagamento, recorrendo-se a um esmagador de rolos, que permita não dilacerar os engaços nem o esmagamento das grainhas, ou então, serem colocadas

diretamente na prensa horizontal de repisa automática ou em uma prensa pneumática (C.V.R.V.V, 2020).

O líquido resultante da prensagem deverá decantar entre 24-48 horas, não só para separar o líquido dos seus segmentos sólidos, mas também para oxigenar dando assim ao vinho a capacidade de respirar e libertar aromas. Posteriormente, este sofrerá uma trasfega para um depósito, equipado com um sistema de refrigeração, como por exemplo uma camisa de arrefecimento, onde sofrerá a fermentação alcoólica após se adicionar *Saccharomyces cerevisiae*, com controlo de temperatura (16°C).

No fim da fermentação alcoólica, o vinho verde branco sofrerá uma nova trasfega para um novo depósito onde será realizado o atesto. Esta última operação consiste em encher com vinho, o vazio que se forma nos depósitos de armazenagem de forma que este não entre em contacto com o ar e conseqüentemente se torne suscetível a oxidação e às alterações microbianas que originam normalmente um travo ácido. A diminuição do vinho, deve-se à contração deste por arrefecimento após a fermentação, à evaporação através das paredes e orifícios dos depósitos e à progressiva perda de CO₂ dissolvido. O vinho a adicionar tem de ser obrigatoriamente semelhante ao vinho que se encontra no depósito e, tem de ser acompanhado por análises laboratoriais rigorosas para garantir a qualidade, quer a nível químico, quer a nível organolético (Valadas 2007).

Durante esta prática, dever-se-á aplicar SO₂ para proteger o vinho contra oxidações excessivas, contribuindo assim para uma melhor conservação deste.

d) Colagens

A colagem consiste na aplicação no seio do vinho de um agente de colagem, que pode ser de origem orgânica (gelatina, albumina, caseína), mineral (bentonite e sílica coloidal) ou sintética (Polivinilpirrolidona), para que ocorra a floculação de taminos, proteínas, complexos metálicos e alguma matéria corante, cuja presença provoque instabilidade no vinho (Valadas, 2007).

Os componentes do agente de colagem combinam-se com as partículas instáveis, de carga elétrica oposta, formando complexos de elevado peso molecular, provocando assim a sua sedimentação e conseqüentemente a sua deposição no fundo do depósito, os quais seguidamente são eliminadas por trasfega. Desta forma, ocorre a clarificação do vinho através do arrastamento de impurezas, a diminuição da cloração e o vinho torna-se mais suave devido ao arrasto de matérias adstringentes (Valadas, 2007).

e) Filtração

A filtração tem como finalidade retirar todas as impurezas que o vinho possa ainda possuir, através da passagem deste por um elemento filtrante, que impeça a passagem de substâncias indesejadas, por crivagem (quando os poros são mais pequenos que as partículas a reter), ou por absorção (quando as partículas ficam retidas por atração exercida pela massa filtrante) (Valadas, 2007).

Dependentemente do tipo de filtro que se utilize, conseguem-se realizar diferentes filtrações, nomeadamente a de desbaste, a esterilizante e a clarificante. Para efetuar estas filtrações são utilizados filtros de terras, de placas e de membrana, por ordem crescente do grau de retenção de partículas (Valadas, 2007).

f) Estabilização

A estabilização do vinho é efetuada para evitar possíveis alterações não desejáveis, como por exemplo na cor e na clarificação do vinho, provocada pela ocorrência de precipitações tartáricas durante a sua conservação, e posteriormente no engarrafamento (Valadas, 2007).

As precipitações tartáricas devem-se à presença do ácido tartárico, que através da sua dissociação e combinação com o potássio e o cálcio formam o bitartarato de potássio e o tartarato de cálcio. Durante a transformação do mosto em vinho, ocorre a produção de etanol, o que provocará a diminuição da solubilidade do bitartarato de potássio e conseqüentemente a sobressaturação do vinho neste sal que irá resultar na sua precipitação (Lasanta & Gómez, 2012)

Apesar da precipitação do bitartarato de potássio ser natural e não provocar qualquer dano a qualidade do vinho, torna-se necessário fazer a sua estabilização, uma vez que os cristais brancos resultantes da precipitação provocam uma alteração organolética a nível de cor. O que a nível comercial não é atrativo, uma vez que o consumidor final prefere um vinho límpido.

Existem diversos processos que permitem corrigir a instabilidade tartárica do vinho. No entanto, o método da estabilização por frio (estática ou contínua) é o mais recorrente quando se trata de Vinhos Verdes. Este método recorre à diminuição da temperatura, 4°C, durante um período de 8 a 10 dias, para induzir propositadamente a precipitação dos sais. Durante a estabilização a frio é possível ainda adicionar sais de bitartarato de potássio que ira funcionar como núcleo de cristalização para tartaratos instáveis (Rizzon, 2006).

g) Engarrafamento

O vinho verde tinto ou branco só passará para a linha de enchimento após uma análise laboratorial que comprove que todos os parâmetros de qualidade exigidos estejam devidamente corretos. Posteriormente este será, engarrafado (em garrafas, garrafões ou barris), rotulado e identificado com um código (relativo ao lote) que permite identificar e futuramente rastrear o produto quando este se encontrar no mercado.

Após o engarrafamento, o vinho será novamente analisado e será guardada uma garrafa como testemunha, que permite assegurar a qualidade do produto, caso ocorra algum problema a nível do fornecedor e/ou consumidor.

h) Comercialização do vinho

Os vinhos verdes tinto e branco podem ser comercializados de três formas distintas tal como se descrevem de seguida.

1. Venda de vinho engarrafado

Para a comercialização do vinho engarrafado, o produtor deverá estar inscrito na Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (C.V.R.V.V) como engarrafador, no IVV (Instituto da Vinha e do Vinho) e registar a marca do vinho no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Só após estas inscrições e a devida apreciação por parte da Comissão é que o produtor estará devidamente certificado, ou seja, com o selo de garantia da Comissão (C.V.R.V.V, 2020).



Figura 1: Selo de Garantia da Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes. (C.V.R.V.V., 2020).

Posteriormente, e antes do vinho ir para o mercado, o vinho terá de ser submetido a uma análise físico química e organolética pelo laboratório da comissão dos vinhos verdes, para que o lote de vinho seja aprovado e a certificação autorizada, para que finalmente possa ocorrer a comercialização (C.V.R.V.V, 2020).

2. Venda a granel a um comerciante de vinhos

Na venda a granel a um comerciante, o vinho será vendido como "apto a vinho verde", pois nesta situação será o comerciante que o comprou que vai submetê-lo ao processo de certificação para a requisição de selos de garantia. Nesta situação será ainda necessário a emissão do documento de acompanhamento que documenta o trânsito e a transferência entre produtores (C.V.R.V.V, 2020).

3. Venda a granel diretamente ao consumidor final

Na venda a granel diretamente ao consumidor final, o vinho a comercializar terá de ser classificado como "Vinho Regional Minho", uma vez que o Vinho Verde apenas pode ser comercializado engarrafado, rotulado e com selo de garantia. Nesta situação, o produtor terá de solicitar a emissão de um documento de acompanhamento que permita regularizar a transferência até ao consumidor final (C.V.R.V.V, 2020).

2.4. Análises de controlo

A análise de uvas e vinhos, assim como de mostos, é um procedimento de rotina nas empresas de produção e comercialização de vinhos. A partir destas análises tenta-se prever a altura exata para realizar a vindima, controla-se a produção de um vinho, procede-se à correção de desequilíbrios em constituintes do mosto ou vinho, faz-se o controlo da qualidade, ou avalia-se a higiene do produto. Assim, as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais tornaram-se fundamentais para a indústria vinícola, não só pelas questões acima mencionadas, mas também para aumentar a qualidade do produto, reduzir os desperdícios e conservar o vinho por um período mais extenso (Fernandes, 2010).

As análises são realizadas desde o esmagamento e prensagem da uva, até ao engarrafamento do vinho, e mesmo depois, durante o envelhecimento deste. Os propósitos da realização das análises são distintos: podem ter o propósito de detetar falsificações ou fraudes; detetar a presença de produtos proibidos, como, por exemplo, pesticidas; determinar quantidades de alguns componentes, de forma a verificar se estão dentro dos limites legais impostos; ou então para que se possa efetuar uma correção. Como resultado das análises efetuadas, avalia-se a qualidade geral do vinho, sendo que o

conceito "qualidade" envolve diferentes características, tais como o aspeto visual do vinho, o paladar, o aroma ou até a sua capacidade de conservação e envelhecimento durante um longo período (Fernandes, 2010).

2.4.1. Espectroscopia de infravermelho com transformadas de Fourier (FTIR)

Existem diversos parâmetros químicos que são analisados constantemente para avaliar a qualidade geral do vinho, como, por exemplo, a massa volúmica, o estrato seco, o teor alcoólico, açúcares totais, pH, acidez volátil e total, e os ácidos málico, tartárico e láctico. Analisar estes parâmetros individualmente demorava imenso tempo, uma vez que os métodos de referência propostos pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), que se encontram no quadro 2, necessitam de um período considerável de tempo para fornecer resultados e podem ser difíceis de executar.

Quadro 2: Métodos de referência da OIV (OIV,2020).

Parâmetro	Método do Compêndio da OIV	Tipo de método
Massa volúmica	OV-MA-AS2-01A	I
Estrato seco	OV-MA-AS2-03A	I
Teor alcoólico	OV-MA-AS312-01A	I
Açúcares Totais	OV-MA-AS311-01	II
pH	OV-MA-AS313-15	I
Acidez volátil	OV-MA-AS313-02	I
Acidez Total	OV-MA-AS313-01	I
Ácido málico	OV-MA-AS313-12A	II
Ácido tartárico	OV-MA-A313-05A	IV
Ácido láctico	OV-MA-AS313-07	II

Nota: O “Compêndio dos Métodos Internacionais de Análise dos Vinhos e Mostos” da OIV define os tipos de métodos de análise em: I (Método de referência critério); II (Método de referência) e IV (Método provisório).

Esta demora em obter os resultados necessários, obrigava a que os enchimentos fossem planeados com uma maior antecedência uma vez que todos os parâmetros tinham de ser verificados e corrigidos, caso fosse necessário, antes do dia do enchimento.

Porém, há cerca de 20 anos, surgiu a técnica de espectroscopia no Infravermelho com Transformadas de Fourier (FTIR) que veio revolucionar o controlo da qualidade na indústria alimentar devido à rapidez da realização das análises físico-químicas.

A espectrometria FTIR era inicialmente uma técnica não destrutiva que fornecia informações estruturais sobre as características moleculares de uma grande variedade de compostos. No entanto, o avanço científico na área da fibra ótica e na quimiometria, transformaram a espectroscopia FTIR numa ferramenta analítica adequada para análises qualitativas e quantitativas de rotina no controlo de processos. Esta ferramenta analítica, apresenta ainda vantagens importantes como a velocidade, economia de tempo, alto grau de automação, alta resolução média e uma favorável relação custo-benefício (Bauer *et al.*, 2008; Moreira e Santos, 2004).

A indústria vinícola exige um acompanhamento constante do produto e requer um controlo do processo, que vai desde o amadurecimento da uva até ao engarrafamento do vinho. O aparecimento do FTIR revolucionou esta indústria uma vez que, permitiu a quantificação rápida e simultânea de vários compostos, com preparação mínima da amostra e baixo consumo de reagentes (Bauer *et al.*, 2008).

Sistema ótico de um espectroscopia FTIR

O espectrómetro FTIR apresenta um sistema ótico que é composto essencialmente por um interferómetro, que para funcionar necessita do auxílio de dois espelhos (um fixo e um móvel), uma fonte luminosa na zona infravermelha, um divisor de luz e um detetor (Jaggi e Vij, 2006)

Existem 3 tipos de interferómetros: "Michelson", "lamelar grating" e "Fabry-Perot". Este último interferómetro não é muito utilizado no espectroscopia FTIR, uma vez que apresenta um poder de resolução baixo quando comparado com os dois primeiros interferómetros. Relativamente aos "Michelson" e "lamelar grating", estes apresentam uma diferença básica, ou seja, no interferómetro de "Michelson" ocorre a divisão da amplitude da onda, enquanto que no interferómetro de "lamelar grating" ocorre a divisão da frente de onda. No entanto, o interferómetro Michelson é preferencialmente escolhido para espectrómetros comerciais, em relação ao de "lamelar grating", devido à sua fácil construção e operação (Jaggi e Vij, 2006).

O interferómetro Michelson necessita de num divisor de luz, que deverá apresentar uma refletividade mínima de 50% e não deverá absorver nem gerar radiação, para que consiga

transmitir metade de toda a luz no intervalo de comprimento de onda utilizado. O divisor de luz, irá dividir o feixe de luz em dois que serão refletidos por ambos espelhos, fixo e móvel - a posição e o movimento do espelho móvel são controlados por laser de hélio-neon - de volta para o divisor de luz onde eles se irão recombinar e interferir. Posteriormente o feixe de radiação infravermelha (RI) passa pela amostra que se pretende analisar e chega ao detetor (Jaggi e Vij, 2006).

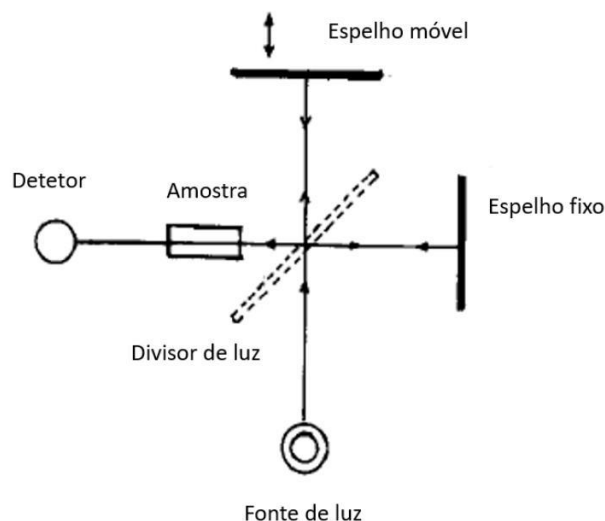


Figura 2:Diagrama esquemático do interferómetro de Michelson (Adaptado de Jaggi e Vij, 2006)

Princípio e absorção de radiação infravermelho

A espectrometria FTIR é baseada no princípio de que os grupos funcionais dentro de uma amostra vibrarão com a exposição e conseqüente absorção da radiação infravermelha (RI) (Bauer *et al.*, 2008). No entanto, absorção da RI está limitada às moléculas que apresentam diferenças de energia entre os diversos estados vibracionais e rotacionais. Isto significa, que uma molécula apenas consegue absorver energia se o movimento vibracional provocar uma alteração no momento de dipolo (Ismail *et al.*, 1997).

Existem dois tipos principais de vibrações moleculares: vibração de deformação axial e vibração de deformação angular. No primeiro caso, as vibrações provocam uma mudança contínua ao longo do eixo da ligação entre os dois átomos, podendo ser do tipo simétrica ou assimétrica (Ismail *et al.*, 1997)



Figura 3: Vibração de deformação axial (Aptado de Ismail *et al.*, 1997).

Enquanto, vibrações de deformação angular, apresentam uma mudança do ângulo entre as duas ligações. Estas podem ser ainda divididas em vibração tesoura, de rotação, balanço e torção (Ismail *et al.*, 1997).

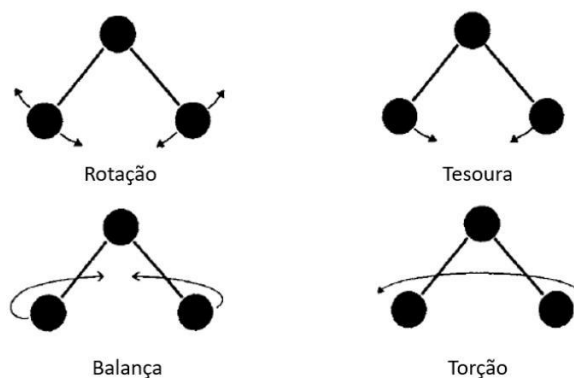


Figura 4: Vibração de deformação angular (Aptado de Ismail *et al.*, 1997).

Durante o processo de absorção, as frequências de infravermelho que correspondem à frequência vibracional natural das moléculas, que estão em utilização, são absorvidas e a energia assimilada permite não só aumentar a amplitude dos movimentos vibracionais das ligações das moléculas, mas também as excita para um nível mais alto de energia. Assim como outros processos de absorção, a absorção de infravermelho pode ser um processo quantificável (Pavia *et al.*, 2000).

Porém, é necessário ter em atenção que algumas moléculas não conseguem absorver RI, uma vez que nem todas moléculas apresentam um momento dipolo que muda em função do tempo. Uma ligação terá de apresentar um dipolo elétrico que é carregado à mesma frequência que a radiação que recebe para que a energia possa ser absorvida. Por este

motivo, uma ligação simétrica que possua grupos idênticos ou semelhantes em cada lado, não ter a capacidade de absorver RI. Ligações simétricas como H₂ e CL₂ são exemplos de ligações que não conseguem absorver RI (Pavia *et al.*, 2000).

Transformada de Fourier

O sistema ótico de um espectrômetro FTIR, produz um interferograma, que consiste num sinal complexo, onde os seus padrões, em forma de onda, apresentam todas as frequências que constituem o espectro de infravermelho. No entanto, o interferograma apresenta as diferentes ondas num gráfico de intensidade/tempo e neste caso, é necessário um gráfico de intensidade/frequência. Para ocorrer essa mudança, de intensidade/tempo para intensidade/frequência, será necessário aplicar a operação matemática da Transformada de Fourier ao interferograma (Jaggi e Vij, 2006).

Segundo o princípio, em que se baseia a Transformada de Fourier, qualquer onda pode ser expressa como uma soma de seno e cosseno (Serie de Fourier).

A integral utilizada na espectroscopia de Fourier, pode ser assim obtida através da definição do teorema da integral de Fourier e pelo princípio de sobreposição das ondas. Portanto, a intensidade, que é uma função da diferença do “caminho” (x), é submetida a uma transformação como um espectro inteiro (S), que depende da frequência (ν). Resultando a figura 5 e 6 (Jaggi e Vij, 2006).

$$S(\nu) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(x)e^{+i2\pi\nu x} dx = F^{-1}[I(x)]$$

Figura 5: Transformada de Fourier Inversa (Jaggi e Vij, 2006).

$$I(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} S(\nu)e^{-i2\pi\nu x} d\nu = F[S(\nu)]$$

Figura 6: Transformada de Fourier (Jaggi e Vij, 2006).

Portanto, a primeira integral designa-se por transformada de Fourier inversa e a segunda integral designa-se por transformada de Fourier. Assim, a integral dada pela equação da figura 5 converte o interferograma (x), que é uma função da diferença do “caminho” x

para o espectro $S(\nu)$, que por sua vez é uma função de frequência (ν). Sendo que este cálculo deve ser realizado num computador delicado (Jaggi e Vij, 2006).

Interferentes da Tecnologia FTIR

De acordo com a lei de Beer-Lambert, a concentração do composto a ser determinado é diretamente proporcional à sua absorvância em determinado comprimento de onda. No entanto, essa relação é afetada pela presença de outros compostos, que absorvem no mesmo comprimento de onda. Portanto, é necessária uma medição de comprimento de onda múltiplo para compensar as interferências. Isso significa que os comprimentos de onda característicos dos compostos a serem analisados devem ser medidos, bem como os comprimentos de onda característicos dos interferentes que absorvem na mesma região de RI (Moreira e Santos, 2004).

Etanol, água e o ácido acético são exemplos de compostos que são conhecidos por provocarem interferências, ou seja, estes vão influenciar a determinação de outros compostos que absorvam no mesmo comprimento de onda. No caso concreto do vinho, verifica-se que os açúcares da uva, glucose e a frutose, e os álcoois resultantes da fermentação como, por exemplo, o etanol vai apresentar uma interferência. Isto acontecesse devido a presença de grupos O-H, tanto nos açúcares como no etanol, o que significa que estes vão absorver radiação infravermelha na mesma zona, logo ocorrerá uma interferência (Pavia *et al.*, 2000).

No caso da água, a interferência por ela causada pode ser corrigida através da utilização da solução mais conhecida por líquido zero S-6060 da Foss, esta solução é lida antes da leitura das amostras que se pretende analisar. Para os restantes compostos deverá recorrer-se a um logaritmo que permita relacionar o comprimento de onda característico do composto que se pretende medir, com o comprimento de onda específico dos interferentes que absorvem na mesma região infravermelha.

Um algoritmo que permite esse tipo de correlação é os mínimos quadrados parciais (PLS, de partial least squares). Sendo que, a primeira etapa será determinar quais as faixas espectrais de RI que podem ser usadas para obter a correlação para cada parâmetro analítico. Portanto, é necessário definir n filtros, que pode ser um único número de comprimento de onda ou uma variedade de comprimentos de onda. O segundo passo é

obter os coeficientes PLS, para que o resultado do parâmetro possa ser calculado (Moreira e Santos, 2004).

Calibração e validação de método

Durante a calibração, um modelo é ajustado aos dados disponíveis de forma que os descreva o mais fielmente possível. A validação estabelece a exatidão (permite avaliar a proximidade entre o valor obtido (μ) pelo método de análise e o valor de referência (\bar{x}) convencionalmente aceite como verdadeiro) e precisão (avalia a dispersão dos resultados obtidos em ensaios independentes, repetidos sobre a mesma amostra, amostras semelhantes ou padrões em condições definidas). **Portanto, o desempenho de um modelo para futuras amostras colhidas da mesma população que as amostras de calibração.** Não se entende!

Quando vários componentes químicos devem ser determinados, a calibração requer a seleção dos comprimentos de onda espectrais mais relevantes primeiro, seguidos normalmente uma regressão PLS, para otimizar as equações de calibração para cada um dos diferentes parâmetros (Bauer *et al.*, 2008).

É necessário um conjunto independente de amostras para validar a exatidão, precisão e robustez (capacidade do método produzir o mesmo resultado, mantendo o seu desempenho analítico inalterável perante pequenas alterações das condições experimentais) do modelo de calibração. Na regressão, a validação permite uma estimativa do erro médio previsto em previsões futuras. (Bauer *et al.*, 2008).

Durante a construção e validação de um modelo de regressão PLS, podem ser identificadas amostras que representam a dados espectrais extremos e amostras que apresentam anormalidades na resposta. Quando um modelo estabelecido é usado em novos espectros para fazer uma previsão, amostras que apresentam irregularidades espectrais podem ser eliminadas. Ou seja, são obtidas informações não apenas sobre os espectros, mas também sobre as relações entre os espectros e a resposta. Portanto, a aplicabilidade de um modelo de regressão PLS pode ser garantida apenas acreditando que as amostras utilizadas sejam representativas do cenário de calibração e também da situação referente à aplicação futura de previsão do modelo (Bauer *et al.*, 2008).

Aparelhos FTIR calibrados por regressão PLS, devem permitir a triagem simultânea e rápida, de vinho e mosto, para componentes e parâmetros físico-químicos como álcool, densidade relativa, extrato seco total, condutividade, glicerol, fenóis totais, açúcares totais, pH, acidez total, ácidos orgânicos individuais e SO₂ total (Bauer *et al.*, 2008).

2.5.Utilização dos campos eléctricos pulsados (PEF)

Nos países industrializados, existe um interesse crescente por parte do consumidor de produtos alimentares minimamente processados, com poucos aditivos químicos e do tipo fresco e, nos países em desenvolvimento, alimentos armazenáveis sem refrigeração são de interesse especial, uma vez que a refrigeração é cara e não está continuamente disponível. A relevância da composição dos alimentos para a saúde humana aumentou o interesse dos consumidores no consumo de frutas e vegetais, além de alimentos enriquecidos em compostos bioativos e com poucos aditivos químicos (Thirumdas *et al.*, 2020).

Para satisfazer o crescente interesse do consumidor por este tipo de alimentos e em simultâneo encontrar uma técnica não térmica que permita manter a qualidade interna e externa, levou à descoberta da tecnologia dos campos eléctricos pulsados, denominados em inglês pulsed electric fields, e genericamente conhecidos pela abreviatura inglesa PEF (Yang *et al.*, 2016).

Esta tecnologia consiste na aplicação de um campo eléctrico na forma de pulsos de muito alta voltagem e duração extremamente curta (geralmente na escala dos microssegundos) a um produto alimentar que se encontra colocado entre dois eléctrodos dentro de uma câmara de tratamento. Ou seja, quando um campo eléctrico externo é aplicado às amostras de alimentos, será induzido um potencial eléctrico crítico através das membranas celulares, o que provocará a eletroporação das células (aumento da sua permeabilidade de modo permanente ou temporário (Yang *et al.*, 2016 e Arenzana *et al.*, 2019).

Devido à capacidade do tratamento com PEF alterar a permeabilidade da membrana celular, poderá ocorrer transferência de massa ou rotura das células, aumentando a extração de substâncias celulares ou a maior incorporação de substâncias por parte das células. Este tratamento não deve ser confundido com o aquecimento ómico, utilizado em vários processos alimentares, como desidratação de alimentos ou esterilização. Os PEF têm por objetivo o aumento dos poros das membranas celulares, aumentando as trocas

entre as células e o seu meio envolvente. Entre várias aplicações possíveis, os tratamentos com PEF têm sido utilizados principalmente para ajudar à pasteurização a baixas temperaturas de alimentos líquidos, como sumos de frutas, laticínios, ovos líquidos e bebidas alcoólicas. Nestes casos, os tratamentos são aplicados em contínuo, e o processo é facilitado pelo facto de os alimentos líquidos serem condutores elétricos que contém iões que funcionam como portadores de carga elétrica, o que facilita a aplicação desta tecnologia e a torna mais eficiente (Yang *et al.*, 2016).

2.5.1. PEF nos vinhos

Controlo do crescimento microbiano em vinhos

As bebidas alcoólicas que normalmente contêm entre 3% e 40% de álcool (etanol) desempenham um papel relevante na vida cotidiana das pessoas, especialmente na vida social de um indivíduo. Além disso, a produção e o consumo de bebidas alcoólicas são de grande importância para economia (Yang *et al.*, 2016).

A produção de bebidas alcoólicas envolve vários processos, como trituração, produção, fermentação, envelhecimento, embalagem e conservação (Yang *et al.*, 2016). Por exemplo, a vinificação é um processo no qual ocorrem várias alterações microbiológicas e físico-químicas. Os microrganismos associados ao vinho conduzem a fermentação alcoólica e malolática, que contribuem diretamente para a qualidade final do vinho. Quando as duas fermentações são concluídas, o vinho requer um processo de estabilização. Durante esse período, os microrganismos responsáveis pela deterioração podem ser desenvolvidos espontaneamente. Portanto, acompanhar e controlar as populações microbianas dos vinhos é uma etapa essencial para garantir um produto seguro, saudável e de qualidade (Arenzana *et al.*, 2019).

Tradicionalmente, várias estratégias têm sido aplicadas para evitar a deterioração do vinho e para controlar o processo de estabilização. Entre eles, a adição de SO₂ é mais o habitual, sendo que além de favorecer a homogeneização do vinho, este também inibe o desenvolvimento de populações não *Saccharomyces* e deteriora as bactérias. Além disso, reduz o efeito do oxigénio dissolvido no vinho e conduz a um declínio na atividade das enzimas de oxidação (Arenzana *et al.*, 2019).

No entanto, apesar da adição de SO₂ ser considerado indispensável nos vinhos, este agente químico pode provocar alterações organoléticas, nomeadamente redução da qualidade do aroma, o vinho adquire o aroma do SO₂, e alterações a nível de cor (Yang *et al.*, 2016).

Além disso, este agente constitui um perigo para a saúde humana quando inalado, produzindo reações alérgicas em pessoas sensíveis, mas também, já na forma de sulfitos, pode induzir vários sintomas, como dor de cabeça, choque anafilático e náusea. E em casos graves, essas substâncias podem até causar a morte (Yang *et al.*, 2016 e Arenzana *et al.*, 2019). Conseqüentemente, a Organização internacional da vinha e do vinho estabeleceu limites restritivos para o teor de SO₂ no vinho. Assim, o seu uso pode ter de ser drasticamente reduzido no futuro próximo devido aos efeitos secundários provocados e à preferência/exigência do consumidor por vinhos mais naturais, produzidos através de métodos de cultivo orgânico, sem adição de produtos químicos, isto é, na procura de um vinho mais saudável.

Para combater esta necessidade e para melhorar as qualidades organolépticas, a tecnologia PEF tem sido estudada como alternativa à adição de SO₂. Esta tecnologia pode atuar de duas formas distintas na inativação de microrganismos, ou seja, pode inibir os microrganismos indesejados ou, em alternativa, provocar a sua inviabilidade através de mutações. No entanto, os vários estudos realizados nos últimos anos centram-se na primeira opção por se acreditar que é mais viável (Yang *et al.*, 2016).

Outro aspeto a ter em consideração para a eficácia dos PEF na redução da carga microbiana é a intensidade do tratamento: espécies microbianas presentes no produto em causa, o tipo de meio e a temperatura. Sendo assim, é essencial um estudo aprofundado sobre as características do produto antes de se utilizar a tecnologia PEF (Thirumdas *et al.*, 2020).

Através dos estudos realizados nos últimos anos em vinhos, verificou-se que aplicação de uma forte intensidade (16, 22, 25 e 31 kV / cm) leva a uma alta inativação dos microrganismos, como por exemplo *Dekkera anomala*, *Dekkera bruxellensis*, *Saccharomyces bayanus*, *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus hilgardii*. Também foi possível concluir que, quando a intensidade do tratamento com PEF foi aumentada até a intensidade crítica, ocorreu uma inativação completa, seguida por uma inativação total constante (Yang *et al.*, 2016).

Porém, os resultados mais promissores resultaram da combinação da intensidade com a temperatura, que se deveu essencialmente ao aumento da sensibilidade dos microrganismos ao aumento da temperatura. Foi relatado que o uso de PEF à temperatura

ambiente é mais eficaz na inativação microbiana do que o processamento de PEF com pré-arrefecimento (4 ° C) na mesma condição de tratamento (Yang *et al.*, 2016).

A eficácia da inativação também está intimamente associada a espécies microbianas devido às suas diferentes suscetibilidades ao tratamento com PEF. Em geral, as leveduras são menos resistentes ao PEF do que as bactérias, porque as primeiras possuem um tamanho de célula maior, o que permite que sofram eletroporação com baixas forças de campo elétrico. Por exemplo, células de levedura no vinho foram inativadas a 22 kV / cm, enquanto a força do campo elétrico necessária para células bacterianas foi de 41 kV / cm para obter a mesma taxa de inativação. O tratamento com PEF com campos elétricos menores que 16 kV / cm em leveduras e 22 kV / cm em bactérias pouco afetou a viabilidade das células microbianas (Yang *et al.*, 2016).

De maneira geral, a técnica dos PEF provou ser uma ferramenta útil para desativar a microbiota associada ao vinho e uma alternativa ao uso de SO₂, não só na estabilização microbiana, mas também a nível da qualidade físico-química e sensorial. No entanto, a maioria dos ensaios realizados com PEF foi realizada a nível laboratorial, isto significa que não se considerou as dificuldades que poderiam surgir nas diferentes etapas da vinificação (Arenzana *et al.*, 2019).

Pré-tratamentos de PEF em vinhos de uva

Apesar de os PEF terem como principal objetivo, na indústria vinícola, a redução da carga microbiana no vinho, esta tecnologia também tem sido estudada como pré-tratamento nas uvas que vão ser utilizadas para produção de vinho. Este pré-tratamento tem como principal objetivo a promoção dos principais componentes funcionais, como por exemplo componentes antioxidantes, mas também para a melhoria das características físico-químicas e sensoriais.

a) Efeitos na promoção dos principais componentes funcionais

As características organoléticas das bebidas alcoólicas são o fatores-chave que afetam a decisão dos consumidores de comprá-los. Os compostos fenólicos são um dos tipos mais importantes de componentes químicos do vinho, porque contribuem significativamente para as características organoléticas do vinho. Além disso, estes compostos são conhecidos pela sua atividade antioxidante, promovendo a saúde pela a capacidade de eliminação de radicais. Estes compostos encontram-se na sua maioria na película das uvas

e exercem alta resistência à transferência de massa devido à presença de paredes celulares na película e as membranas citoplasmáticas (Yang *et al.*, 2016).

Assim, várias técnicas tradicionais de processamento de alimentos, como vinificação térmica e extensão do tempo de maceração, foram aplicadas para melhorar a extração de compostos fenólicos, como as antocianinas. No entanto, esses métodos tradicionais também apresentam várias desvantagens quando aplicados em uvas, como por exemplo a degradação de compostos sensíveis ao calor e uma cor pobre e instável (Yang *et al.*, 2016).

Comparado com os métodos tradicionais mencionados acima, o uso do pré-tratamento com PEF antes da fermentação demonstrou melhorar a transferência intracelular de substâncias à temperatura ambiente. Sendo que o conteúdo total de polifenóis estava diretamente influenciado pela intensidade de campo elétrico e pelo tipo de casta utilizada (Yang *et al.*, 2016).

De um modo geral, os vinhos de uvas submetidos à técnica PEF como etapa de pré-tratamento apresentaram maior teor de compostos fenólicos. Os poros foram formados na membrana celular quando um campo elétrico externo foi aplicado às células, induzindo e aumentando a saída componentes intracelulares. As paredes celulares foram amplamente modificadas e as membranas foram submetidas a eletroporação quando submetidas ao maior tempo de tratamento e a uma energia específica total. Assim, a tecnologia PEF também demonstrou ser capaz de reduzir o tempo de maceração dos vinhos, processo essencial na produção do vinho, mas que é bastante demorado (Yang *et al.*, 2016).

O pré-tratamento PEF também mostrou influenciar o conteúdo de ácidos orgânicos, nomeadamente o ácido tartárico e málico sendo que estes compostos são muito importantes pois afetam a qualidade organolética do vinho, mas também as suas propriedades conservantes podem aumentar a estabilidade do vinho. As amostras tratadas com PEF, dentro de uma faixa específica de intensidade, mostraram possuir uma concentração de ácidos orgânicos específicos, muito semelhante a amostras de controle envelhecidas em garrafas (Yang *et al.*, 2016).

b) Melhoria das características físico-químicas e organoléticas

As características físico-químicas do vinho incluem pH, teor alcoólico, acidez e teor de açúcar. Com base em estudos publicados, não foram observadas diferenças significativas

na maioria desses parâmetros entre as amostras controlo e as tratadas com PEF. No entanto, verificou-se que alguns vinhos de determinadas castas, como por exemplo Cabernet Sauvignon, apresentavam ligeiras diferenças nos parâmetros químicos quando sujeitas a este pré-tratamento, embora mantendo-se dentro dos valores habituais para este tipo de vinhos, o que significa que os PEF provocaram alterações, no entanto estes não ultrapassaram os valores normalmente obtidos quando as uvas não foram sujeitas a nenhum pré-tratamento (Yang *et al.*, 2016).

A nível das características organoléticas verificou-se que o vinho tinto sujeito ao pré-tratamento por PEF com altas intensidades, tinha resultado numa maior extração de taninos, o que afetou de forma positiva a aspereza e adstringência, o que é ótimo principalmente para vinhos que vão sofrer envelhecimento (Yang *et al.*, 2016).

Contudo, foi a nível da cor que se verificaram os melhores resultados, sendo que, a tecnologia PEF, com campos elétricos elevados, aumentou o valor da intensidade de cor (IC) dos vinhos essencialmente devido ao aumento da matéria corante. No entanto, se o tratamento com PEF for realizado com um campo elétrico de baixa intensidade, nenhuma diferença significativa é observada (Yang *et al.*, 2016).

3. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

3.1. Adega Cooperativa de Ponte de Lima

A Adega Corporativa de Ponte de Lima, com sede na rua Conde de Bertiandos, foi fundada em 1959. A sua atividade está centrada na produção, capacidade 11,5 milhões de litros, e comercialização de vinhos verdes, espumantes e aguardentes, que resultam exclusivamente das uvas, e seus subprodutos, dos seus 2000 associados (ACPL, 2020).

ACPL insere-se na sub-região do Lima, uma das nove sub-regiões que integram a Região Demarcada dos Vinhos Verdes, que pelas suas características naturais de solo, clima e pelas suas castas, produz vinhos muito diferentes, mas com particularidades semelhantes. (ACPL, 2020).

Em 1998, ACPL obteve a Certificação de Qualidade pela Norma NP EN ISO 9001, atribuída pela Associação Portuguesa de Certificação- APCER, tornando-se assim a primeira adega do país a adquirir esta certificação (ACPL, 2019). Mais recentemente, em 2018, devido ao crescente desejo de aumentar o seu mercado externo, a adega obteve a certificação IFS (International Featured Standards), também atribuída pela APCER.

3.2. Castas

Estendendo-se parcialmente por toda a região natural de Entre-Douro e Minho, a Região Demarcada dos Vinhos Verdes produz vinhos que ocupam uma posição de destaque entre os vinhos portugueses, devido as suas características distintas (ACPL, 2020).

Estas características diferenciadas devem-se essencialmente ao tipo de casta utilizada. No caso ACPL é possível obter essas particularidades através de 3 castas brancas e 3 castas tintas, que se encontram devidamente explicadas no ponto a) e b) respetivamente.

a) Castas brancas:

- **Loureiro-** Oriunda da Ribeira do Lima, esta casta muito produtiva e de alta qualidade é recomendada em grande parte da região Demarcada dos Vinhos Verdes. Esta casta, a mais importante da ACPL, dá origem a vinhos com aroma acentuado, harmoniosos e saborosos. Além de originar vinhos “monovarietais” (uma só casta) é frequentemente combinada com as castas Trajadura e Arinto (ACPL, 2020).
- **Arinto-** Conhecida como Arinto de Bucelas, apresenta o seu nível de qualidade mais elevado nas zonas interiores da região. Esta casta, de elevada produtividade, dá origem a vinhos de cor citrina, com um aroma rico, do frutado dos citrinos e pomóideas (maçã madura e pêra) ao floral. O sabor é fresco, harmonioso e persistente (C.V.R.V.V, 2020).
- **Trajadura-** Casta de boa qualidade e de área de cultivo de grande extensão, dá origem a vinhos de cor e aroma intenso. Sendo o sabor macio e quente com tendência para apresentar baixa acidez (C.V.R.V.V, 2020).

b) Castas tintas:

- **Vinhão-** Única casta regional tintureira, de alta qualidade e produção média. Produz vinhos de cor intensa, de aroma vinoso, onde se evidenciam os frutos silvestres sendo o sabor igualmente vinoso, encorpado e ligeiramente adstringente (ACPL, 2020).
- **Borraçal-** Casta largamente disseminada e de alta qualidade. Esta casta, origina vinhos vermelhos rubi, com aroma muito típico a casta, equilibrado, harmonioso e palatáveis (ACPL, 2020).
- **Espadeiro-** Casta de alta qualidade, muito produtiva e rústica e com uma expansão considerável na zona demarcada. Origina vinhos cor rubi, de aroma e sabor típicos à casta e frescos (ACPL, 2020 E CVRRVV, 2020).

3.3.Vinhos

A Adega Cooperativa de Ponte de Lima centra a sua produção e comercialização em três produtos, vinhos verdes, espumantes e aguardentes, resultados das uvas e dos subprodutos das castas mencionadas no ponto 3.2. Nos pontos a baixo, de a) a c), encontra-se uma breve descrição dos produtos elaborados pela ACPL.

a) Vinhos verdes

A ACPL divide os seus vinhos verdes em 3 categorias: clássicos, selecionado e loureiro, que se encontram devidamente descritas abaixo.

Clássicos

Vinho Verde Adamado

Produzido a partir da junção da casta Loureiro e Trajadura e com fermentação em cuba aberta com controlo de temperatura, este vinho apresenta uma quantidade produzida de cerca de 1000000 L.

De aspeto límpido e citrino e com um aroma a frutos cítricos, este vinho, devido à quantidade de açúcar residual presente na sua constituição, 12,5 g/l, apresenta um paladar meio seco. Este clássico apresenta ainda um teor alcoólico de 10,5%, um pH 3,2 e uma acidez de 6,3 g/l (Ficha técnica ACPL, 2020)



Figura 7: Vinho Verde Adamado (ACPL, 2020).

Vinho Verde Branco

Gerado da união da casta loureiro e trajadura, com fermentação em cuba aberta e com controlo de temperatura, o Vinho Verde Branco apresenta uma quantidade produzida de 1 000 000L.

De aspeto límpido e cor citrina, e com um aroma ligeiramente floral e macio, este vinho apresenta uma quantidade residual de açúcar de 3,5 g/L o que lhe confere um paladar seco. Este vinho apresenta ainda um teor alcoólico de 11%, pH de 3,2 e uma acidez total de 6,6 g/l (Ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 8: Vinho Verde Branco (ACPL, 2020).

Vinho Verde Rosé

Produzido com as principais castas tintas da região, Vinhão, Espadeiro e Borraçal, em fermentação em cuba aberta a temperatura controlada de 18° C, este vinho tem uma quantidade de produção de cerca de 150 000L.

De cor salmão e um aroma a frutos silvestres, o Vinho Verde Rosé, apresenta um sabor delicado e ligeiramente doce a frutos vermelho e silvestres.

Este clássico é caracterizado ainda por apresentar um teor alcoólico de 11%, pH 3,3, acidez total 6,9 g/l e uma quantidade de açúcar de 14g/L. Este vinho tem ainda a particularidade de ser filtrado e estabilizado pelo frio antes do engarrafamento (Ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 9: Vinho Verde Rosé (ACPL, 2020).

Vinho Verde Tinto

Gerado a partir da casta vinhão e das castas regionais tintas, com fermentação em cuba aberta com controlo de temperatura, este clássico apresenta uma quantidade de produção de 1000000L.

Com uma cor vermelho rubi e aroma a frutos vermelho maduros, este vinho apresenta acidez equilibrada e uma boa estrutura com uma ligeira adstringência taninosa.

O vinho verde tinto é caracterizado por apresentar 10,5% de volume de álcool, pH de 3,4, acidez total de 7,1 g/L e a quantidade de açúcares residuais ronda os 1,5 g/L (Ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 10: Vinho Verde Tinto (ACPL, 2020).

Selecionado

Vinho Verde Loureiro Trajadura

Composto pela casta Loureiro, casta predominante, e a casta Trajadura, este vinho apresenta uma quantidade produzida de 80 000L.

Este vinho selecionado apresenta um aspeto límpido e cor citrina, acompanhado pelo um aroma floral, frutado, fino e intenso. Com um sabor floral, bem estruturado e delicado.

Vinho Verde Loureiro Trajadura apresenta habitualmente 12% de teor alcoólico, um pH 3,2, acidez total 6,6 g/l e 3,5 g/l de açúcares residuais, o que coloca este vinho na categoria dos vinhos secos (Ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 11: Vinho Verde Loureiro Trajadura (ACPL, 2020).

- **Vinho Verde Loureiro Alvarinho**

Composto pelas castas Alvarinho e Loureiro, este vinho selecionado tem uma quantidade de produção de cerca de 80 000L.

Apesenta um aspeto límpido e uma cor citrina com um ligeiro aroma frutado e floral. A nível do paladar este vinho caracteriza-se por ser ligeiramente floral e frutado e encorpado. Este vinho possui 2,5g/l de açúcar, o que lhe confere um paladar seco.

Vinho Verde Loureiro Alvarinho, caracteriza-se ainda por ter 12,5% de teor alcoólico, 3,2 de pH e uma acidez total de 6,1 g/l, o que lhe confere as características tão próprias deste vinho (Ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 12: Vinho Verde Loureiro Alvarinho (ACPL, 2020).

Loureiro Colheita Seleccionada

Gerado exclusivamente a partir da casta Loureiro, este vinho sofre uma maceração pelicular pré-fermentativa antes da fermentação controlada. Posteriormente, sofrerá um estágio mínimo de 3 meses sobre borras, dando assim origem, em 2020, a uma quantidade produzida de 60 000L.

A nível organolético este vinho caracteriza-se por uma cor citrina e um aroma cítrico e floral. A nível do paladar este vinho proporciona um sabor frutado, floral e encorpado.

Este vinho de colheita seleccionada tem ainda como característica habitual 12,5% de teor alcoólico, 3,2 de pH, 6,6 g/l de acidez total e 3,5 g/l, o que lhe atribui a categoria de vinho seco (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 13: Vinho Verde colheita selecionada (ACPL, 2020).

Loureiro Premium

Obtido a partir de uma cuidadosa seleção de uvas da casta Loureiro, este vinho sofre inicialmente uma maceração pelicular pré-fermentativa. Posteriormente, e após a clarificação do mosto, dar-se-á a fermentação a uma temperatura controlada, 16°C, durante quatro semanas. Finalmente, durante a conservação na cuba, o vinho será submetido a um processo de batonnage durante 4 meses, ou seja, durante esse período o vinho estará em contacto com borras finas.

Com uma quantidade produzida de 10 000L, em 2019, este vinho de cor citrina e aroma floral com um ligeiro toque frutado e cítrico, proporciona um sabor persistente e complexo, mas com um toque ligeiro.

O Loureiro Premium, que apenas é produzido nos anos de melhor colheita, tem como principais características os 12,5% de teor alcoólico, pH de 3,1, uma acidez total de 6,6 g/l e um açúcar residual de 3.5g/l o que coloca este vinho na categoria dos vinhos verdes secos (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 14: Vinho Loureiro Premium (ACPL, 2020).

Vinho Verde Vinhão

Obtido exclusivamente da casta Vinhão, com fermentação em cuba aberta e controlo de temperatura, este vinho em 2019 originou 500 000L.

Com um aspeto límpido, cor vermelha retinta e aroma a frutos silvestres, este vinho proporciona um paladar encorpado, macio e persistente devido essencialmente ao tipo de casta utilizado para a sua produção.

O Vinho Verde Vinhão tem como especificações um teor alcoólico de 11,5%, pH de 3,45, acidez total 6,3 g/l e uma quantidade de açúcar residual inferior a 1,5 g/l (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 15: Vinho Verde Vinhão (ACPL, 2020).

Loureiro

Vinho Verde Loureiro

Composto exclusivamente pela casta Loureiro, com fermentação em cuba aberta e com controlo de temperatura, este vinho deu origem a uma quantidade de 2 000 000L em 2019. Sendo assim, o vinho em maior quantidade produzida pela ACPL nesse mesmo ano.

A nível organolético este vinho, o mais tradicional da ACPL, apresenta aspeto límpido, cor citrina e um aroma floral com algumas nuances a frutos citrinos. A nível do paladar é possível sentir um sabor floral encorpado, persistente e macio.

O Vinho Verde Loureiro apresenta um teor alcoólico 11,5%, pH de 3,1, uma acidez total de 6,7 g/l e por fim 5g/L de açúcar o que lhe confere a categoria de vinho verde seco (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 16: Vinho Verde Loureiro (ACPL, 2020).

b) Espumantes

Espumante Loureiro Bruto

Espumante exclusivamente obtido da casta Loureiro, através do método clássico, com uma quantidade produzida de 10 000L resultantes da colheita de 2018.

A nível organolético este espumante apresenta um aspeto límpido, cor pálida e um aroma floral e ligeiramente carbónico. Relativamente ao paladar, este espumante Loureiro bruto proporciona um sabor floral, fresco e com um toque ligeiramente a gás carbónico.

Habitualmente este espumante apresenta um teor alcoólico 12%, pH de 3,1, acidez total 6,4 g/l e um teor de 4,0 g/l de açúcar residual (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 17: Espumante Loureiro bruto (ACPL, 2020).

Espumante Loureiro Meio Seco

Espumante exclusivamente obtido da casta Loureiro, através do método clássico, com uma quantidade produzida de 10 000L resultantes da colheita de 2018.

A nível organolético este espumante apresenta um aspeto límpido, cor pálida e um aroma ligeiramente floral e a gás carbónico. Relativamente ao paladar, este espumante, proporciona um sabor floral com um toque ligeiramente doce e carbónico.

Habitualmente este espumante apresenta características muito semelhantes ao espumante Loureiro bruto, nomeadamente o teor alcoólico, 12%, o pH, 3,1, e a acidez a total, 6,4 g/l, diferindo apenas a nível do teor de açúcar, sendo que o espumante Loureiro meio seco contém 35 g/l de açúcar (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 18: Espumante Loureiro bruto (ACPL, 2020).

Espumante Rosé

Produzido a primeira vez, a partir da colheita de 2018, este espumante é proveniente da casta Vinhão, Espadeiro e Borraçal. Gerado a partir do método clássico, este espumante deu origem a uma quantidade de 3 000L.

O Espumante rosé apresenta um aspeto límpido, cor rubi rosado e um aroma fermentativo ligeiramente a frutos silvestres. Relativamente ao paladar, é possível identificar o sabor ligeiramente doce a frutos silvestres.

Habitualmente este espumante apresenta um teor alcoólico 12%, pH de 3,25, acidez total 6,9 g/l e um teor de 16 g/l de açúcar residual (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 19: Espumante Rosé (ACPL, 2020).

c) **Aguardentes**

Aguardente vínica velha

Obtida através da destilação de Vinho Verde tinto e envelhecida em cascos de carvalho ao longo de muitos anos. Este envelhecimento vai permitir que as suas características organoléticas se destaquem assim como aumento do teor alcoólico, 40%.

Com aspeto límpido e cor topázio, esta aguardente destaca-se pelo seu aroma complexo, alcoólico e a madeira. A nível do sabor é possível sentir a presença da madeira, álcool e um travo macio (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 20: Aguardente Vínica Velha (ACPL, 2020).

Aguardente Velhíssima

Obtida através da destilação de Vinho Verde Tinto e envelhecida em cascos de carvalho ao longo de mais de 5 anos. Este envelhecimento vai ampliar as sua aparência, olfato e paladar.

De cor topázio e com um aroma complexo, alcoólico e a madeira, esta aguardente destaca-se pelo seu sabor macio e pelo seu teor alcoólico de 40% (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 21: Aguardente Velhíssima (ACPL, 2020).

Aguardente Bagaceira

Conseguida através da destilação do mosto fermentado das partes sólidas da uva, nomeadamente as películas, este tipo de aguardente, contrariamente à Aguardente Vínica Venha e a Aguardente Velhíssima, não necessita de um envelhecimento de longos anos.

De aparência transparente e com um aroma a bagaço, esta aguardente apresenta um sabor macio a bagaço. Das três aguardentes referidas neste trabalho, esta é que apresenta o maior teor alcoólico, 42% (Catálogo de ficha técnica ACPL, 2020).



Figura 22: Aguardente Bagaceira (ACPL, 2020).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Trabalho realizado na ACPL

O trabalho realizado, ao longo deste estágio curricular, ocorreu maioritariamente no laboratório da ACPL. Este setor, tem como finalidade garantir e a segurar a qualidade dos vinhos produzidos nas instalações. Para tal, são realizadas algumas análises físico-químicas antes do enchimento e após o enchimento, mas também mensalmente aos vinhos e aos mostos.

O laboratório desta instituição tem ainda a responsabilidade de fazer o controlo metrológico e o registo de controlo do produto acabado.

A metodologia utilizada nas análises físico-químicas do vinho e mosto, encontra-se descrita nos pontos 4.1.2. - 4.1. 6.. Relativamente ao controlo metrológico e controlo de produto acabado, o procedimento encontra-se devidamente explicado no ponto 4.1.7 e 4.1.8.

4.1.1. Vinhos analisados

Ao longo do estágio curricular foram analisados diversos vinhos da ACPL No quadro 3 estão representados alguns dos vinhos que foram analisados e os quais serão discutidos na secção 5, Resultados e discussão.

Quadro 3: Amostra de vinhos analisados de 2019 e suas abreviaturas.

Tipo de vinho	Abreviatura
Vinho Verde Tinto	VVT
Vinho Verde Tinto Vinhão	VVTVIN
Vinho Regional Tinto	VRT
Vinho Regional Branco	VRB
Vinho Verde Branco	VVB
Vinho Verde Branco Adamado	VVBA
Vinho Verde Loureiro	VVL
Vinho Verde Rosé	VVR

4.1.2. Determinação do teor de subpressão do vinho (proveta de CO₂)

A determinação deste parâmetro é realizada antes e após o enchimento, para verificar se adição de CO₂ foi a desejada e se encontra dentro dos limites legais segundo o Regulamento Delegado (UE) 2019/934 da Comissão. Para o efeito é utilizado uma proveta específica e um termómetro.

Procedimento

- a) Enxaguar a proveta com a amostra de vinho a analisar, para que a proveta atinja a mesma temperatura do vinho;
- b) Encher a proveta até aos 100 mL, deixando cair o vinho ao longo da parede da mesma, para evitar perdas de CO₂;
- c) Introduzir o tubo e tapar hermeticamente a proveta;
- d) Segurar a proveta com a mão e tapar a saída do tubo com o dedo polegar;
- e) Agitar energicamente;
- f) Parar de agitar, retirar o dedo e deixar sair o vinho, mantendo a proveta em posição vertical ou ligeiramente inclinada;
- g) Repetir a operação anterior até que não saia vinho;

- h) Retirar o tubo e esperar que a espuma desapareça;
- i) Colocar um termómetro e deixar a temperatura estabilizar;
- j) Ler o volume de vinho e a sua temperatura;
- k) Com os dados do ponto anterior determinar, através da tabela de conversão apresentada no Anexo I, a concentração de CO₂ no vinho, em mg/L;

4.1.3. Determinação do dióxido de enxofre (SO₂) livre e total

No caso do vinho, a determinação de SO₂ livre é efetuada nas análises mensais e antes e depois do enchimento. No entanto, o SO₂ total só é necessário ser determinado antes e depois do enchimento.

Procedimento

- a) Com uma pipeta graduada, medir 20 mL da amostra pretendida para um copo específico do aparelho e colocar um magnete;
- b) Colocar o copo no aparelho de titulação automático TitraLab AT1000 Series da HACH;
- c) Selecionar a opção pretendida, Free SO₂/ Total SO₂;
- d) No final da titulação, registar o valor SO₂ livre/ total, que aparece no visor TitraLab AT1000 Series da HACH, nas folhas de registo das análises físico-químicas;



Figura 23: Titulador automático TitraLab AT1000 Series da HACH.

4.1.4. Determinação dos parâmetros pela tecnologia do FTIR WineScan FT 120 da FOSS

A tecnologia FTIR WineScan FT 120 da FOSS permite determinar vários parâmetros no vinho (mensalmente, antes e após o enchimento) e no mosto (mensalmente) rapidamente e em simultâneo. Os parâmetros determinados por esta tecnologia são: teor alcoólico, massa volúmica, extrato seco, açúcares redutores, acidez total e volátil, pH, e ainda os ácidos málico, láctico e tartárico.

Procedimento:

- a) Transferir cerca de 80 mL de vinho/ mosto para um gobelé;
- b) Colocar a amostra no banho de ultra-sons Starsonic 35 da Liarre, de modo a que seja retirado todo o gás presente na mesma;
- c) Lavar o local onde é colocada a amostra no FTIR WineScan FT 120 da FOSS com uma pequena quantidade de vinho/ mosto;
- d) Iniciar a análise e o equipamento faz uma análise geral das especificações do vinho/mosto;
- e) Após a realização da análise, identificar a amostra analisada e exportar os resultados para o sistema interno.



Figura 24: FTIR WineScan FT 120 da FOSS.

4.1.5. Determinação do índice de colmatagem

Este parâmetro é determinado antes do enchimento dos vinhos brancos para verificar e garantir de forma objetiva o grau de clarificação e de filtrabilidade do vinho.

Procedimento:

- a) Colocar uma membrana de porosidade 0,65 μm no porta-filtros da coluna de colmatagem TRATIVI e fechar a válvula de saída do mesmo.
- b) Com ajuda de uma proveta medir 500 mL da amostra de vinho e colocar na coluna de colmatagem TRATIVI que deve ser fechada com a tampa superior da mesma;
- c) Colocar uma proveta de 500mL na saída do porta-filtros e regular a pressão para 2 bar (200 kPa);
- d) Colocar o cronómetro a zero, abrir a válvula e quando o vinho sair do porta-filtros, iniciar a contagem do tempo.
- e) Quando o vinho atingir a altura dos 200 mL na proveta, anota-se o tempo (t_1);
- f) Quando o vinho atingir a altura dos 400 mL, parar totalmente o cronómetro e anotar o tempo indicado (t_2).
- g) Determinar o índice de colmatagem (IC) e registar no documento Registo de Índice de colmatagem”.

Resultado:

$$\text{IC} = \frac{t_2}{t_1} - 2 \times \left(\frac{t_2}{t_1} \right) \text{ Equação 4.1.}$$

$$\text{IC} = \frac{t_2}{t_1} - 2 \left(\frac{t_2}{t_1} \right) \text{ Equação 4.1.}$$

Em que:

- t_1 - Tempo obtido quando se atinge os 200 mL de vinho na proveta;
- t_2 - Tempo final, quando se atinge os 400 mL de vinho na proveta.



Figura 25: Coluna de colmatagem TRARIVI.

4.1.6. Determinação da turbidez

Este parâmetro é apenas determinado nos vinhos tintos após a filtração e estabilização e antes do enchimento e permite determinar o nível de turbidez destes.

Procedimento:

- a) Ligar o turbidímetro 2100P Hach pressionando a tecla “Power”;
- b) Lavar a cuvete com o vinho a analisar e introduzir o vinho na cuvete;
- c) Colocar a cuvete no turbidímetro 2100P Hach;
- d) Pressionar a tecla “Read”, esperar que o valor estabilize e fazer a leitura;
- e) Registrar o resultado expresso em NTU (unidades nefelométricas de turbidez);



Figura 26: Turbidímetro 2100P Hach.

4.1.7. Controlo metrológico

O controlo metrológico é efetuado durante todos os enchimentos de forma a garantir que todas as garrafas possuem em média a mesma quantidade de vinho.

Procedimento:

- a) Retirar da linha de enchimento 5 garrafas prontas a encher;
- b) Identificar as garrafas de 1 a 5 e pesá-las, assim como um exemplar das rolhas que estão a ser usadas;
- c) Coloca-las novamente na linha de enchimento e retirá-las novamente após o enchimento;
- d) Pesar as garrafas e posteriormente retirar a identificação para as colocar novamente na linha;
- e) Colocar os dados no sistema, no ficheiro controlo metrológico;
- f) Calcular o volume médio (v) em cada garrafa através da equação 4.2.

Resultado:

$$v = \frac{(P_2 - P_1) - P_0}{\rho / P_0} \quad \text{Equação 4.2.}$$

Em que:

P_0 = peso médio de cinco garrafas vazias em g;

P_1 = peso de um exemplar da rolha em g;

P_2 =Peso médio das cinco garrafas cheias em g;

m/v = massa volúmica do lote em enchimento g/ml;

Não percebo a inclusão da massa volúmica nesta fórmula

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Teor de subpressão do vinho

No quadro 4, encontra-se expressos os valores normais de CO₂ e consequentemente a equivalência em sobrepressão dos vinhos tranquilos.

Quadro 4: Teor normal de CO₂ e sobrepressão dos vinhos tranquilos.

Amostra	Teor de CO ₂ normal (g/l)	Sobrepressão normal (BAR)
VVT	2,5	0,92
VVTVIN	2,5	0,92
VRT	2,5	0,92
VRB	2,5	0,92
VVB	2,5	0,92
VVBA	2,5	0,92
VVL	2,5	0,92
VVR	2,5	0,92

Antes de se iniciar o enchimento pretendido, é adicionado gás (CO₂) ao vinho, de modo que o valor final seja aproximadamente 2,5 g/l. Sendo que, este valor pode variar dependentemente do ano de colheita, ou seja, as características das uvas e consequentemente as características dos vinhos a que estas vão dar origem vão ditar a quantidade de gás, dentro dos limites legais, que vai ser adicionado aos vinhos. Desta forma, após cada vindima e a realização das devidas análises físico-químicas, os enólogos vão cuidadosamente selecionar a quantidade pretendida a adicionar aos diferentes vinhos.

No ano 2019, verificou-se que os diferentes vinhos apresentados no quadro 4, teriam aproximadamente 2,5g/l de CO₂, e naturalmente a sobrepressão resultante do CO₂ será aproximadamente 0,92 bar. Desta forma, é garantido que os vinhos tranquilos compram os requisitos internos, sendo o limite superior de sobrepressão 1 bar, e os requisitos legais impostos pelo Regulamento Delegado (UE) 2019/934 da Comissão, que completa o Regulamento (UE) n.º 1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho, que limita o

teor máximo de dióxido de carbono no vinho tratado e comercializado é 3 g/l e a sobrepressão resultante do dióxido de carbono deve ser inferior a 1 bar, a 20 °C.

É importante ainda ressaltar, que caso o teor de gás esteja mais alto que 2,6 g/l será necessário remontar o vinho para que haja a perda de CO₂ e conseqüentemente obter o valor desejado. Só após se obter o valor pretendido é que se poderá iniciar o enchimento, e mesmo durante este processo deve-se verificar mais uma vez se o teor de dióxido de carbono se encontra dentro dos valores pretendidos.

5.2. Dióxido de Enxofre (SO₂) livre e total

No quadro 5 e 6, encontram-se o teor de SO₂ livre e total, respetivamente, após o enchimento dos diferentes vinhos tranquilos, assim como limite inferior e superior definidos pela ACPL.

Quadro 5: Teor de SO₂ livre e limite inferior e superior estabelecido pelo departamento da qualidade.

Amostra	SO ₂ Livre (mg/l)	Limite Inferior (mg/l)	Limite Superior (mg/l)
VVT	57	15	70
VVTVIN	54	10	70
VRT	54	15	80
VRB	44	25	60
VVB	33	25	60
VVBA	48	25	60
VVL	37	15	60
VVR	46	30	60

Através da análise do quadro 5, verifica-se que o teor de SO₂ livre varia de vinho para vinho, isto porque cada vinho - que resulta de uma casta ou da junção várias castas - têm as suas particularidades, nomeadamente diferentes teores de açúcar, o que permite aos vinhos ter características muito próprias, o que exige especiais cuidados na adição de SO₂.

Antes do engarrafamento o dióxido de enxofre deverá ser ajustado, de acordo com as indicações pré-definidas do enólogo no período das vindimas, para que o vinho não fique suscetível a desenvolver bactérias e aromas desagradáveis, assim como reduzir o risco de fermentação na garrafa e oxidação.

O teor de SO₂ livre não apresenta um limite legal segundo as normas europeias, porém devido a questões de saúde este não deverá ultrapassar um limite superior 70 mg/l. Através do quadro acima, 4, verifica-se que os dados estão dentro dos limites internos definidos e nenhuma das amostras acima analisadas ultrapassam o limite de 70 mg/l. O que indica que este vinho se encontra seguro para consumo por parte do consumidor.

Quadro 6: Teor de SO₂ total e limite inferior e superior estabelecido pelo departamento da qualidade.

Amostra	SO₂ Total	Limite Inferior (mg/l)	Limite Superior (mg/l)
VVT	76	50	130
VVTVIN	87	45	130
VRT	73	45	150
VRB	138	80	180
VVB	111	90	180
VVBA	136	70	200
VVL	107	70	185
VVR	121	90	160

Relativamente ao de SO₂ total verifica-se, através do quadro 6, que os vinhos brancos apresentam maior teor que os tintos. Isto deve-se essencialmente a composição dos vinhos tintos, ou seja, estes apresentam taninos, substância antioxidante que o protege da oxidação quando comparado com os vinhos brancos. No entanto, é ainda importante ressaltar que quanto maior for o teor de açúcares- normalmente nos vinhos brancos e roses- presente nos vinhos maior será a quantidade de SO₂ total, isto porque os açúcares tendem a destabilizar os vinhos podendo assim proporcionar o aparecimento de microrganismos, obrigando a adições mais frequente de SO₂. Ainda através da análise do quadro verifica-se que os vinhos se encontram dentro dos limites definidos internamente pela ACPL.

O SO₂ total, além apresentar limites internos, encontra-se delimitado pelo Regulamento Delegado (UE) 2019/934 da Comissão, que completa o Regulamento (UE) n.º1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho. Segundo este regulamento o teor total de dióxido de enxofre dos vinhos, com exceção dos vinhos espumantes e dos vinhos licorosos, não pode exceder, no momento da sua colocação no mercado para consumo humano direto os 150 mg/l no caso dos vinhos tintos e 200 mg/l no caso de vinhos brancos ou rosados. No

entanto, no caso de os vinhos apresentarem um teor de açúcares superior a 5 g/l, o teor máximo de SO₂ total é aumentado para 200 mg/l no caso dos vinhos tintos e para 250 g/l nos vinhos brancos e rosados.

No caso dos vinhos apresentados no quadro 6, apenas o VRB, VVBA E VVR apresentam uma quantidade de açúcares superior 5g/l, de acordo com as análises físico-químicas realizadas, o que justifica, que sejam estes vinhos que apresentem o maior teor total de dióxido de enxofre.

Pode-se assim concluir que os vinhos apresentados no quadro 6, encontram-se todos dentro dos limites definidos internamente e os limites legais do Regulamento Delegado (UE) 2019/934

5.3. Parâmetros obtidos pela tecnologia do FTIR WineScan FT120 da FOSS

No quadro 7, encontram-se os dados obtidos através da tecnologia FTIR WineScan FT120 da FOSS para as diferentes amostras de vinho.

Quadro 7: Valores obtidos na determinação pela tecnologia FTIR, na análise das diferentes amostras de vinho.

Amostra	Teor alcoólico (%)	Açúcares redutores (g/l)	Acidez total (g de ácido tartárico/l)	Acidez volátil (g de ácido acético/l)	pH
VVT	10,07	1,4	7,58	0,57	3,46
VVTVIN	11,29	1,3	7,73	0,56	3,68
VRT	9,98	1,5	7,46	0,66	3,54
VRB	10,58	8,06	5,82	0,24	3,22
VVB	11,27	3,56	6,71	0,24	3,21
VVBA	10,61	12,55	5,97	0,29	3,23
VVL	11,26	3,00	6,68	0,26	3,21
VVR	11,07	11,24	6,56	0,41	3,37

Tentar incluir na tabela os valores de ref^a

A tecnologia FTIR possui capacidade de analisar em simultâneo vários parâmetros físico-químicos, no entanto, antes e após o enchimento, apenas os parâmetros presentes no quadro 6 são motorizados com mais cuidado e rigor. Caso algum destes parâmetros se encontre fora dos limites pré-definidos pela ACPL (anexo 3) estes não poderão ser

comercializados. No entanto, através da análise e comparação do quadro 7 com o quadro do anexo 3 verifica-se que nenhum dos vinhos acima apresentados se encontra fora dos limites estipulados, estando assim seguros para venda e consumo do consumidor.

Ainda através da análise do quadro é possível verificar que o teor alcoólico dos diferentes vinhos é muito semelhante entre si, no entanto o VVTVIN, é o que apresenta maior teor alcoólico na sua constituição. Relativamente aos outros parâmetros verifica-se que os vinhos tintos apresentam menor quantidade de açúcares redutores quando comparado com os vinhos brancos e o vinho rosé, no entanto os vinhos tintos apresentam maior acidez total, acidez volátil e pH, que se deve essencialmente a composição das uvas tintas mas também ao facto de os vinhos tintos terem sido anteriormente submetidos a uma fermentação malolática que provoca um aumento da acidez total e do pH.

É importante ainda ressaltar, que dos 5 parâmetros apresentados no quadro 7, apenas o teor alcoólico e açúcares redutores podem ser retificados antes do enchimento, caso estes estejam abaixo do valor normal para estes parâmetros. No caso do grau alcoólico, este é corrigido através da adição de mosto concentrado. Relativamente aos açúcares estes podem ser corrigidos através da adição de mosto concentrado ou da adição de MCR (mosto concentrado retificado), que é um produto obtido através da desidratação do mosto de uva branca, que posteriormente é submetido a um tratamento de desacidificação e eliminação de todos os componentes que não açúcares. Este produto, garante assim que apenas é afetado o parâmetro dos açúcares redutores, não havendo o risco, como acontece na adição de mosto concentrado, a alteração do teor alcoólico do vinho. Caso aconteça algum erro de adição que aumente os parâmetros para valores acima dos limites estabelecidos, o vinho terá de ser misturado com outro lote que não tenha o teor alcoólico ou açúcares corrigidos, para assim se evitar que o vinho em que ocorreu a falha de adição seja descartado.

5.4. Determinação do índice de colmatagem

No quadro 8, estão apresentados os resultados obtidos na determinação IC para 4 vinhos brancos e um vinho rosé. Na ACPL, a determinação deste índice é realizada essencialmente em vinhos brancos, uma vez que são esses que passam pelo sistema de filtração antes de ocorrer o enchimento, sendo assim essencial realizar o IC para se obter uma medida objetiva do grau de clarificação e de filtrabilidade.

Quadro 8: Valores obtidos na determinação do Índice de Colmatagem (IC).

Amostra	IC
VRB	2
VVB	2
VVBA	3
VVL	1
VVR	2

De acordo com os limites estabelecidos pela ACPL, os vinhos brancos e rosés devem apresentar um $IC < 12$ para que a filtração seja considerada eficiente e pronto para consumo. Analisando os resultados obtidos verifica-se que todas as amostras analisadas apresentam uma filtração eficiente, encontrando-se abaixo do valor estipulado pela Adega.

5.5. Turbidez

No quadro 9 estão apresentados os resultados obtidos na determinação da turbidez do vinho (em NTU'S) para 3 vinhos tintos. Na ACPL, a determinação da turbidez é realizada apenas nos vinhos tintos.

Quadro 9: Valores obtidos para a turbidez dos vinhos tranquilos tintos (NTU'S).

Amostra	Turbidez (NTU'S)
VVT	1
VVTVIN	15
VRT	1

Quanto à turbidez do vinho, na ACPL, para que um vinho seja considerado estável o seu teor de NTU'S deverá ser inferior a 30. Uma turbidez superior a estes NTU'S pode implicar a não estabilidade coloidal do produto e, assim, aumentar o risco de turvações posteriores, mesmo que o vinho tenha sido previamente filtrado e estabilizado. Por este motivo quanto mais límpido estiver o vinho maior a estabilidade obtida.

Através do quadro 9, verifica-se que as amostras do vinho tinto apresentam um teor de NTU'S inferior a 30, o que significa que se encontram estáveis. Ainda a partir da avaliação do quadro 8, verifica-se que o vinho VVTVIN, apresenta uma estabilidade inferior quando comparado VVT E VRT, o que exige um maior controlo, pois podem

ocorrer alterações, por exemplo, a nível da estabilidade da cor. No entanto, é normal VVTVIN apresentar um teor NTU'S superior, uma vez que é um vinho que é sujeito a um tipo de filtração diferente- filtração através de filtro de terras- com objetivo de não retirar totalmente a matéria em suspensão, para que posteriormente este possa proporcionar uma sensação na boca mais rica e ao facto de este não sofrer qualquer tipo de estabilização.

5.6. Controlo Metrológico

No quadro 10, encontram-se os valores do controlo metrológico realizados durante o enchimento dos diferentes vinhos. Este controlo consiste em verificar em média da quantidade de vinho em cada garrafa.

Quadro 10: Valores obtidos para o controlo metrológico dos vinhos tranquilos.

Amostra	Controlo metrológico (ml)
VVT	752,83
VVTVIN	751,76
VRT	752,15
VRB	753,47
VVB	755,57
VVBA	752,28
VVL	754,23
VVR	753,51

Segundo o Decreto-lei nº 199/2008, existem apenas 8 quantidades nominais para os vinhos tranquilos: 100 ml, 187 ml, 250 ml, 375 ml, 500 ml, 750 ml, 1000 ml e 1500 ml. As amostras presentes no quadro 9, tem quantidade nominal de 750 ml, no entanto através da análise do quadro verifica-se que em média as garrafas apresentam uma quantidade extra 3,23 ml. Pode-se assim concluir que a máquina de enchimento precisa de ser calibrada, no entanto esta apresenta um defeito por excesso, o que significa que não apresenta qualquer prejuízo para o consumidor final.

6. CONCLUSÃO

Com a realização deste estágio pode-se concluir que o principal objetivo, utilização de PEF para a redução da carga microbiana e consequentemente a redução da utilização SO_2 , não foi atingido face à pandemia que surgiu. No entanto, os outros objetivos foram atingidos, nomeadamente a integração do aluno na indústria alimentar, para consolidar conhecimentos teóricos previamente adquiridos nas unidades curriculares lecionadas no primeiro ano do mestrado e experiência profissional na área.

Ao longo do estágio, o trabalho realizou-se maioritariamente no laboratório de controlo de qualidade da ACPL e nas linhas de enchimento. Sendo que, no laboratório foi possível realizar diversas análises, nomeadamente a sobrepressão de CO_2 , determinação do SO_2 livre e total, determinação das especificações técnicas pela tecnologia FTIR, IC, turbidez² e controlo metrológico, que permitiram demonstrar a importância do controlo da qualidade não só na indústria vinícola, mas também na indústria alimentar.

É importante ainda ressaltar que durante o período de estágio, não ocorreu nenhum caso de não conformidade ou de vinhos com parâmetros analisados com valores que não se enquadravam nos limites legais e que não pudessem ser corrigidos. Demonstrando assim que o departamento de enologia, qualidade e de produção da ACPL estão bem estruturados, organizados e trabalham em coordenação, de forma a evitar casos de não conformidades.

Para concluir, este estágio foi uma experiência enriquecedora que permitiu adquirir conhecimentos muito úteis relativamente à indústria alimentar, mais especificamente a importância das análises de controlo de qualidade. É importante ainda destacar que o trabalho na linha de enchimento permitiu ter outra perspetiva relativamente a todos cuidados de higiene, qualidade e segurança que se deve ter durante a produção, de forma que não se coloque em risco o consumidor final.

Pode-se assim concluir que o balanço final deste estágio curricular foi excelente, existindo vontade de no futuro trabalhar em cooperação com Adegas Cooperativas de Ponte de Lima.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adega Cooperativa de Ponte de Lima(2020). Consultado a 6 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://adegapontelima.com/pt/entrada> .
- Arenzana, L. G., Portu, J., López, N., Santamaría, P., Gutiérrez, A. R. & Alfaro, I. L. (2019). Pulsed Electric Field treatment after malolactic fermentation of Tempranillo Rioja wines: Influence on microbial, physicochemical and sensorial quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 57-63.
- Caldas, J. & Revelo, J. (2013). Portuguese wine ratings: An old product a new assessment. *Wine Economics and Policy*, 2, 102–110.
- Comissão de Vinicultura da Região dos Vinhos Verdes. (2020) Consultado 8 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.vinhoverde.pt/>.
- Instituto da Vinha e do Vinho (2020). Estatística. Consultado a 1 de junho de 2020. Disponível em: <https://www.ivv.gov.pt/np4/estatistica/> .
- Ismail, A. A., Voort, F. R. E Sedman, J. (1997). Fourier Transform Infrared Spectroscopy: Principles and Applications. In J. R. J. Paré e J. M. R. Bélanger (Ed.), *Instrumental Methods in Food Analysis* (Ed. 1, chap. 4, pp. 93-139). S.I.: Elsevier Science B. V..
- Feely, C. (2015). THE HISTORY OF WINE, In C. Feel, *Wine* (Chap. 1, pp. 9-16). Chichester: Summersdale Publishers Ltd.
- Fernandes, S. S. M. (2010). Desenvolvimento de um método de análise de Pesticidas na Indústria Vitivinícola (Dissertação de Mestrado). Disponível em Repositóri UM (<http://hdl.handle.net/1822/15290>).
- Jackson, S. R. (2020). Introduction, In R. S. Jackson, *Wine Science: Principles and applications* (Ed. 5, Chap 1. pp. 1, 1-20.). S.I.:7 Academic Press.
- Jaggi, N. e Vij, D. R. (2006). Fourier Transform Infrared Spectroscopy. In D. R. Vij (Ed.), *Handbook of Applied Solid State Spectroscopy* (Chap. 9, pp 411-447). United States of America: Springer.
- Kritzinger-Stadler, E. C., Bauer, F. F. 3 Toit, W. (2012, dezembro). Role of Glutathione in Winemaking: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 269-277.

Lasanta, C., & Gómez, J. (2012). Tartrate stabilization of wines. *Trends in Food Science & Technology*, 28, 52-59.

Organização Internacional da Vinha e do Vinho (2020). Consultado a 13 de novembro de 2020. Disponível em: <http://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts-2-vol>.

Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., e Vyvyan, J. R. (2000). Introduction to Spectroscopy (Ed.4, chap.2, pp 15-104). Washington: Brooks/Cole.

Rizzon, L. e Meneguzzo, J. (2006). Estabilização do vinho. Consultado a 12 de novembro de 2020. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>.

Thirumdas. R., Sarangapani, C. & Barba, F. J. (2020). Pulsed electric field applications for the extraction of compounds and fractions (fruit juices, winery, oils, by-products, etc.). In Barba, F. J., Parniakov, O. & Wiktor. A. (Ed.), Pulsed Electric Fields to Obtain Healthier and Sustainable Food for Tomorrow. Inglaterra: Academic Press.

Valadas, S. M. C. F. (2007). Implementação do sistema HACCP na Adega da Cartuxa (Relatório de Projeto da Licenciatura em Engenharia Alimentar não editada). Instituto Politécnico de Beja- Escola Superior Agrária, Beja.

Wine Tourism in Portugal (2020). Consultado a 9 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.winetourismportugal.com/pt/sobre-portugal/>.

Yang, M., Huang, K., Lyu, C. & Wang, J. (2016). Pulsed electric field technology in the manufacturing processes of wine, beer, and rice wine: A review. *Food Control*, 68, 28-38.

ANEXOS

Anexo 1: Tabela de Determinação de CO₂

2.3. Tabela de Determinação de CO₂

REVISÃO 00

CO₂ em mg/l

t °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	130	145	160	175	190	205	220	235	250	265	280	295	310	325	340	355	370	385	400	415	430
98	275	295	315	335	355	375	395	415	435	455	475	495	515	535	555	575	595	615	635	655	675
97	400	395	390	380	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210
96	600	590	575	565	550	540	525	510	500	485	470	465	455	450	445	440	435	430	420	410	405
95	800	780	770	750	735	720	700	680	665	645	625	610	600	590	580	570	560	550	540	530	520
94	1000	980	960	940	920	895	875	850	830	805	785	770	760	750	740	730	720	710	700	690	680
93	1090	1070	1045	1020	1000	975	950	925	905	880	850	840	830	815	805	790	785	780	775	770	765
92	1175	1150	1130	1105	1080	1055	1030	1005	975	950	925	900	885	870	860	850	840	830	820	810	800
91	1265	1235	1210	1185	1160	1135	1105	1080	1050	1020	995	980	965	950	935	925	915	905	895	885	875
90	1350	1320	1295	1270	1240	1215	1185	1155	1125	1095	1060	1030	1005	1005	990	955	925	895	865	835	805
89	1435	1410	1380	1350	1320	1295	1260	1230	1200	1165	1130	1100	1085	1070	1055	1020	985	955	920	890	860
88	1510	1475	1445	1420	1390	1360	1325	1290	1260	1225	1190	1175	1160	1140	1125	1110	1075	1040	1005	970	935
87	1580	1545	1515	1485	1455	1420	1385	1350	1320	1285	1250	1230	1215	1195	1180	1165	1125	1090	1055	1015	980
86	1650	1615	1585	1550	1520	1485	1450	1415	1380	1345	1300	1290	1270	1255	1235	1215	1180	1140	1105	1065	1030
85	1720	1685	1650	1620	1585	1550	1515	1475	1440	1400	1360	1345	1330	1310	1290	1270	1235	1195	1155	1115	1075
84	1790	1755	1720	1685	1650	1615	1575	1540	1500	1460	1420	1400	1385	1365	1345	1325	1285	1245	1205	1165	1125
83	1850	1815	1780	1745	1710	1670	1630	1590	1550	1510	1470	1450	1430	1410	1390	1375	1330	1290	1245	1205	1165
82	1910	1875	1835	1800	1765	1725	1685	1645	1605	1560	1520	1500	1480	1460	1440	1420	1375	1335	1290	1250	1210
81	1970	1930	1895	1855	1820	1780	1740	1695	1655	1615	1570	1550	1530	1510	1495	1485	1440	1400	1355	1315	1275
80	2030	2000	1960	1915	1875	1835	1790	1750	1705	1665	1620	1600	1580	1555	1535	1515	1470	1425	1380	1335	1290
79	2090	2050	2010	1970	1930	1890	1845	1800	1760	1715	1670	1650	1625	1605	1580	1560	1515	1470	1425	1375	1330
78	2140	2100	2060	2020	1980	1940	1895	1850	1805	1760	1710	1690	1670	1645	1625	1600	1555	1510	1460	1415	1365
77	2195	2150	2110	2070	2030	1985	1940	1895	1850	1805	1750	1735	1710	1690	1665	1645	1595	1545	1500	1450	1405
76	2245	2205	2160	2120	2075	2030	1985	1940	1895	1850	1800	1780	1755	1730	1710	1685	1635	1585	1540	1490	1440
75	2300	2255	2210	2170	2125	2080	2035	1990	1940	1890	1845	1820	1800	1775	1750	1725	1675	1625	1575	1525	1480
74	2350	2300	2260	2220	2175	2130	2080	2035	1985	1935	1890	1865	1840	1815	1790	1770	1715	1665	1615	1565	1515
73	2400	2350	2310	2260	2215	2170	2125	2075	2025	1975	1930	1905	1880	1855	1830	1805	1755	1705	1655	1605	1555
72	2440	2400	2350	2305	2260	2215	2165	2115	2065	2015	1970	1945	1920	1895	1870	1840	1790	1740	1690	1640	1590
71	2490	2440	2400	2350	2305	2260	2210	2160	2110	2060	2010	1985	1955	1930	1905	1880	1830	1775	1720	1670	1620
70	2535	2490	2440	2395	2350	2300	2250	2200	2150	2100	2045	2020	1995	1970	1945	1920	1865	1810	1760	1710	1650
69	2580	2535	2485	2440	2390	2345	2295	2240	2190	2140	2085	2060	2035	2010	1980	1950	1900	1845	1790	1740	1685
68	2625	2575	2530	2480	2430	2385	2330	2280	2225	2175	2120	2095	2070	2045	2015	1980	1935	1880	1825	1770	1715
67	2665	2620	2570	2520	2470	2425	2370	2315	2265	2210	2140	2110	2105	2080	2050	2025	1970	1915	1860	1805	1750
66	2705	2660	2610	2560	2510	2465	2410	2355	2300	2250	2195	2170	2140	2115	2085	2060	2005	1950	1895	1840	1785
65	2750	2700	2650	2600	2550	2505	2450	2395	2340	2285	2230	2205	2175	2150	2120	2095	2040	1985	1930	1875	1820
64	2790	2740	2690	2640	2590	2540	2485	2430	2375	2320	2265	2240	2210	2185	2155	2130	2075	2020	1965	1910	1855
63	2830	2780	2730	2680	2630	2580	2525	2470	2415	2360	2305	2280	2250	2225	2195	2170	2115	2060	2005	1950	1895
62	2870	2815	2765	2715	2665	2615	2560	2505	2450	2395	2340	2315	2285	2255	2230	2200	2145	2090	2035	1980	1925
61	2905	2855	2805	2755	2700	2650	2595	2540	2485	2430	2375	2350	2320	2290	2260	2230	2175	2120	2065	2010	1955
60	2945	2895	2840	2790	2735	2685	2630	2575	2520	2465	2410	2385	2355	2325	2295	2265	2210	2155	2100	2045	1990
59	2985	2930	2880	2825	2775	2725	2670	2615	2560	2505	2450	2425	2395	2365	2335	2305	2250	2195	2140	2085	2030
58	3020	2970	2915	2860	2810	2760	2705	2650	2595	2540	2485	2460	2430	2400	2370	2340	2285	2230	2175	2120	2065
57	3055	3000	2950	2895	2845	2790	2735	2680	2625	2570	2515	2490	2460	2430	2400	2370	2315	2260	2205	2150	2095
56	3100	3040	2985	2930	2880	2825	2770	2715	2660	2605	2550	2525	2495	2465	2435	2405	2350	2295	2240	2185	2130
55	3130	3075	3020	2965	2915	2860	2805	2750	2695	2640	2585	2560	2530	2500	2470	2440	2385	2330	2275	2220	2165
54	3165	3110	3055	3000	2945	2890	2835	2780	2725	2670	2615	2590	2560	2530	2500	2470	2415	2360	2305	2250	2195
53	3200	3145	3090	3035	2980	2925	2870	2815	2760	2705	2650	2625	2595	2565	2535	2505	2450	2395	2340	2285	2230
52	3230	3175	3120	3065	3010	2955	2900	2845	2790	2735	2680	2655	2625	2595	2565	2535	2480	2425	2370	2315	2260
51	3265	3210	3155	3100	3045	2990	2935	2880	2825	2770	2715	2690	2660	2630	2600	2570	2515	2460	2405	2350	2295
50	3300	3245	3190	3135	3080	3025	2970	2915	2860	2805	2750	2725	2695	2665	2635	2605	2550	2495	2440	2385	2330
49	3335	3275	3220	3165	3110	3055	2995	2940	2885	2830	2775	2750	2720	2690	2660	2630	2575	2520	2465	2410	2355
48	3375	3310	3255	3200	3145	3090	3035	2980	2925	2870	2815	2790	2760	2730	2700	2670	2615	2560	2505	2450	2395
47	3430	3375	3315	3260	3205	3150	3095	3040	2985	2930	2875	2850	2820	2790	2760	2730	2675	2620	2565	2510	2455
46	3460	3405	3350	3295	3240	3185	3130	3075	3020	2965	2910	2885	2855	2825	2795	2765	2710	2655	2600	2545	2490
45	3495	3435	3380	3325	3270	3215	3160	3105	3050	2995	2940	2915	2885	2855	2825	2795	2740	2685	2630	2575	2520
44	3535	3475	3420	3365	3310	3255	3200	3145	3090	3035	2980	2955	2925	2895	2865	2835	2780	2725	2670	2615	2560
43	3555	3495	3435	3375	3315	3260	3205	3150	3095	3040	2985	2960	2930	2900	2870	2840	2785	2730	2675	2620	2565
42	3585	3525	3465	3405	3345	3290	3235	3180	3125	3070	3015	2990	2960	2930	2900	2870	2815	2760	2705	2650	2595
41	3615	3560	3495	3435	3375	3320	3265	3210	3155	3100	3045	3020	2990	2960	2930	2900	2845	2790	2735	2680	2625
40																					

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Pág. 2/2

DQ.030.00

Anexo 2: Tabela de calculo da sobrepessão (BAR).

TABELA DE CÁLCULO DE SOBREPRESSÃO (BAR)

gCO2/dm3 °C	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50
8	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73
9	0,00	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,70	0,73	0,76	0,79	0,83
10	0,00	0,04	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,33	0,37	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,59	0,62	0,66	0,70	0,73	0,77	0,81	0,84	0,88	0,92
11	0,00	0,04	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58	0,61	0,65	0,69	0,72	0,76	0,80	0,83	0,87	0,90
12	0,00	0,04	0,08	0,11	0,15	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,79	0,83	0,87	0,90	0,94
13	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90	0,94	0,98
14	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,21	0,25	0,29	0,32	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,98	1,02
15	0,00	0,04	0,09	0,13	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,39	0,43	0,48	0,52	0,56	0,61	0,65	0,69	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96	1,00	1,04	1,09
16	0,00	0,04	0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,31	0,35	0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,70	0,75	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97	1,01	1,05	1,10
17	0,00	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,28	0,32	0,36	0,41	0,45	0,50	0,55	0,59	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96	1,01	1,05	1,09	1,14
18	0,00	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,28	0,33	0,37	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,71	0,75	0,80	0,85	0,90	0,94	0,99	1,04	1,09	1,13	1,18
19	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44	0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98	1,02	1,08	1,12	1,17	1,22
20	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89	0,94	0,99	1,04	1,09	1,14	1,18	1,23
21	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,57	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98	1,04	1,09	1,15	1,20	1,24	1,30
22	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80	0,85	0,91	0,96	1,01	1,07	1,12	1,18	1,24	1,28	1,33
23	0,00	0,05	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,49	0,55	0,60	0,66	0,71	0,77	0,82	0,88	0,94	0,99	1,04	1,10	1,16	1,22	1,27	1,32	1,37
24	0,00	0,05	0,12	0,17	0,23	0,29	0,34	0,40	0,45	0,51	0,56	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,35	1,41
25	0,00	0,06	0,12	0,18	0,23	0,29	0,35	0,41	0,46	0,52	0,58	0,64	0,70	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,05	1,10	1,17	1,22	1,29	1,35	1,39	1,45

gCO2/dm3 °C	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00
8	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47
9	0,86	0,89	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49	1,52	1,55	1,59	1,62	1,66
10	0,95	0,99	1,03	1,06	1,10	1,14	1,17	1,21	1,25	1,28	1,32	1,36	1,39	1,43	1,47	1,50	1,54	1,58	1,61	1,65	1,69	1,72	1,76	1,80	1,84
11	0,94	0,98	1,01	1,05	1,08	1,12	1,16	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,37	1,41	1,45	1,48	1,52	1,56	1,59	1,63	1,67	1,70	1,74	1,77	1,81
12	0,98	1,02	1,06	1,09	1,13	1,17	1,21	1,25	1,29	1,32	1,36	1,40	1,43	1,47	1,51	1,54	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,77	1,81	1,85	1,89
13	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,41	1,46	1,49	1,53	1,57	1,61	1,65	1,69	1,73	1,77	1,81	1,85	1,89	1,93	1,97
14	1,06	1,10	1,15	1,18	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	1,63	1,67	1,71	1,76	1,80	1,84	1,88	1,92	1,96	2,01	2,05
15	1,13	1,17	1,22	1,26	1,30	1,35	1,39	1,43	1,48	1,52	1,56	1,61	1,65	1,69	1,74	1,78	1,82	1,87	1,91	1,95	2,00	2,04	2,08	2,13	2,17
16	1,14	1,19	1,23	1,28	1,32	1,37	1,41	1,45	1,50	1,54	1,58	1,63	1,67	1,71	1,76	1,80	1,85	1,89	1,93	1,98	2,03	2,07	2,11	2,16	2,20
17	1,18	1,23	1,28	1,32	1,37	1,41	1,46	1,50	1,55	1,60	1,64	1,69	1,73	1,77	1,82	1,87	1,91	1,96	2,00	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,28
18	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,65	1,70	1,75	1,79	1,83	1,88	1,93	1,98	2,03	2,07	2,12	2,17	2,22	2,26	2,31	2,36
19	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,76	1,81	1,85	1,90	1,95	1,99	2,04	2,09	2,14	2,19	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44
20	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58	1,63	1,68	1,73	1,78	1,83	1,88	1,92	1,97	2,02	2,07	2,12	2,17	2,22	2,27	2,32	2,37	2,42	2,47
21	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,61	1,66	1,71	1,77	1,82	1,87	1,92	1,97	2,02	2,07	2,12	2,17	2,23	2,28	2,33	2,39	2,44	2,49	2,54	2,59
22	1,39	1,44	1,50	1,55	1,60	1,66	1,71	1,76	1,82	1,87	1,93	1,98	2,04	2,08	2,13	2,19	2,24	2,30	2,35	2,40	2,46	2,51	2,56	2,62	2,67
23	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65	1,71	1,76	1,81	1,87	1,93	1,98	2,04	2,10	2,14	2,20	2,25	2,31	2,36	2,42	2,47	2,53	2,58	2,64	2,70	2,75
24	1,47	1,52	1,58	1,64	1,69	1,75	1,81	1,87	1,92	1,98	2,04	2,10	2,16	2,20	2,26	2,32	2,37	2,43	2,49	2,54	2,60	2,66	2,71	2,77	2,83
25	1,51	1,57	1,63	1,69	1,74	1,80	1,86	1,92	1,98	2,04	2,10	2,16	2,22	2,26	2,32	2,38	2,44	2,50	2,56	2,61	2,67	2,73	2,79	2,85	2,90

Anexo 3: Plano de especificações técnicas para Vinhos tranquilos.

VINHOS TRANQUILOS

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	LIMITE INFERIOR												LIMITE SUPERIOR											
	VVB	VVB LOU	VVBL SEL	VVLT	VVBA	VVT	VVT VIN	VVLALV	VRB	VVT SL	VRT	VVR	VVB	VVB LOU	VVBL SEL	VVLT	VVBA	VVT	VVT VIN	VVLALV	VRB	VVT SL	VRT	VVR
Teor Alcoólico (% Volume)	10,0	9,95	9,95	10,0	9,5	8,95	9,95	10,0	9,45	9,0	9,0	9,0	13,0	13,00	13,00	13,00	12,0	12,5	13,00	13,5	12,0	11,50	11,50	12,50
Acidez Total (g Ácido Tartárico/l)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,5	8,5	7,5	8,5	10,5	10,0	7,5	8,5	10	10	10,5
Acidez Volátil (g Ácido Acético/l)	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,64	0,64	0,64	0,60	0,64	0,90	0,90	0,60	0,60	1,0	1,0	0,80
Sulfuroso Total (mg SO ₂ /l)	90	70	60	70	70	50	45	75	80	45	45	90	180	185	185	175	200	130	130	170	180	150	150	160
Sulfuroso Livre (mg SO ₂ /l)	25	15	20	15	25	15	10	15	25	15	15	30	60	60	60	60	60	70	70	60	60	80	80	60
Açúcares Redutores (g/l)	1,5	1,5	1,5	1,5	10,0	1,0	1,0	1,5	5,0	1,0	1,0	7,5	8,5	5,0	5,0	5,0	14,0	5,0	5,0	5,0	9,5	5,0	5,0	17,5
Sobreprensão de CO ₂ (bar)(20 °C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0