

Mestrado Integrado em Engenharia Química

Pegadas Hídrica e de Carbono, Aspetos Económicos, Sociais e Culturais de um Vinho de Terroir

Dissertação de Mestrado

de

Maria Cristina França Costa

Desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação

realizado em

Sogrape Vinhos S.A.



Orientador na FEUP: Doutora Teresa Margarida Correia de Poço Mata

Doutor António Augusto Areosa Martins

Orientador na Sogrape Vinhos S.A.: Doutor António Graça



Departamento de Engenharia Química

julho de 2017

“Getting lost is not a waste of time.

To travel is to evolve.”

Pierre Bernard

Agradecimentos

Aos orientadores académicos Doutora Teresa Mata e Doutor António Martins um agradecimento especial por toda a dedicação, empenho e preocupação demonstrados desde o início deste projeto.

Ao orientador da empresa Doutor António Graça, agradeço a oportunidade, toda a disponibilidade e todas as críticas e sugestões que foram sem dúvida um contributo fulcral para o desenvolvimento e realização do trabalho. A toda a equipa que acompanhou o meu trabalho, me forneceu muitos dos dados necessários para a sua realização e me esclareceu muitas dúvidas que foram surgindo, Sr. Rui Freitas, Engenheiro Luís Simões, Engenheiro Filipe Neves e Doutora Natacha Fontes. A todos os colaboradores da Sogrape S.A. com os quais não contactei diretamente, mas que forneceram muitos dos dados necessários à realização deste estudo.

Ao meu pai pelo apoio incondicional e por todo o carinho em todas as fases da minha vida. À minha mãe pela paciência, por toda a ajuda ao longo de toda a minha vida académica e por todo o apoio e carinho demonstrados em todas as etapas da minha vida. Por nunca me deixarem desistir e por me terem fornecido todas as ferramentas, agradeço-vos do fundo do coração. À minha irmã por ser o meu pilar, a minha confidente e por tudo e mais alguma coisa porque sem ela eu não seria o que sou hoje. A todos os meus tios e tias, primos e avós agradeço todo o apoio, amor e carinho.

Aos meus amigos de longa data e aos que ganhei na faculdade, obrigada por me aturarem, apoiarem e por me amarem sempre. Ao Tiago, agradeço a ajuda em alguns aspetos da concretização deste trabalho. À Madalena, um agradecimento especial por todas as noites e tardes de estudo, por nunca me deixar desistir e pela amizade incondicional.

Ao Hugo, agradeço todo o apoio, toda a ajuda, todo o amor incondicional por mim demonstrado e por ser o meu porto seguro e o meu confidente.

A Prof^a. Teresa Mata, orientadora desta dissertação, é membro integrado do LEPABE - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia, financiado pelos Projetos (i) POCI-01-0145-FEDER-006939 (Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia, UID/EQU/00511/2013) financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia I.P., (ii) NORTE-01-0145-FEDER-000005 - LEPABE-2-ECO-INNOVATION, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e Programa Operacional Regional do Norte (NORTE2020)



Resumo

O desenvolvimento industrial e económico causa, muitas vezes, uma alteração ambiental e cultural do local onde se insere, sendo de extrema importância avaliar a sua sustentabilidade, de modo a que se possam diminuir impactos negativos. Assim, o objetivo deste trabalho foi o cálculo da pegada hídrica e de carbono de um vinho tinto de *terroir* produzido pela Sogrape S.A., bem como a análise dos aspetos sociais, culturais e económicos associados à sua produção, nos anos de cultivo de 2010 a 2012 até à sua expedição de 2013 a 2015.

A pegada de carbono obtida foi de 3,52 kgCO₂eq/UF, tendo sido a etapa de expedição a que mais contribuiu (34 %) por oposição à etapa de viticultura que levou à diminuição em 43 % do seu valor. O valor foi superior aos encontrados na literatura, sempre que se incluiu a etapa de expedição e apresentou um valor mais concordante quando esta se retirou. Seguindo o Protocolo das emissões de Gases com Efeito de Estufa para Vinho, os Âmbitos 2 e 3 (emissões indiretas), foram os que tiveram maior impacto. Não existindo estudos publicados na literatura usando este protocolo, este resultado poderá ser considerado um contributo importante para o estado de arte do tema.

A pegada hídrica encontrada foi de 481,4 L/UF, valor que é concordante com a literatura, sendo os contributos das pegadas hídricas cinzenta, verde e azul 10 %, 55 % e 35 % respetivamente. A etapa que mais contribuiu foi a de viticultura correspondendo a 71 % do total das etapas analisadas do ciclo de vida do vinho de *terroir*.

Para os aspetos sociais identificou-se que o volume de expedição variou entre 24074 e 26003 L para os anos em estudo, sendo o mercado europeu o mais influente com 56 % do total expedido e Portugal correspondendo a 87 % do total europeu. Concluiu-se que não existiu discriminação de género e que a Sogrape S.A. é uma empresa com um ambiente de trabalho favorável à permanência dos seus trabalhadores. Em média, os indicadores culturais representaram um custo anual de 0,08 €/UF contabilizando medidas de proteção ambiental, patrimonial e obtenção do selo de Denominação de Origem. A empresa não participou nem patrocinou quaisquer eventos ou atividades associadas ao vinho em estudo. Nos indicadores económicos não se observou nenhuma relação entre o volume de expedição e a forma como evoluiu a pegada hídrica, de carbono e o custo anual com os indicadores culturais.

Os valores da pegada de carbono, exceto na etapa de expedição e hídrica estão de acordo com os da literatura permitindo à empresa ter um conhecimento maior em relação a este produto e o seu impacto ambiental. Este estudo permitirá à empresa ter, um conhecimento do impacto social e cultural da produção deste vinho nos seus colaboradores e na comunidade geral.

Palavras Chave (Tema): Pegada de Carbono; Pegada Hídrica; Indicadores Sociais; Indicadores Culturais; Sustentabilidade; Ciclo de Vida

Abstract

Industrial and economic development often leads to an environmental and cultural transformation of the place where it is inserted, and its sustainability evaluation is of extreme importance to reduce negative impacts. As so, the primary goal of this study was to find the water and carbon footprint associated with the production of a red *terroir* wine, manufactured by Sogrape S.A.. Other topics such as the analysis of social, cultural and economic aspects of its production, in the harvest years from 2010 to 2012 to its expedition in 2013 to 2015 were also part of this study.

The carbon footprint obtained was 3,52 kgCO₂eq/FU and the expedition stage was the biggest contributor (34 %) to this value. On the other hand, the viticulture phase led to its decrease in 43 %. This value was higher than the ones found in literature whenever the expedition stage was included, however when this stage wasn't considered the value was concordant. Using the FIVS International Wine Greenhouse Gas Protocol, the scopes 2 and 3 (indirect emissions) had the greatest impact. With no research using this protocol published yet, this result may be considered a great contribute to this subject.

The water footprint was 481,4 L/FU and is concordant with the literature. The percentages of the grey, green and blue water footprint were 10 %, 55 % and 35 %, respectively. The step that had the greatest contribution was viticulture with 71 %.

For the social aspects, the expedition volume was identified and varied between 24074 and 26003 L and the market with the greatest influence was the European corresponding to 56 % of the total and Portugal to 87 % of the European total. There is no gender discrimination and Sogrape S.A. is a company with a great work environment. The cultural indicators had a medium cost of 0,08 €/FU and accounted for environmental and patrimonial protection measures as well as the obtainment of the *Denominação de Origem* label. The company hasn't participated or contributed in any events or activities regarding this wine. In the economic aspects, there was no correlation found between the expedition volume and the evolution of the water and carbon footprint or the annual cost with cultural indicators.

The values obtained for the carbon (excluding the expedition stage) and water footprint are concordant with the literature, allowing the company to have a greater knowledge about this product and its environmental impact. This study will also allow the company to understand the social and cultural impacts of its production in its workers and in general community.

Key words (Theme): Carbon Footprint; Water Footprint; Social Indicators; Cultural Indicators; Sustainability; Life Cycle Analysis

Declaração

Declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas com identificação da fonte.

26/07/2017

Marica Ceilina Franco Costa

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projeto	1
1.2	Sogrape Vinhos S.A.	3
1.3	Contributos do Trabalho.....	3
1.4	Organização da Tese	4
2	Contexto e Estado da Arte	5
2.1	Breve história do vinho - Contexto Histórico	5
2.2	Caraterização do setor do Vinho	6
2.2.1	Setor do vinho no mundo	6
2.2.2	Setor do vinho em Portugal	8
2.3	Sustentabilidade do setor do vinho	10
2.3.1	Dimensão ambiental	12
2.3.2	Dimensão Económica	12
2.3.3	Dimensão Social	12
2.3.4	Dimensão Cultural	13
2.4	Processo de produção de vinho	13
2.4.1	Viticultura	13
2.4.2	Vinificação	13
2.4.3	Barrica	14
2.4.4	Engarrafamento	14
2.4.5	Armazenamento	14
2.4.6	Finalização	14
2.4.7	Expedição.....	14
3	Descrição técnica	15
3.1	Identificação dos indicadores de sustentabilidade	15
3.1.1	Indicadores ambientais.....	19
3.1.2	Indicadores económicos.....	20
3.1.3	Indicadores Sociais.....	20

3.1.4	Indicadores Culturais	20
3.2	Avaliação dos indicadores de sustentabilidade	20
3.2.1	Indicadores Ambientais	20
3.2.2	Indicadores Económicos.....	25
3.2.3	Indicadores Sociais.....	25
3.2.4	Indicadores Culturais	26
4	Resultados e Discussão.....	27
4.1	Indicadores Ambientais	27
4.1.1	Pegada de Carbono	27
4.1.2	Pegada Hídrica.....	31
4.2	Indicadores Sociais.....	36
4.3	Indicadores Culturais.....	41
5	Conclusões.....	44
5.1	Objetivos Realizados	45
5.2	Limitações e Trabalho Futuro	45
6	Referências.....	46
Anexo 1	Dados de Produção	51
Anexo 2	Cálculos para obtenção de resultados	53
2.1	Indicadores Ambientais	53
2.2	Indicadores culturais	54

Notação e Glossário

ACV - Análise de Ciclo Vida

CEE - Comunidade Económica Europeia

CH₄ - Metano

CO₂ - Dióxido de Carbono

CO₂eq - Unidade equivalente de dióxido de carbono

DO - Denominação de Origem

DOC - Denominação de Origem Controlada

DOP - Denominação de Origem Protegida

ET_A - Evapotranspiração da cultura acumulada azul

ET_V - Evapotranspiração da cultura acumulada verde

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

EU - União Europeia

FIVS - Federation Internationale des Vins et Spiritueux (International Federation of Wines and Spirits)

GRI - Global Report Initiative

ha - hectares

HFCs - Hidrofluorcarbonetos

hL - hectolitros

ISO - International Organization for Standardization

IVDP - Instituto dos Vinhos do Douro e Porto

IVV - Instituto da Vinha e do Vinho

L - Litro

LCA - Life Cycle Assessment

MA - Mundo Antigo

MAPH - Manual da avaliação da Pegada Hídrica

N₂O - Óxido Nitroso

NM - Novo Mundo

OIV - Organisation Internationale de la Vigne et du Vin - Organização Internacional da Vinha e do Vinho

P - Produtividade

PEGEEV - Protocolo das Emissões de Gases com Efeito de Estufa para Vinho

PFCs - Perfluorocarbonetos

PH - Pegada Hídrica

PH_A - Pegada Hídrica Azul

PH_V - Pegada Hídrica Verde

PH_C - Pegada Hídrica Cinzenta

s-LCA - Social LCA

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UF - Unidade Funcional

VEQPRD - Vinhos Espumantes de Qualidade Produzido em Região Determinada

VFQPRD - Vinhos Frisantes de Qualidade Produzido em Região Determinada

VIGP - Vinho de Indicação Geográfica Protegida

VQPRD - Vinho de Qualidade Produzido em Região Determinada

WFN - Water Footprint Network

€ - Euro

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto

O vinho é uma bebida que resulta exclusivamente da fermentação alcoólica completa ou parcial de uvas frescas ou de mosto de uvas e cujo teor alcoólico não deverá ser inferior a 8,5 % vol. (OIV, 2015).

A produção de vinho é uma das atividades alimentares mais antigas, tendo acompanhado a evolução social, cultural e económica da humanidade conseguindo sempre adaptar-se. A sua origem remonta possivelmente aos 6000 anos a.C. graças a evidências históricas como a presença de resíduos de vinho em jarros de cerâmica e continua a ter elevada importância cultural em variadíssimas regiões (Soleas et al., 1997). Para além da importância cultural, o vinho continua a ser relevante a nível económico, social e até a nível religioso (Rugani et al., 2013). Diversos estudos referem também a importância do vinho como tendo diversos efeitos benéficos para a saúde, tendo como principal responsável os compostos antioxidantes naturalmente presentes (Machado, 2015).

Desde a adesão da República Portuguesa à Comunidade Económica Europeia (CEE), a legislação vitivinícola portuguesa teve de ser atualizada, passando a seguir a regulamentação em vigor em toda a União Europeia (UE). Assim, em Portugal existem três categorias de vinho: “vinho” (que substitui a designação de “vinho de mesa”), “vinho com Indicação Geográfica Protegida” - VIGP - (em Portugal, usualmente designado por “vinho regional”) e “vinho de Qualidade Produzido em Região Determinada” - VQPRD - mais comumente designado por “DOP” (vinho com Denominação de Origem Protegida) ou “DOC” (vinho com Denominação de Origem Controlada). Para vinhos VQPRD existem ainda as especificações: VEQPRD - para vinhos espumantes - e VFQPRD - para vinhos frisantes. No âmbito desta classificação, passou a considerar-se que a designação “vinho” se refere a um vinho destinado ao consumo humano que cumpra com as disposições nacionais e comunitárias em vigor, podendo ser produzido a partir de uvas de uma ou mais regiões vitivinícolas (Climaco et al., 2012).

Zona onde se produzem os melhores vinhos fortificados, vinho do Porto, a região do Douro está também classificada como Património da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* - UNESCO) desde 2001 devido às magníficas paisagens, moldadas pelos quase 2000 anos de produção vitivinícola. A imagem de Portugal no mundo das exportações e importações está associada ao vinho do Porto. Apesar da predominância da produção de vinhos não fortificados (designados “vinhos”), tem havido um esforço para promover os vinhos Portugueses nos mercados internacionais (Pereira, 2014). Esforço este, que foi reconhecido por diversos

críticos relevantes de vinhos, como foi o caso de Matt Kramer que no artigo “*Is Portugal the Most Exciting Wine Place on the Planet Today*” publicado na revista *Wine Spectator*, comentou que metade da área da região do Douro produz agora vinhos de mesa o que considerou um facto magnífico nunca antes registado numa zona vitivinícola com significância histórica na produção de vinhos (Wine Spectator, 2014).

Em 2014, Portugal produziu 6,2 milhões de hectolitros (hL) de vinho (IVV, 2017), correspondendo a 2,3 % da produção global, sendo mundialmente o 12.º país que mais vinho produz (Wine Institute, 2016). Nos países da UE, Portugal é apenas ultrapassado pela França, Itália e Espanha.

Em 2016, a região Portuguesa que mais vinho produziu foi a região do Douro seguindo-se a do Alentejo (IVV, 2017), sendo possível afirmar que a região do Douro é de extrema importância para Portugal a nível não só económico, como social e cultural.

Em 2011, Portugal exportou cerca de 1,2 milhões de hL de vinho para o estrangeiro correspondendo praticamente a 20 % de todo o vinho produzido, traduzindo-se na entrada de 3 milhões de euros (€) nesse ano (IVV, 2017). Em 2015 Portugal exportou 2,8 milhões de hL para o estrangeiro havendo uma queda de 1,2 % em relação ao ano de 2014 (OIV, 2016). Tendo em conta o peso que a indústria vitivinícola tem na economia do país, o setor tem cada vez mais vindo a desenvolver e a melhorar a sua sustentabilidade.

A sustentabilidade em todas as suas formas, isto é, a nível ambiental, social, cultural e económico, tem vindo a desempenhar, ao longo da última década, um importante foco de pesquisa e desenvolvimento, quer nas empresas quer a nível académico. Neste contexto, as empresas dedicam-se cada vez mais a melhorar a sua sustentabilidade (Signori et al., 2017). No contexto das indústrias agrícolas, da qual o vinho faz parte, a sustentabilidade tem vindo apenas a focar-se na dimensão ambiental (Cordano et al., 2010). No entanto, a sustentabilidade integra lucro, pessoas e planeta, que por sua vez se integram na cultura, estratégia e operações das empresas. Na indústria do vinho isto significa que o cultivo de uvas e o fabrico de vinho é feito de forma ambientalmente consciente, socialmente equitativa e economicamente viável. Como noutros setores da indústria alimentar, a sustentabilidade tem tido grande ênfase por parte dos *media* tendo conseguido gerar muita atenção pública graças a problemas encontrados, desde abusos a trabalhadores, a impactos ambientais negativos, como a erosão dos solos, a destruição de habitats, e outros. Desta forma, muitos consideram as práticas sustentáveis como bons negócios e se houver aumento nos lucros então, muito provavelmente, haverá um aumento na adoção destas práticas na indústria vinícola (Pullman et al., 2010).

Esta dissertação, tem como objetivos a realização de uma avaliação da pegada hídrica e de carbono de um vinho tinto de *terroir* produzido pela Sogrape S.A., com produção anual média de 25389 L, e a análise de aspetos económicos, sociais e culturais associados à produção deste

vinho. Para os cumprir definiu-se a fronteira do sistema desde a viticultura, nos anos de 2010 a 2012, à exportação, nos anos de 2013 a 2015, e selecionaram-se indicadores sociais como a caracterização da mão de obra, a obtenção de certificações, entre outros, indicadores culturais como os custos com medidas de proteção (ambiental, patrimonial), entre outros, e indicadores económicos que foram analisados em conjunto com os restantes indicadores.

Terroir é um conceito que remete a um espaço no qual se desenvolve um conhecimento coletivo das interações entre o ambiente físico e biológico e as práticas enológicas aplicadas, proporcionando características distintas aos produtos originados neste espaço. Inclui solos específicos, topografia, clima, características da paisagem e a biodiversidade (OIV, 2010). O vinho de *terroir* em estudo, é um vinho tinto de denominação de origem, sujeito a legislação própria no respeitante às características do solo, castas utilizadas, vinificação e engarrafamento (Araújo, 2016).

1.2 Sogrape Vinhos S.A.

A Sogrape Vinhos S.A. nasceu em 1942 quando um grupo de amigos decidiu apostar numa personalidade visionária e ambiciosa, Fernando van Zeller Guedes, traçando um rumo de sucesso à empresa. Começando pela criação da primeira marca portuguesa de vinhos global, Mateus Rosé, que serviu de impulso decisivo para o crescimento e afirmação de liderança da empresa, hoje a Sogrape Vinhos S. A. pretende cumprir o objetivo assumido desde a sua criação: dar a conhecer ao mundo os vinhos portugueses de qualidade, apostando em marcas de renome e com capacidade de satisfazer as necessidades dos distintos segmentos de mercado.

Começando a sua exploração comprando pipas de vinhos a pequenos produtores, neste momento é detentora de mais de 830 hectares (ha) de área de vinha nas principais regiões vitivinícolas portuguesas e de grandes marcas de vinhos portugueses no mundo, como são exemplo, a Mateus Rosé, a *Sandeman*, a Casa Ferreirinha, a Vinhos do Porto Ferreira e *Offley*, entre outros. É composta por 17 quintas, 15 centros de vinificação e 9 linhas de engarrafamento. A Sogrape Vinhos S.A. pertence ao grupo Sogrape SGPS, estando presente em países como Espanha, Chile, Argentina e Nova Zelândia, que exporta para mais de 120 mercados.

Em 2010, graças ao perfil de sucesso da Sogrape Vinhos S.A., foi distinguida com o troféu de “Produtor Europeu do Ano”, galardão atribuído pela revista americana *Wine Enthusiast Magazine*, considerado o “Óscar” da indústria do vinho (Sogrape Vinhos, 2017).

1.3 Contributos do Trabalho

A sustentabilidade de um produto ou de uma empresa é de enorme relevo e importância, estando sempre presente na agenda política, científica e mediática. Tendo em vista a redução

das emissões de carbono associadas a um produto ou empresa, o consumo de água e seu tratamento bem como os impactos que têm a nível social, económico e cultural, o tema desenvolvido neste trabalho é de todo o interesse tanto para a empresa como para a população em geral. No setor agroalimentar estas questões estão muitas vezes ligadas a um custo, quando na verdade deveriam estar ligadas a uma oportunidade de crescimento e desenvolvimento.

Em Portugal, foram realizados estudos semelhantes a este, no entanto, na Sogrape Vinhos S.A., foram realizados apenas dois estudos (Araújo, 2016; Morgado, 2016) que serão complementados com a presente dissertação que terá como principal objetivo concluir o estudo do ciclo de vida do vinho de *terroir*.

Esta dissertação visa permitir à empresa conhecer a sustentabilidade do vinho em análise, tornando os seus produtos mais sustentáveis tanto económica, como ambientalmente e ainda a nível social e cultural.

1.4 Organização da Tese

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos, sendo o último referente às entradas bibliográficas utilizadas ao longo do trabalho.

No primeiro capítulo, “Introdução”, é feito o enquadramento do projeto, uma breve apresentação da empresa onde este trabalho se insere e, também, são apresentados os contributos que o mesmo fornece.

No segundo capítulo, “Contexto e Estado da Arte”, apresenta-se uma breve história do vinho no mundo e em Portugal, é feita uma caracterização do setor do vinho, tendo em conta dados de mercado importantes, apresentam-se as dimensões da sustentabilidade de um vinho e o processo de produção do vinho em estudo.

No terceiro capítulo, “Descrição Técnica”, apresentam-se os indicadores utilizados no estudo, bem como, a forma como foram aplicados.

No quarto capítulo, “Resultados e Discussão”, são apresentados os resultados obtidos durante o estudo e é feita uma discussão crítica acerca dos mesmos tendo em conta a bibliografia encontrada.

Por fim, no quinto capítulo, “Conclusões”, sintetizam-se os resultados obtidos e sugerem-se trabalhos futuros dentro desta área.

2 Contexto e Estado da Arte

2.1 Breve história do vinho - Contexto Histórico

O vinho tem a sua primeira evidência a datar entre 5400 e 5000 a.C. pela descoberta arqueológica no Irão (antiga Pérsia) de um jarro de cerâmica que tinha a presença de vestígios de vinho (Soleas et al., 1997). No entanto, vários artefactos descobertos na Turquia, Síria, Líbano e Jordânia evidenciam que já na idade da Pedra era possível encontrar sementes da videira, sendo as mais antigas datadas de 7000 - 5000 a.C., localizadas na cidade da Geórgia, na Rússia, especulando-se que já na altura se produziria vinho. Especula-se, também, que terão sido os Fenícios a disseminar por toda a Europa as espécies que dariam origem às uvas brancas.

Existem alguns mitos e histórias presentes na Bíblia e na mitologia Grega associados ao vinho. O Velho Testamento, no livro Génesis, regista que Noé trazia na arca sementes de uva e que chegando a terra firme as plantou, tendo posteriormente colhido os frutos e elaborado vinho para o consumir. Na mitologia Grega o vinho aparece associado ao Deus Baco que seria o responsável pelo cultivo da uva e produção do vinho pois dominava a técnica. Entre os Gregos, o vinho possuía uma coloração escura, era consumido misturado com água e era conservado em barris fabricados com pele de cabra ou em vasilhas de barro cobertas apenas com óleo ou com um pano imerso em óleo.

Entre os Gregos e Romanos, a produção e cultivo do vinho era prática comum em todo o Império, espalhando-se pela Europa, atingindo regiões onde houvesse solo e clima adequados.

Na era medieval, o vinho tornou-se monopólio da Igreja, utilizado apenas para fins eclesiásticos. No entanto, a partir do século XII, membros do clero e outros soberanos terão sido responsáveis pelo seu ressurgimento devido ao mercado crescente associado à produção vitivinícola.

Da Europa, através das expedições colonizadoras, as vinhas chegaram também a outros continentes como a América (Estados Unidos da América, Argentina, Brasil e Chile) e África (África do Sul).

Um facto trágico, mas importantíssimo na história do vinho, ocorreu na segunda metade do século XIX. Uma doença parasitária atacou as vinhas. Era uma doença provocada pelo inseto *Phylloxera vastatrix*, cuja larva atacava as raízes da planta. A *Phylloxera* chegou à Europa proveniente de vinhas contaminadas na América e causou a destruição de praticamente todas as videiras europeias. A “cura” foi encontrada quando se descobriu que as raízes das videiras americanas eram resistentes ao inseto e passaram a ser utilizadas como porta-enxerto para as vinhas europeias.

É importante, também, referir as descobertas realizadas por *Louis de Pasteur* (1822-1895) sobre os microrganismos e a fermentação, que foram fundamentais para o desenvolvimento da enologia moderna.

A partir do século XX a produção de vinhos, através do desenvolvimento tecnológico na viticultura e enologia, sofre mudanças não só a nível mecânico, com a invenção de máquinas para a colheita, como também a nível genético, com a criação de uvas e microrganismos fermentadores geneticamente modificados, abrindo caminho a uma nova era de vinhos (Johnson, 1989).

2.2 Caraterização do setor do Vinho

Nas décadas recentes, o vinho tem-se transformado num produto amplamente consumido, gerando fluxos que afetam não só os produtores e consumidores tradicionais, como também os produtores no chamado “Novo-Mundo” (NM) (países como a Austrália, Argentina, Chile, Estados Unidos da América, África do Sul e Nova Zelândia) que têm competido para aumentar a sua produção. A globalização e a boa imagem do estilo de vida Europeu têm contribuído consideravelmente para a propagação desta bebida. Desta forma, novos consumidores e produtores estão a ganhar familiaridade com o vinho. O mercado intensifica-se e a competição internacional está cada vez mais feroz (Lombardi et al., 2016).

2.2.1 Setor do vinho no mundo

Como resultado de séculos de tradição vitivinícola, nos anos 60 os maiores produtores de vinho Europeus - França, Itália, Espanha, Alemanha e Portugal - dominavam a indústria, produzindo 63 % do vinho produzido mundialmente, com Itália e França a contabilizarem quase metade da produção (47 %). A globalização ainda estava para vir e apenas 11 % da produção era exportada, com França, Itália, Portugal e Espanha a contabilizarem 40 % do mercado global.

Desde os anos 70 acentuou-se um decréscimo no consumo mundial de vinho, com apenas os países do NM a terem algum aumento nos consumos. Nos países não produtores de vinho, observa-se um aumento nos consumos e consequentemente um aumento na demanda deste. Desta forma, foi possível para os países do NM exportarem o seu vinho, bem como, contrabalançar o decréscimo dos consumos nos países do “Mundo-Antigo” (MA) com as exportações para os países não produtores (Morrison & Rabellotti, 2017).

No contexto mundial, a UE possui o maior mercado relacionado com a produção de vinho bem como, mantém a liderança nas exportações e importações. Mundialmente, existem cerca de 7,5 milhões de ha de vinha cultivada e cerca de metade localiza-se na UE, sendo que 34,5 % localizam-se em Espanha, França e Itália (Lombardi et al., 2016). Desde 2000 que a área de vinha cultivada tem vindo a decrescer em Espanha, Itália e França e a China tem vindo a

aumentar a sua área cultivada, sendo atualmente o 2.º país com maior área de vinha (Figura 1) (OIV, 2016).

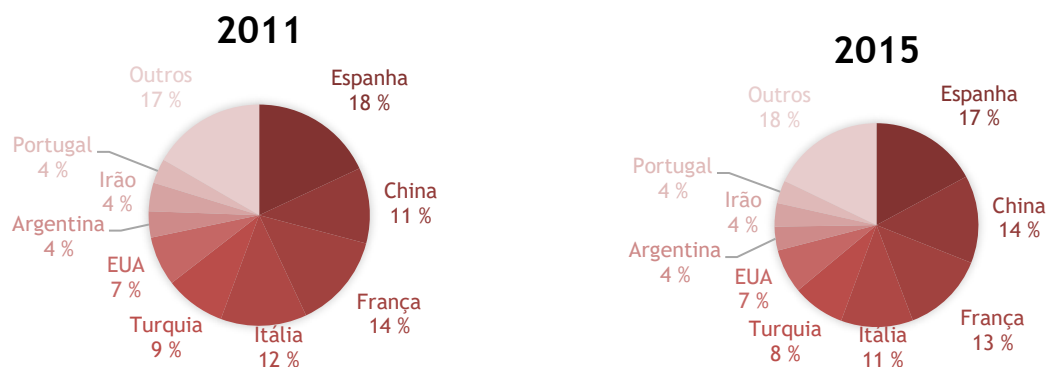


Figura 1: Comparação da área cultivada de vinha nos países com mais relevo em 2011 e 2015, adaptado de (OIV, 2016).

Através da análise da Figura 2 é possível observar o peso que cada continente tem na área cultivada de vinha e notar a diminuição da área de vinha na Europa face ao aumento na Ásia e estabilização na América (OIV, 2016).

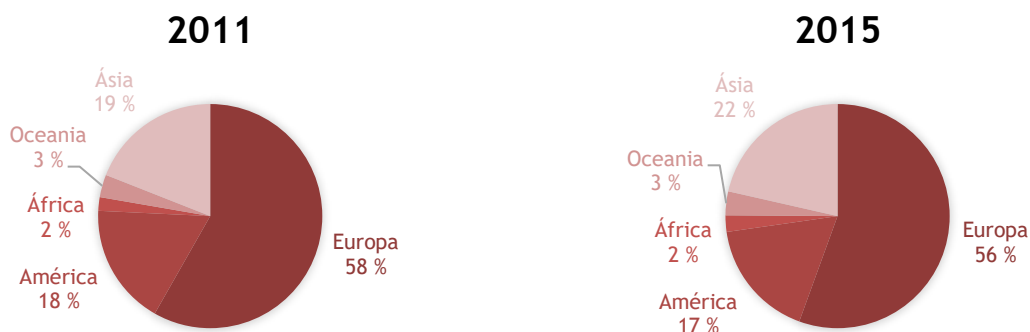


Figura 2: Comparação da área cultivada nos continentes em 2011 e 2015 (adaptado de OIV, 2016).

Em 2014 foram produzidos aproximadamente 271 milhões de hL de vinho, sendo que 46 % foram produzidos em França, Itália e Espanha (Wine Institute, 2016). Em 2016 foram produzidos 259 milhões de hL tendo ocorrido um decréscimo de 12 milhões de hL face ao ano de 2014 e um decréscimo de 15 milhões de hL face ao ano de 2015 (Figura 3) (OIV, 2016).

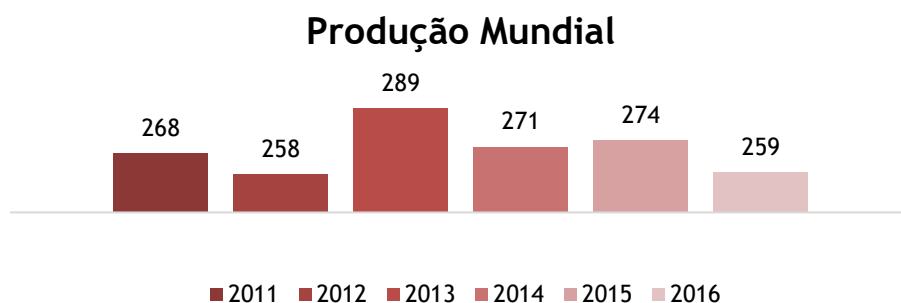


Figura 3: Variação da produção mundial de vinho em milhões de hL de 2011 a 2016 (adaptado de OIV, 2016).

Na Figura 4 é possível verificar o decréscimo na produção de vinho por parte dos países Europeus e a estagnação da produção por parte dos países Americanos.

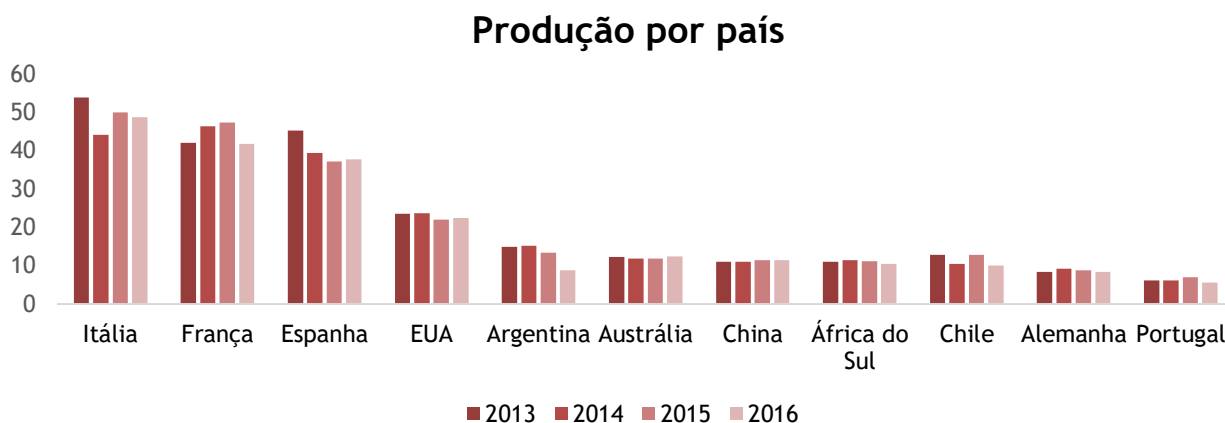


Figura 4: Variação da produção de vinho nos países com mais influência no mercado em milhões de hL de 2013 a 2016 (adaptado de OIV, 2016).

Desde a crise económica de 2008 que o consumo de vinho tem vindo a estabilizar num valor próximo de 240 milhões de hL, tendo havido em 2015, um consumo de vinho estimado de 239 milhões de hL. Verificou-se que países tradicionalmente consumidores de vinho (países do MA) têm sofrido um decréscimo no consumo de vinho face ao aumento do consumo em países do MN. Há, também, um aumento no consumo de “vinho internacional” (vinho exportado) face ao consumo de vinho “doméstico”, podendo concluir-se que cada vez mais o vinho é consumido fora do seu país produtor (OIV, 2016).

No mercado global de 2015, exportaram-se cerca de 104,3 milhões de hL que se traduzem em 28,3 bilhões de € o que indica um aumento das exportações em 2 % face ao ano de 2014. Os países que mais exportam são a França, Espanha e Itália representando juntos 56 % do mercado, e os países que mais importam são a Alemanha, o Reino Unido e os EUA representando 39 % dos importadores (OIV, 2016).

2.2.2 Setor do vinho em Portugal

A viticultura está presente em todas as regiões de Portugal. A diversidade climática juntamente com toda a história relacionada com a viticultura, que data desde a altura dos fenícios, permite a produção de uma grande variedade de uvas com diferentes características (Pereira, 2014). Isto permite ao país produzir vinhos únicos consumidos por nichos o que se torna um fator de elevada importância num mundo dominado pelas plantações de variedades nativas Francesas como o *Chardonnay*, *Sauvignon Blanc* e *Cabernet Sauvignon* (Caldas & Rebelo, 2013).

No ano de 2015 Portugal possuía uma área plantada de vinha de 217 mil ha tendo aumentado a sua área gradualmente desde 2011 conforme se observa na Figura 5 (OIV, 2016).

Evolução da área cultivada de vinha em Portugal

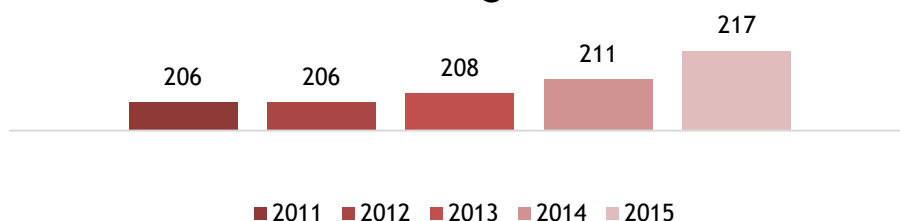


Figura 5: Evolução da área cultivada de vinha em Portugal em mil ha de 2011 a 2015 (adaptado de OIV, 2016).

No entanto, esta evolução não significou um aumento na produção em 2016, tendo esta caído quase 15 % face ao ano de 2015, sendo o ano com menor produção desde 2011 (Figura 6) (IVV, 2017).

Evolução da produção de vinho em Portugal

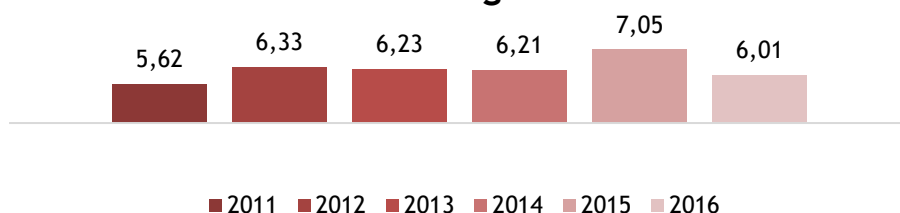


Figura 6: Evolução da produção de vinho em Portugal em milhões de hL de 2011 a 2016 (adaptado de IVV, 2017).

O país pode ser dividido em duas regiões produtoras de vinho: ilhas e continente. O continente pode, ainda, ser subdividido em regiões que se encontram agrupadas em duas categorias: as regiões influenciadas pelos ventos marítimos (Vinhos Verdes, Bairrada, Lisboa e Península de Setúbal) e as que beneficiam de regiões geralmente mais quentes, que se encontram ao abrigo da influência atlântica (Douro, Trás-os-Montes, Dão, Beira Interior, Ribatejo, Alentejo e Algarve) (Figura 7) (Climaco et al., 2012).

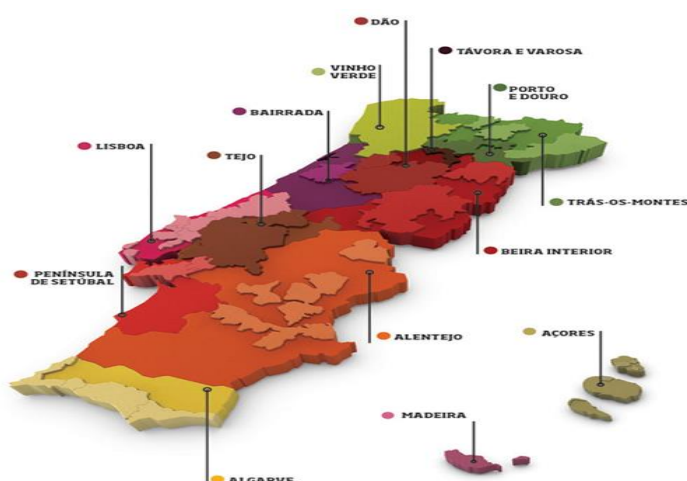


Figura 7: Regiões produtoras de vinho em Portugal continental e ilhas (Wines of Portugal, 2010).

A região do Douro tem permanecido ao longo dos anos como a região onde mais vinho se produz sendo precedida pelas zonas do Alentejo, Lisboa, Beiras e Minho (Figura 8) (IVV, 2017).



Figura 8: Produção de vinho em Portugal nas diversas zonas em 2011 e em 2016 (adaptado de IVV, 2017).

Apesar de ser das zonas onde mais vinho se produz, tem perdido alguma produção face a anos anteriores como se pode observar na Figura 9.

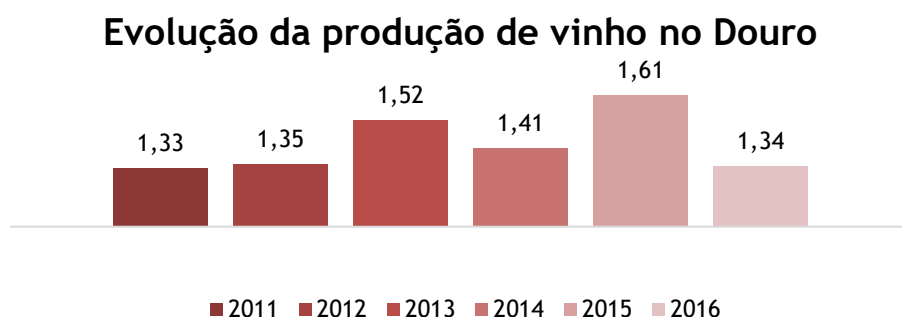


Figura 9: Evolução da produção de vinho no Douro em milhões de hL de 2011 a 2016 (adaptado de IVV, 2017).

De janeiro a setembro de 2016, o mercado nacional comprou mais 2,49 % de vinho face ao período homólogo de 2015, tendo-se registado um aumento de 4,01 % do valor gerado pelas vendas (IVV, 2016). Estes dados indicam um aumento no consumo de vinho por parte dos Portugueses, contrariando a tendência Europeia.

Em 2015, Portugal exportou 2,8 milhões de hL para o estrangeiro, correspondendo a 700 mil €, tendo havido uma queda de 1,2 % em relação ao ano de 2014 e de 6 % face ao ano de 2013, tendência que se foi observando ao longo dos últimos anos conforme Figura 10 (OIV, 2016).

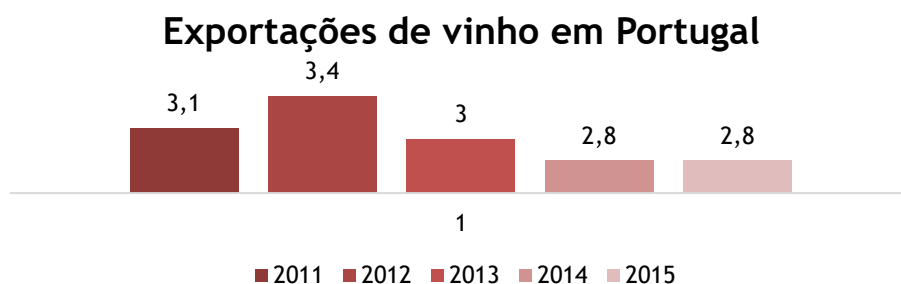


Figura 10: Evolução das exportações em Portugal em milhões de hL de 2011 a 2015 (adaptado de OIV, 2016).

2.3 Sustentabilidade do setor do vinho

A sustentabilidade tem um papel fundamental na indústria do vinho como tem vindo a ser demonstrado pela atenção dada em diversas áreas através do crescimento de referências

bibliográficas, jornais académicos, empenho e desenvolvimento da comunidade científica (Santini et al., 2013). Mais uma vez, perante a relevância do setor a nível nacional, europeu e mundial, torna-se extremamente importante avaliar a sua sustentabilidade.

Na indústria agrícola, à qual o vinho pertence, a sustentabilidade tem-se focado fundamentalmente na dimensão ambiental (Cordano et al., 2010) (Gerling, 2015). No entanto, têm vindo a ser feitos esforços para que esta definição se expanda. Segundo a Organização Internacional do Vinho (*Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* - OIV), a sustentabilidade da viticultura é definida como “uma estratégia global na escala da produção de uvas e de sistemas de processamento, incorporando ao mesmo tempo a sustentabilidade económica de estruturas e territórios, produzindo produtos de qualidade, considerando os riscos para o ambiente, a segurança dos produtos e a saúde dos consumidores e a valorização dos aspetos históricos, patrimoniais, culturais, ecológicos e estéticos” (OIV, 2008).

Na indústria vitivinícola são colocados diversos desafios quando se trata de atingir objetivos que levem à sustentabilidade. Há, no entanto, registos de que, quando ultrapassados problemas e dificuldades, estes levam a uma melhoria na qualidade do produto e da perceção do mercado (Pullman et al., 2010). Muitas empresas vitivinícolas estão a investir em inovações sustentáveis, mas, por vezes, devido à estratégia da empresa ou às pressões impostas pelas entidades reguladoras, muitas encontram variadas barreiras aos seus esforços de inovação que podem, com frequência, vir diretamente do mercado para o qual pretendem vender (Signori et al., 2017), como comprova um estudo sobre as perspetivas dos consumidores face a um vinho “verde” (“verde”, neste caso, com conotação ecológica) que incluía certificações, indicação de carbono neutro no rótulo, entre outras, e que conclui que, por norma, as mulheres dão mais valor a isso que os homens, mas que, apesar disto, a sustentabilidade de um vinho não deverá ter qualquer significado no preço e na altura da decisão por parte dos consumidores (Heyns et al., 2014).

Dentro dos produtos agrícolas consumíveis, a sustentabilidade tem-se tornado muito importante. Tem sido até, alvo de discussão na indústria do vinho, como uma potencial fonte de vantagens competitivas (Flint & Golcic, 2009) (Forbes et al., 2009).

Na literatura estão disponíveis trabalhos relacionados com o impacto ambiental da produção de um vinho (Steenwerth et al., 2015) (Brunori et al., 2016) (Bartocci et al., 2017) (Navarro et al., 2017), alguns utilizando como mecanismo de avaliação o *Life Cycle Assessment* (LCA) (Vázquez-Rowe et al., 2013) (Villanueva-rey et al., 2014) (Rinaldi et al., 2016), no entanto, focam-se apenas numa das etapas de produção (viticultura, vinificação, barrica, engarrafamento, armazenamento, finalização e expedição) ou focam-se apenas na pegada hídrica e/ou de carbono e referem-se a países e vinhos diferentes (com diferentes condições climatéricas, solos, etc.). Os estudos feitos para o vinho de *terroir* (Araújo, 2016; Morgado,

2016), não estão completos quanto à análise do seu ciclo de vida, o que se conseguirá com a concretização deste trabalho.

A sustentabilidade, atualmente, é um conceito com 4 dimensões. Essas dimensões são a ambiental, a económica, a social e a cultural, sendo que esta última só recentemente se tornou uma dimensão independente, pois estava normalmente associada à dimensão social (Morgado, 2016).

A Sogrape Vinhos S.A., é uma empresa que cada vez mais se preocupa com a sustentabilidade dos seus produtos e das suas atividades.

2.3.1 Dimensão ambiental

Com a atenção da população cada vez mais focada na questão das alterações climáticas, é do interesse geral que as organizações tomem medidas ambientalmente conscientes, preservando a fauna e flora natural do local onde se inserem, bem como encontrem alternativas ao consumo de combustíveis fósseis ou à diminuição do seu uso, sem que se altere a qualidade dos produtos. Deste modo, a indústria do vinho tem vindo a analisar os seus métodos de produção e a repensá-los de modo a diminuir a sua pegada ecológica e a agradar as necessidades de ambas as partes (Forbes et al., 2009). De acordo com o *Global Report Initiative* (GRI), a dimensão ambiental da sustentabilidade é aquela que gere o impacto nos sistemas vivos e não vivos, incluindo água, terra, ar e ecossistemas por parte das organizações (Global Reporting Initiative, 2015).

O processo de produção de vinho contribui ativamente para o uso de recursos hídricos, energéticos e naturais, que poderão causar a diminuição de recursos naturais, emissões de gases com efeito de estufa, bem como a poluição de lençóis freáticos.

2.3.2 Dimensão Económica

A dimensão económica da sustentabilidade, segundo o GRI, foca-se nos impactos das organizações nas condições económicas dos *stakeholders* e dos sistemas económicos a nível local, nacional e global (Global Reporting Initiative, 2015). A nível económico deve ter-se em atenção o tamanho das propriedades vinícolas. Devem ter um tamanho típico entre 50-100 ha para venda exclusiva de uvas. Deve, também, ter-se em conta a dispersão das propriedades pois, em regiões de desenvolvimento do setor do vinho, a maior parte das vinhas encontra-se em regiões limitadas, o que permite a existência da “Rota dos Vinhos”, promove as vendas e o turismo. Há, também, a preocupação em relação ao clima, tendo em conta que este afeta a qualidade das uvas e, por conseguinte, a qualidade do vinho, sendo um dos principais aspetos da sustentabilidade económica, pois a qualidade afeta as vendas (WineSkills, 2011).

2.3.3 Dimensão Social

Segundo o GRI, a dimensão social implica o conhecimento dos impactos da organização nos sistemas sociais sobre os quais esta atua, sendo necessário avaliar os direitos humanos, as

práticas laborais e a responsabilidade pelo produto (Global Reporting Initiative, 2015), bem como, os efeitos que a plantação ou a localização da fábrica podem ter na vizinhança (WineSkills, 2011).

2.3.4 Dimensão Cultural

Até há bem pouco tempo, a dimensão cultural encontrava-se acoplada à dimensão social, formando uma dimensão sociocultural (Global Reporting Initiative, 2015). Atualmente, esta dimensão encontra-se, cada vez mais, distanciada da componente social. Tem como base o estudo das influências do turismo na sociedade, bem como, a ligação que a plantação ou o produto tem com o local onde se insere.

2.4 Processo de produção de vinho

O processo de produção de vinho engloba 7 fases: viticultura, vinificação, barrica, engarrafamento, armazenamento, finalização e expedição. Neste trabalho, serão estudadas todas as fases com exceção da fase de expedição que será apenas estudada ao nível da dimensão ambiental. Assim, a análise do ciclo de vida de um vinho de *terroir*, fica completa.

2.4.1 Viticultura

A viticultura é a ciência que estuda o conjunto de processos de instalação e manutenção da vinha (InfoVini, 2009), é o conjunto de operações associadas ao cultivo de plantas do género *Vitis* como o estabelecimento da vinha num solo específico permitindo a produção de uvas em quantidade, qualidade e estado sanitário adequados (Araújo, 2016). O viticultor é a pessoa que se dedica ao cultivo e colheita da vinha e, por vezes, elabora e estagia o vinho, pressupondo o seu envolvimento em todas as etapas de produção do vinho e o seu contacto constante com a vinha e com o vinho (InfoVini, 2009). Existem algumas práticas consideradas obrigatórias na viticultura, nomeadamente a preparação do solo, a escolha das castas, a manutenção da vinha (podar e guiar o crescimento) evitando doenças e pragas e a rega, caso seja necessário. É necessário um conhecimento extensivo do solo e do clima antes da escolha das castas a cultivar, de modo a perceber quais as práticas a utilizar (InfoVini, 2009). Esta etapa encontra-se descrita em maior detalhe em (Morgado, 2016).

2.4.2 Vinificação

O conjunto de operações necessárias para transformar as uvas em vinho é denominado vinificação (InfoVini, 2009).

O processo de vinificação do vinho de *terroir* envolve o transporte das uvas para o centro de vinificação, a receção e descarga das uvas, o desengace e esmagamento das uvas e a fermentação. As uvas provenientes de uma única propriedade, após a vindima, são transportadas para a adega onde se separam por castas e por teor em açúcares do mosto,

desprezando as uvas deterioradas. Posteriormente, o engaço é separado dos bagos que serão esmagados. O engaço é aproveitado como fertilizante para a vinha por compostagem. Os bagos esmagados são encaminhados para lagares/cubas onde se realizará a fermentação. Quando a cuba atinge a capacidade máxima começa-se a fermentação adicionando-se ácido tartárico, que permite reduzir o pH para 3,6 - 3,7, e leveduras selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae*. Assim, ocorre a conversão dos açúcares presentes nas uvas em etanol. Esta etapa está descrita com mais detalhe em (Araújo, 2016). A fermentação demora aproximadamente 6 dias, ao fim dos quais se recupera o mosto, desprezando as massas formadas. Em seguida, o vinho é centrifugado e estabilizado, seguindo para a barrica.

2.4.3 Barrica

Nesta etapa, deixa-se o vinho a estagiar de entre 1 a 2 anos para que este atinja o estado de maturação desejado. Ao contrário das etapas anteriores que são realizadas no local da colheita, esta realiza-se em Sta. Marinha (Gaia) para onde o vinho é transportado utilizando camiões cisterna.

2.4.4 Engarrafamento

O engarrafamento é realizado em Sta. Marinha onde as garrafas chegam à unidade em paletes, havendo a necessidade de um processo de despaletização. Apesar de chegarem garrafas novas, estas podem conter algumas poeiras de vidro, por isso, é necessário proceder-se ao seu enxaguamento e esterilização. Ainda antes do enchimento, o vinho é filtrado. Após o enchimento são colocadas as rolhas.

2.4.5 Armazenamento

As garrafas cheias vão permanecer em estágio em Avintes (Gaia). Este estágio poderá durar de 6 meses a 1 ano.

2.4.6 Finalização

No final do armazenamento, procede-se à finalização que decorre, também, em Avintes, onde se colocam as cápsulas, o rótulo e o contrarrótulo que permitem a identificação da marca e do tipo de vinho. Em seguida, as garrafas são colocadas em caixas identificadas, com divisórias, que serão colocadas em paletes e envolvidas em filme estirável onde permanecerão até serem expedidas para os clientes.

2.4.7 Expedição

Nesta etapa, o vinho é expedido para os clientes através de canais de distribuição.

3 Descrição técnica

3.1 Identificação dos indicadores de sustentabilidade

Para avaliar a sustentabilidade do processo de produção do vinho de *terroir* em estudo seguiu-se a metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV), que consiste na avaliação dos impactos ambientais de um produto, neste caso, do vinho, durante as etapas constituintes da produção deste, seguindo, deste modo, os trabalhos realizados anteriormente por Araújo, 2016 e Morgado, 2016.

Este método engloba os aspetos ambientais tendo em conta os potenciais impactos que surgem ao longo do ciclo de vida do produto. Assim, a ACV, estuda todos os passos até à obtenção do produto final, nomeadamente a obtenção das matérias primas, a produção, utilização e tratamento no fim de vida, reciclagem e deposição final. Esta análise é considerada como *cradle-to-grave* (ISO 14040, 2008).

Esta avaliação implica que a fronteira do sistema seja bem definida. Assim, neste trabalho o sistema encontra-se definido na Figura 11.

Para este estudo, foram selecionados os anos de cultivo de 2010, 2011 e 2012 de modo a dar continuidade aos trabalhos anteriores e minimizar a variabilidade como consta da Tabela 1.

Tabela 1: Anos de estudo e locais correspondentes às etapas analisadas.

Etapa	Local	Anos
Viticultura	Local de cultivo	2010, 2011, 2012
Vinicultura	Adega	2010, 2011, 2012
Barrica	Sta. Marinha	2010-2012, 2011-2013, 2012-2014
Engarrafamento	Sta. Marinha	2012, 2013, 2014
Armazenamento	Avintes	2012, 2013, 2014
Finalização	Avintes	2013, 2014, 2015
Expedição	-	2013, 2014, 2015

Deste modo, para as etapas de viticultura e vinicultura estudar-se-ão os anos 2010, 2011 e 2012; para a etapa de barrica (estágio em barrica) os anos de 2010-2012, 2011-2013 e 2012-2014; para as etapas de engarrafamento e armazenamento (estágio em garrafa) os anos de 2012, 2013 e 2014 e para as etapas de finalização e expedição os anos de 2013, 2014 e 2015. Para melhor entendimento, dividiram-se os anos em estudo pelos lotes 1, 2 e 3 conforme Tabela 2.

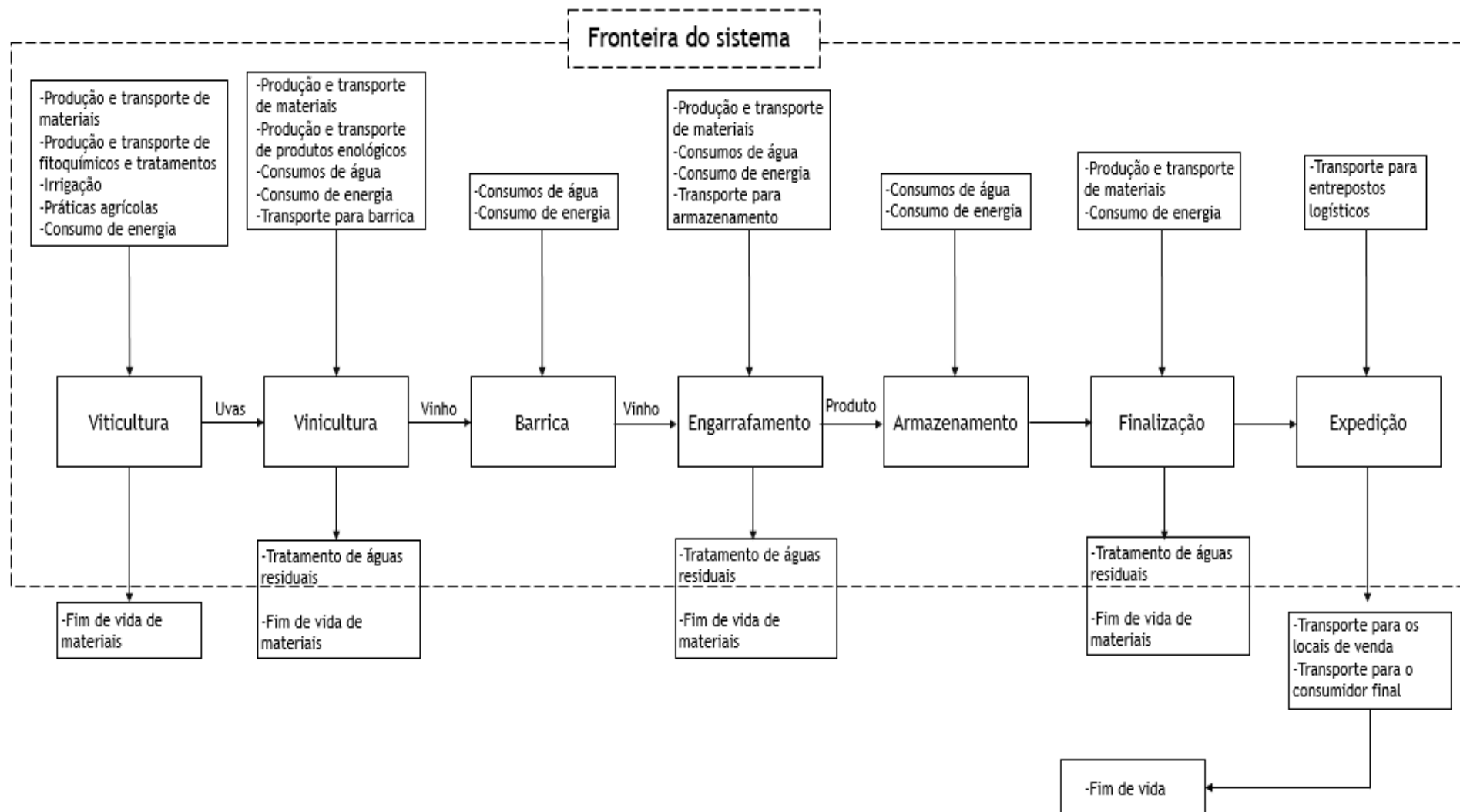


Figura 11: Fronteira do sistema em estudo.

Tabela 2: Divisão dos anos de estudo por lotes de acordo com as etapas.

Etapa	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Viticultura	2010	2011	2012
Vinicultura	2010	2011	2012
Estágio em Barrica	2010-2012	2011-2013	2012-2014
Engarrafamento	2012	2013	2014
Armazenamento	2012	2013	2014
Finalização	2013	2014	2015
Expedição	2013	2014	2015

Na Tabela 3 encontram-se as características da produção e cultivo já alocadas ao vinho em estudo que se trata de um vinho tinto de *terroir*.

 Tabela 3: Características do cultivo e da produção do vinho de *terroir* em estudo (dados alocados).

Área (ha)	10,40
Produção de uvas (média anual) (ton)	39,2
Produtividade (média anual) (ton.ha ⁻¹)	3,77
Produção de vinho (média anual) (L)	25389

Os materiais, energia e água utilizados na produção do vinho de *terroir* nos anos de referência encontram-se na Tabela 4. Um exemplo do cálculo da quantidade de Diesel encontra-se no Anexo 2: 2.1 Indicadores Ambientais.

 Tabela 4: Intensidade de material utilizado na produção do vinho de *terroir* em estudo nos lotes de referência.

Etapa	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Unidades	Fonte
Viticultura					
-Precipitação	13247520	4664400	5812560	hL	ADVID, 2017
-Irrigação	0	0	265710	hL	Sogrape S.A.
-Eletricidade	55	55	55	kWh	Sogrape S.A.
-Diesel	1279	2073	1965	L	n. a. ^(a)
-Transporte (Camião 3,5 ton)	1,63	1,63	1,63	km	Sogrape S.A.
-Madeiras	14	14	14	kg	Sogrape S.A.
-Aços	1286	1286	1286	kg	Sogrape S.A.
-Fitoquímicos	680	652	438	kg	Sogrape S.A.
-Composto	70	125	38	kg	Sogrape S.A.
Vinificação					
-Consumo de água	135,68	124,73	174,74	hL	Sogrape S.A.
-Eletricidade	2276	2332	2020	kWh	Sogrape S.A.
-Diesel	77	70	47	L	n. a. ^(a)
-Transporte (Camião 32 ton)	230	230	230	km	Sogrape S.A.
-Produtos Enológicos	60	60	60	kg	Sogrape S.A.
-Águas Residuais	95 % ^(b)	95 % ^(b)	95 % ^(b)	eficiência	Sogrape S.A.
	0,18	0,18	0,18	m ³	Sogrape S.A.
Barrica					
-Consumos de água	8365,11	5624,36	6764,46	hL	Sogrape S.A.

-Eletricidade	85200	60861	79963	kWh	Sogrape S.A.
-Gás	189	159	192	m ³	Sogrape S.A.
Engarrafamento					
-Consumos de água	145,11	103,22	3359,25	hL	Sogrape S.A.
-Eletricidade	3551	1391	1827	kWh	Sogrape S.A.
-Gás	4	3	3	m ³	Sogrape S.A.
-Diesel	3	3	3	L	n. a. ^(a)
-Transporte (Camião 32 ton)	12	12	12	km	Sogrape S.A.
-Óleos e lubrificantes	6,3 x 10 ⁻³	6,3 x 10 ⁻³	6,3 x 10 ⁻³	kg	Sogrape S.A.
-Garrafas vidro	31651	52784	17123	unidades	Sogrape S.A.
-Rolhas cortiça	31651	52784	17123	unidades	Sogrape S.A.
-Águas residuais	76 % ^(b)	76 % ^(b)	76 % ^(b)	eficiência	Sogrape S.A.
	6,4 x 10 ⁻²	6,4 x 10 ⁻²	6,4 x 10 ⁻²	m ³	Sogrape S.A.
Armazenamento					
-Consumos de água	90,39	73,22	94,54	hL	Sogrape S.A.
-Eletricidade	265	316	402	kWh	Sogrape S.A.
-Gás	1 x 10 ⁻¹	0	3 x 10 ⁻¹	m ³	Sogrape S.A.
Finalização					
-Eletricidade	19814	19836	19968	kWh	Sogrape S.A.
-Gás	786	862	894	m ³	Sogrape S.A.
-Cápsula de estanho	129	129	129	kg	Sogrape S.A.
-Rótulos de papel	39	39	39	kg	Sogrape S.A.
-Caixas e divisórias de cartão	1151	1151	1151	kg	Sogrape S.A.
Expedição					
-Diesel	45562 ^(c)	45562 ^(d)	45562 ^(d)	L	n. a. ^(a)
-Transporte (Navio)	^(c)	^(c)	^(c)	n. a.	n. a.
-Transporte (Camião)	^(c)	^(c)	^(c)	n. a.	n. a.

^(a) Um exemplo de cálculo da quantidade de Diesel encontra-se no Anexo 2: 2.1 Indicadores Ambientais.

^(b) O cálculo da eficiência encontra-se explicado no Anexo 2: 2.1 Indicadores Ambientais.

^(c) Ver Tabela 5.

^(d) Para efeitos de cálculo da quantidade de Diesel nos anos de 2014 e 2015, foram utilizados os dados de 2013 por não terem sido recebidos dados de exportação por país.

Na Tabela 5 encontram-se as quantidades de vinho de *terroir* expedidas em 2013 para diversos países do mundo, que serão também as utilizadas no cálculo da quantidade de Diesel e da pegada de carbono nos anos de 2014 e 2015, por falta de fornecimento dos respetivos dados.

Tabela 5: Quantidades de vinho de *terroir* em estudo expedidas em 2013 e as respetivas distâncias.

País	Transporte	Quantidade (ton)	Distância (km)	Fonte
Emirados Árabes Unidos	Navio	8,1 x 10 ⁻²	6067	(a)
Angola	Navio	5,96	6434	(a)
Áustria	Camião 32 ton	2,7 x 10 ⁻²	2649	(a)
Brasil	Navio	1,97	7609	(a)
Canadá	Navio	3,15 x 10 ⁻¹	6754	(a)

China	Navio	$4,5 \times 10^{-2}$	9068	(a)
Alemanha	Camião 32 ton	$4,23 \times 10^{-1}$	1837	(a)
Espanha	Camião 32 ton	$2,25 \times 10^{-2}$	557	(a)
França	Camião 32 ton	$7,92 \times 10^{-1}$	1317	(a)
Reino Unido	Camião 32 ton	$3,38 \times 10^{-1}$	2590	(a)
Guiné-Bissau	Navio	$4,5 \times 10^{-3}$	3331	(a)
Hong-Kong	Navio	$2,07 \times 10^{-1}$	10826	(a)
Japão	Navio	$1,04 \times 10^{-1}$	10790	(a)
Luxemburgo	Camião 32 ton	$2,75 \times 10^{-1}$	1998	(a)
Tailândia	Navio	$4,5 \times 10^{-3}$	10425	(a)
Timor-Leste	Navio	$4,5 \times 10^{-2}$	14332	(a)
Taiwan	Navio	$4,5 \times 10^{-2}$	11155	(a)
Ucrânia	Camião 32 ton	$1,35 \times 10^{-2}$	3208	(a)
Estados Unidos da América	Navio	2,72	7204	(a)
África do Sul	Navio	$1,13 \times 10^{-1}$	8621	(a)
Portugal	Camião 32 ton	12,6	424	(a)

(a) As distâncias foram encontradas no *site* Distância 24, 2017. Para os países da Europa, sempre que possível, foi selecionada a rota por estrada e o percurso feito de camião. Para os restantes países, na falta de melhor opção, foi escolhida a distância em linha reta e o percurso feito de navio. Para Portugal, foi considerada uma distância correspondente a metade da distância em linha reta de norte a sul.

Apesar de, nos anos de 2014 e 2015, não se poderem apresentar as quantidades expedidas de vinho de *terroir* por país, por não terem sido fornecidas, apresentam-se na Tabela 6 as quantidades totais expedidas de vinho de *terroir*.

Tabela 6: Quantidades totais expedidas de vinho de *terroir* para os lotes em estudo.

Lote	1	2	3
Quantidade (L)	26003	24073	24592

Os indicadores de sustentabilidade foram selecionados tendo em conta as diretrizes do GRI (Global Reporting Initiative, 2015) e calculados tendo em conta uma unidade funcional (UF), que, neste caso, será a de uma garrafa, isto é 0,75 L, uma vez que é a unidade mais consensual encontrada na literatura e a principal unidade usada tanto pela empresa, como pelo setor. Assim, também simplifica a comparação com outros produtos vitivinícolas.

3.1.1 Indicadores ambientais

Por todos os motivos já mencionados, a componente ambiental de uma avaliação da sustentabilidade de um produto é fundamental e de extrema importância. Deste modo, os indicadores selecionados são a pegada de carbono e a pegada hídrica.

Pegada de Carbono

A pegada de carbono é definida como as emissões totais de gases com efeito de estufa causadas direta ou indiretamente por um indivíduo, uma organização, uma atividade ou um produto e é expressa em unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂) - CO₂eq. Esta unidade é uma

medida que permite a comparação de diferentes gases com efeito de estufa (CO₂, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs), entre outros) usando como referência unidades de CO₂ (Carbon Trust, 2012).

Pegada Hídrica

Após a introdução do conceito de “pegada hídrica” em 2002 (Hoekstra, 2003), o interesse pela ideia de considerar o uso de água ao longo das cadeias de produção começou a ganhar relevância. A pegada hídrica (PH) é um indicador do uso de água que considera o uso direto e indireto de água por parte do consumidor. Pode ser considerada um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, deixando fora de uso o conceito tradicional e restrito de captação de água. A PH de um produto é o volume de água utilizado para produzi-lo sendo este medido e quantificado ao longo de toda a cadeia de produção (Hoekstra et al., 2011).

3.1.2 Indicadores económicos

Alguns dos indicadores económicos respeitantes a este vinho já foram estudados em Morgado, 2016. Assim, de modo a completar o trabalho realizado, efetuar-se-á uma análise de evolução das expedições com os indicadores ambientais e culturais.

3.1.3 Indicadores Sociais

Para a seleção de indicadores sociais seguiu-se a Social LCA (s-LCA) e o GRI. Deste modo, recolheu-se uma lista de mercados onde se comercializa o vinho de *terroir*, caracterizaram-se os trabalhadores por tipo de contrato e por género e analisou-se a relação da empresa com os seus trabalhadores. Analisou-se também a relação com os *stakeholders* e com os fornecedores.

3.1.4 Indicadores Culturais

Como indicadores culturais foram selecionadas, tendo em conta o GRI, algumas medidas de proteção da biodiversidade, patrimonial e ambiental, bem como a obtenção do selo DO (Denominação de Origem) e quais os custos associados.

3.2 Avaliação dos indicadores de sustentabilidade

3.2.1 Indicadores Ambientais

Pegada de Carbono

Para a apresentação dos resultados obtidos para a pegada de carbono seguiu-se o protocolo fornecido pela FIVS (FIVS, 2010) respeitando o Protocolo das Emissões de Gases com Efeito de Estufa para Vinho (PEGEEV) (FIVS, 2016). A FIVS é uma organização mundial não governamental cujo propósito é servir todos os setores da indústria de bebidas alcoólicas, incluindo o vinho, a cerveja e bebidas espirituosas, cujos membros incluem produtores, distribuidores,

importadores, exportadores e associações de comércio. Fundada em 1951, possui sede em Paris, França (FIVS, 2010).

O PEGEEV é um protocolo relevante e direcionado para a indústria internacional do vinho, fornecendo guias necessários para todas as etapas de produção, desde o cultivo até à distribuição, podendo ser adaptadas às combinações de etapas das empresas. Este servirá de guia geral para que se possa avaliar as emissões de carbono associadas a um vinho de *terroir* (FIVS, 2016). Este protocolo divide o seu estudo em três Âmbitos conforme a Tabela 7 e é relativo a uma entidade que possui viticultura, vinificação e operações de engarrafamento (incluindo expedição) (FIVS, 2016).

Tabela 7: Âmbitos relativos às emissões de carbono, adaptado de (FIVS, 2016).

Âmbito 2	Âmbito 1	Âmbito 3
Emissões Indiretas	Emissões Diretas	Emissões Indiretas
<u>Eletricidade comprada à rede</u>	<u>Uso de combustível estacionário:</u> - Aquecimento - Arrefecimento <u>Práticas agrícolas</u> <u>Fotossíntese:</u> - Sequestro da plantação - Degradação e compostagem <u>Processamento vinícola:</u> - Fermentação <u>Eliminação de resíduos</u> - Resíduos líquidos	<u>Extração e produção de materiais comprados:</u> - Materiais inerentes à manutenção da vinha - Fitoquímicos - Produtos enológicos - Óleos e lubrificantes - Materiais de engarrafamento - Produtos de higienização <u>Atividades relacionadas com transporte:</u> - Transporte do vinho para o engarrafamento - Transporte do vinho para o armazenamento - Transporte do vinho para expedição

Os resultados serão apresentados com base nestes Âmbitos, por média dos lotes.

A unidade de apresentação dos resultados será em kgCO₂eq/UF e os fatores de emissão serão recolhidos conforme a Tabela 8.

Tabela 8: Fatores de emissão utilizados no cálculo da Pegada de Carbono.

Tipo	Fator de emissão	Unidade	Fonte
Madeiras (esteios e postes)	74,7	kgCO ₂ eq/m ³	EcolInvent 2.1 ^(a)
Aço (arame, hélices, tirantes, ferradura, grampos, mola, <i>grippe</i>)	1,80	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Fitoquímicos	10,1	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Herbicidas (Roundup Supra)	10,5	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Eletricidade	0,44	kgCO ₂ eq/kWh	EcolInvent 2.1 ^(a)
Transporte (Camião 3,5 ton)	1,54	kgCO ₂ eq·ton ⁻¹ ·km ⁻¹	EcolInvent 2.1 ^(a)
Carbono sequestrado (agrícola)	-0,50	tonCO ₂ eq/ha	FIVS, 2008 ^(d)
Transporte (Camião 32 ton)	0,12	kgCO ₂ eq·ton ⁻¹ ·km ⁻¹	EcolInvent 2.1 ^(a)
Produtos Enológicos (Ácido tartárico)	2,00	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)

Produtos Enológicos (DAP)	1,57	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Produtos Enológicos (Leveduras)	0,32	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Produtos Enológicos (CO ₂)	0,79	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Produtos Enológicos (O ₂)	0,41	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Fermentação	n. a. ^(b)	n. a.	n. a.
Gás natural	2,75	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Óleos e lubrificantes	1,04	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Garrafa de vidro	0,87	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Rolha de cortiça	1,50 x 10 ⁻²	kgCO ₂ eq/unidade	Corticeira Amorim, 2008
Cápsula (Estanho)	82,3	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Rótulo de papel	2,01	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Divisória de cartão	0,66	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Caixa de cartão	1,14	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Produtos de higienização	0,21	kgCO ₂ eq/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Águas residuais	n. a. ^(c)	n. a.	n. a.
Navio	9,03 x 10 ⁻³	kgCO ₂ eq·ton ⁻¹ ·km ⁻¹	EcolInvent 2.1 ^(a)

^(a) Jungbluth et al., 2007; Frischknecht et al., 2005.

^(b) A quantidade de CO₂ produzida durante a fermentação foi calculada sabendo que 1 kg de glucose ou frutose degradada origina 0,51 kg de etanol e 0,49 kg de CO₂. Esta relação foi obtida recorrendo à estequiometria da reação de fermentação ($C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$), na qual 1 mol de glucose dá origem a 2 mol de etanol e 2 mol de CO₂ (Araújo, 2016).

^(c) Para estimar as emissões de CO₂ associadas ao tratamento de águas residuais nas ETAR seguiu-se a metodologia proposta pela *US Environmental Protection Agency*, sendo que o seu método de cálculo de encontra descrito no Anexo 2: 2.1 Indicadores Ambientais.

^(d) O valor foi obtido em The Australian Wine Research Institute, 2017.

Os resultados obtidos serão comparados com os recolhidos da literatura na Tabela 9.

Tabela 9: Valores relevantes para a pegada de carbono encontrados na literatura (Rinaldi et al., 2016; Bonamente et al., 2016; Point et al., 2012; Neto et al., 2013; Benedetto, 2013)

	Caraterísticas	PC (kgCO ₂ /UF)
Rinaldi et al., 2016	Vinho: Branco Local: Itália Ano: 2012 Produção (alocada): 21760 L Área (alocada): 4 ha	Viticultura à Distribuição: 1,43 Distribuição: 0,40 Viticultura ao fim de vida: 1,38
Bonamente et al., 2016	Vinho: Tinto Local: Itália Ano: 2012 Produção (alocada): 4020 L Área (alocada): 0,67 ha	Viticultura à Distribuição: 1,50 Distribuição: 0,44 Viticultura ao fim de vida: 1,07
Point et al., 2012	Local: Nova Escócia, Canadá Ano: 2006 Produção (alocada): 39000 L	Viticultura à Distribuição: 1,98 Distribuição: 0,37 Viticultura ao fim de vida: 3,22
Neto et al., 2013	Vinho: Verde Local: Portugal	Viticultura à Distribuição: 2,00 Distribuição: 0,23

	Ano: 2008/2009	
Benedetto, 2013	Vinho: Branco Local: Itália Ano: 2010 Produção (alocada): 5,5 milhões de L Área (alocada): 600 ha	Viticultura ao Engarrafamento (inclui o armazenamento e finalização): 1,64

Pegada Hídrica

Para o cálculo da pegada hídrica seguiu-se o Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (MAPH) do WFN (*Water Footprint Network*) (Hoekstra et al., 2011). Segundo este, a PH direta de um produto é igual à soma das pegadas hídricas das etapas do processo ocorridas na elaboração de um produto (considerando toda a cadeia de produção e fornecimento) sendo que esta deverá estar expressa em volume de água por unidade de produto (L/UF). A PH indireta, refere-se à PH das matérias primas e materiais utilizados na produção.

A PH encontra-se dividida em 3 tipos: pegada hídrica azul (PH_A), pegada hídrica verde (PH_V) e pegada hídrica cinzenta (PH_C). A PH_A é um indicador do consumo de água doce superficial e/ou subterrânea, a PH_V refere-se à precipitação e a PH_C é definida como o volume de água necessário para assimilar a carga de poluente baseado nas concentrações em condições naturais e nos padrões ambientais existentes, isto é, o volume de água necessário para diluir os poluentes de forma a que estes se tornem inócuos (Hoekstra et al., 2011).

Para a etapa de viticultura a PH_A pode ser calculada recorrendo à equação seguinte e apenas se aplica quando houve irrigação da cultura:

$$PH_A = \frac{10 \times ET_A}{P} \quad (1)$$

Sendo que:

PH_A - Pegada hídrica azul (L/kg) ; P - Produtividade ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$); ET_A - Evapotranspiração da cultura acumulada (mm/dia) (Allen et al., 2008)

A PH_V é calculada recorrendo a uma equação semelhante à anterior:

$$PH_V = \frac{10 \times ET_V}{P} \quad (2)$$

PH_V - Pegada hídrica verde (L/kg); ET_V - Evapotranspiração da cultura acumulada (mm/dia)

Quando há irrigação da cultura, o manual sugere que a proporção verde/azul da água incorporada na cultura pode ser equivalente à proporção ET_V/ET_A . Deste modo, sabendo a quantidade de água azul e de água verde é possível calcular ET_V .

A evapotranspiração é um indicador global (englobando vento, chuva, água, entre outros fatores), quando as empresas não fornecem os dados necessários ou estes são insuficientes

utiliza-se o método descrito anteriormente, no entanto, a Sogrape S.A. forneceu os dados de irrigação e os dados de precipitação utilizados foram recolhidos da Estação Meteorológica do Douro Superior localizada na Vilariça (ADVID, 2017). Assim, a PH pode ser descrita através dos consumos hídricos (irrigação, consumos), precipitação e através das PHs associadas aos produtos utilizados na produção do vinho de *terroir*. Os fatores hídricos encontrados na literatura utilizados no cálculo da PH dos produtos encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10: Fatores utilizados no cálculo da pegada hídrica associada a produtos utilizados na produção do vinho de *terroir*.

Tipo	Fator PH _A	Fator PH _V	Fator PH _C	Fator PH	Unidade	Retirado de
Aço	260	0	0	-	L/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Fertilizantes	-	-	-	18,4	L/UF	Rinaldi et al., 2016
Fungicidas	-	-	-	502	L/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Diesel	4,22	0	0	-	L/L	Herath, 2013
Eletricidade	4,34	0	0	-	L/kWh	Herath, 2013
Garrafas de Vidro	0	0,256	4,69	-	L/kg	Herath, 2013
Óleos e lubrificantes	-	-	-	2736	L/kg	EcolInvent 2.1 ^(a)
Rótulo de papel, divisória e caixa de cartão	191,2	1042	14,1	-	L/kg	Herath, 2013

^(a) Jungbluth et al., 2007; Frischknecht et al., 2005.

Os resultados serão apresentados por tipo de PH em percentagem média, por PH total por lotes conforme a Tabela 2 e PH total em cada etapa.

A PH_C é calculada tendo em conta a quantidade e o tipo de poluentes existentes no efluente que será libertado para a natureza. Assim, caso a água seja submetida a tratamento em ETAR, a pegada hídrica cinzenta assumirá um valor nulo (Hoekstra et al., 2011) com exceção da inerente aos produtos.

Os valores obtidos para a PH foram comparados com alguns encontrados na literatura conforme a Tabela 11.

Tabela 11: Valores para a pegada hídrica encontrados na literatura (Bonamente et al., 2015; Bonamente et al., 2016; Ene et al., 2013; Pina et al., 2011; Herath et al., 2013).

Autor	Caraterísticas	PH (L/UF)
Bonamente et al., 2015	Vinho: Tinto Local: Itália PH _V : 98,3 % PH _A : 1,2 % Área vinha: 20 ha	632,2
Bonamente et al., 2016	Vinho: Tinto Local: Itália	580

	PH _V : 77,95 % PH _A : 1,22 % Precipitação: 566 a 1418 mm/ano Produção (alocada): 4020 L Área (alocada): 0,67 ha	
Ene et al., 2013	Anos: 2005 a 2008 Local: Roménia PH _V : 61 a 67 % PH _A : 0 a 6 % Área: 9096 a 9870 ha Precipitação: 396 mm/ano Produtividade: 2750 a 5489 kg/ha	1754
Pina et al., 2011	Vinho: Verde Local: Portugal PH _V : 88 % PH _A : 0,1 %	438
Herath et al., 2013	Local: Nova Zelândia (Marlborough e Gilsborne) Anos: 2008 a 2010 PH _V : 89 % PH _A : 11 % Precipitação: 612 a 1192 mm/ano	683,4 (Marlborough) e 606,4 (Gilsborne)

3.2.2 Indicadores Económicos

No interior de cada conjunto de indicadores, será efetuada uma análise de evolução das expedições com os indicadores ambientais e culturais. No caso dos indicadores culturais a análise a realizar será uma comparação da evolução do volume de expedição com a evolução dos custos com indicadores culturais, com uso de um gráfico de dispersão e uma reta de tendência. Para os indicadores ambientais, no caso da PH será feita uma análise à evolução da PH com a evolução da produtividade e no caso da PC uma análise à evolução da PC com a evolução do volume de expedição. Assim, os indicadores económicos estarão descritos nos indicadores referidos anteriormente e não terão um capítulo associado.

3.2.3 Indicadores Sociais

Como indicadores sociais foram identificados os locais da sede e das operações, os proprietários, os mercados, a estrutura governamental e grande parte dos *stakeholders*. Analisou-se a escala da operação com a contabilização do número de trabalhadores locais e não locais (a denominação local refere-se a trabalhadores da zona de Almendra, Castelo Melhor, Barca d'Alva, Foz Côa e Gaia) e a relação da empresa com fornecedores, com *stakeholders* e com os trabalhadores através da verificação da existência de seguros de saúde e de acordos de

negociação coletiva, isto é, se aquando da tomada de decisões há comunicação e negociação com alguma percentagem de trabalhadores.

3.2.4 Indicadores Culturais

Para a análise de indicadores culturais verificou-se a existência de medidas de proteção patrimonial, ambiental e de proteção da biodiversidade, bem como a existência e o custo do selo DO. Os anos em estudo, para estes indicadores, foram 2010, 2011 e 2012 para as medidas e 2013, 2014 e 2015 para o selo DO. Assim, definiram-se medidas de proteção patrimonial como sendo os custos para o embelezamento da vinha e para a recuperação de pombais, muros e apiários, medidas de proteção ambiental como sendo os custos de corte de erva, limpeza de linhas e taludes e medidas de proteção da biodiversidade como sendo a verificação da diminuição do uso de fitoquímicos na medida em que a empresa pretende diminuir o seu impacto na biodiversidade.

Questionou-se, também a empresa se participava ou patrocinava eventos associados ao vinho em estudo e se existia enoturismo associado.

4 Resultados e Discussão

4.1 Indicadores Ambientais

4.1.1 Pegada de Carbono

Na Figura 12 apresentam-se os resultados obtidos da PC para cada um dos lotes considerados neste trabalho.

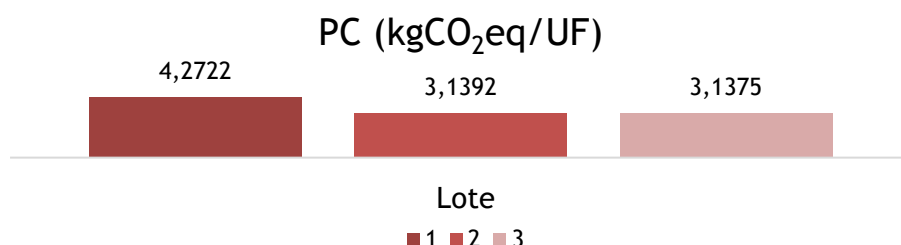


Figura 12: Pegada de carbono total para os 3 lotes em estudo.

O valor elevado da PC no lote 1 deve-se, principalmente, ao transporte das uvas devido ao número de viagens necessárias para realizar este transporte ser superior ao dos restantes lotes. Em média, a PC tem um valor de 3,52 kgCO₂eq/UF.

A Figura 13, a Figura 14 e a Figura 15, apresentam a PC de cada etapa associada a cada um dos lotes.

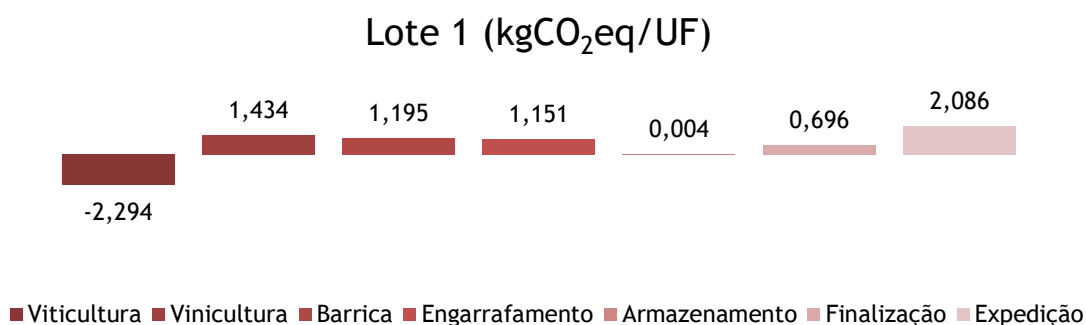


Figura 13: Pegada de carbono associada às diferentes etapas de produção do vinho de *terroir* no lote 1.

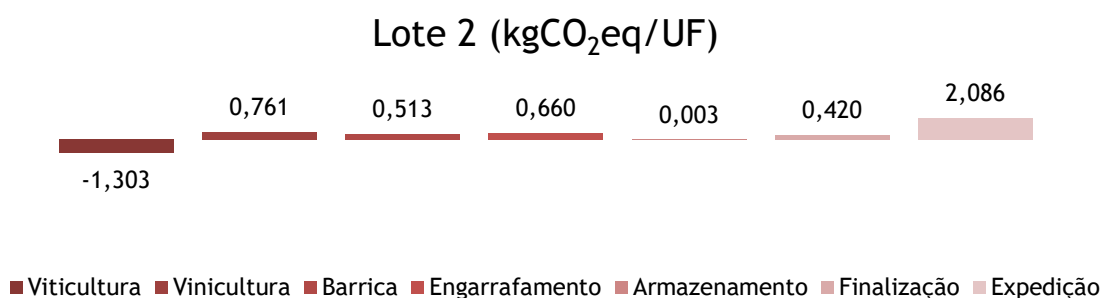


Figura 14: Pegada de carbono associada às diferentes etapas de produção do vinho de *terroir* no lote 2.

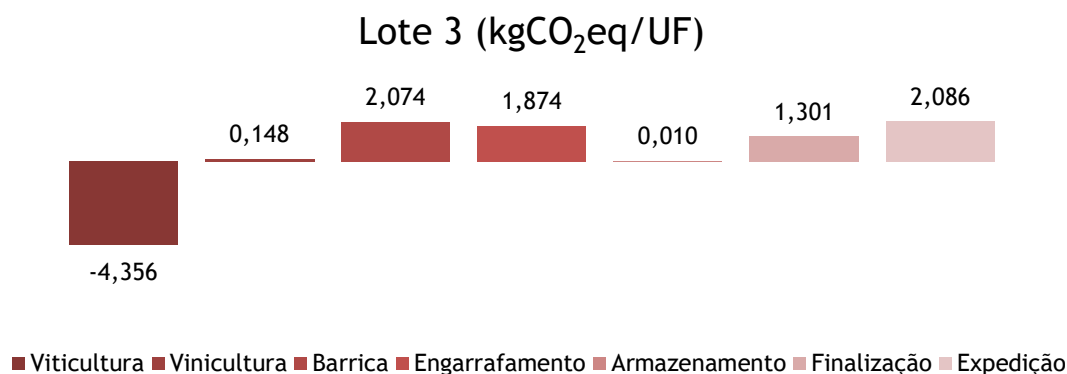


Figura 15: Pegada de carbono associada às diferentes etapas de produção do vinho de *terroir* no lote 3.

Em seguida apresenta-se a Figura 16, onde é possível observar os diferentes pesos em percentagem (média dos três lotes para cada etapa) que as etapas do ciclo de vida tiveram no valor da PC média.

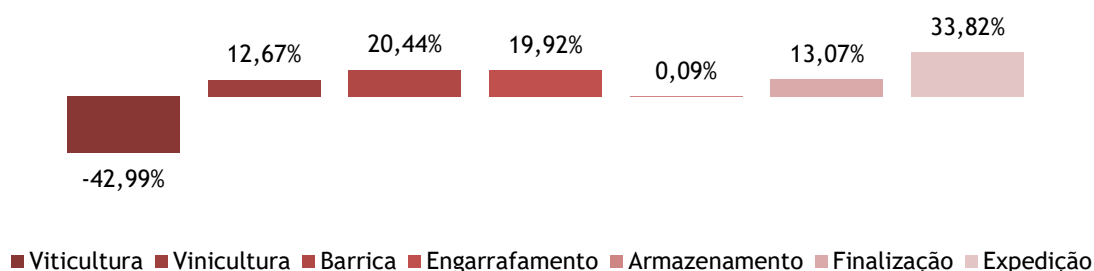


Figura 16: Pesos das etapas de produção na pegada de carbono.

Como se pode verificar, a etapa que mais contribui para a PC é a etapa de expedição, seguindo-se as etapas de engarrafamento e barrica. A grande contribuição da etapa de expedição é explicada pelo transporte do vinho para os diversos pontos do mundo. A contribuição das etapas de engarrafamento e barrica devem-se ao gasto energético a nível de eletricidade e gás. Devido à grande contribuição da etapa de expedição, procurou-se determinar quais são os países para os quais exportar significa uma PC maior, sendo os resultados apresentados na Figura 17.

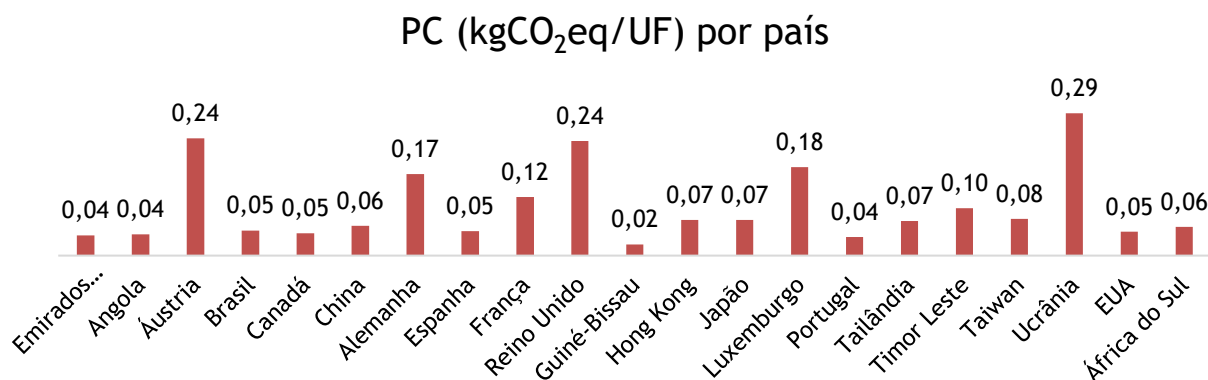


Figura 17: Análise à etapa de expedição de modo a poder observar-se os países para os quais exportar implica uma maior pegada de carbono.

Esta análise indica que países como a Áustria, Alemanha, Reino Unido, Luxemburgo e Ucrânia, são os países para onde exportar resulta numa maior afetação na PC. Esta pode dever-se às

baixas quantidades expedidas para estes países, e/ou ao facto de as rotas serem efetuadas de camião, que possui um fator de emissão de CO₂ muito mais elevado que transporte de barco, por exemplo. Esta análise pode permitir à empresa realizar escolhas mais sustentáveis de transporte para determinados destinos.

Realizou-se um gráfico de dispersão que comparasse os dados da expedição em função da PC, e construiu-se uma linha de tendência sendo ambos apresentados na Figura 18.

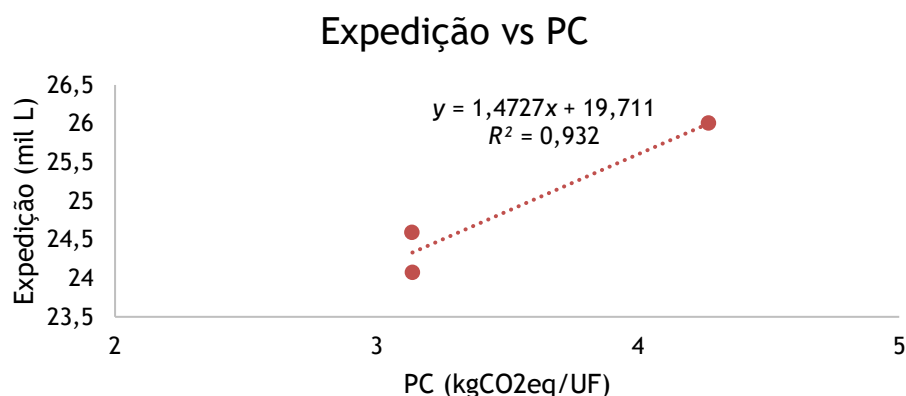


Figura 18: Relação entre o volume de expedição e a pegada de carbono.

É possível verificar que existe uma relação direta entre o volume expedido e a PC, isto é, 93 % da PC é explicada pelo volume de expedição, sendo que 7 % é explicada por outros fatores. No entanto, não se considera que existam dados suficientes para que esta possa ser uma conclusão definitiva, sendo necessária a obtenção de mais dados para que se possa confirmar.

Na Figura 19 compararam-se os resultados da PC, desde a viticultura até à expedição do vinho de *terroir*, com os valores reportados na literatura (Tabela 9).

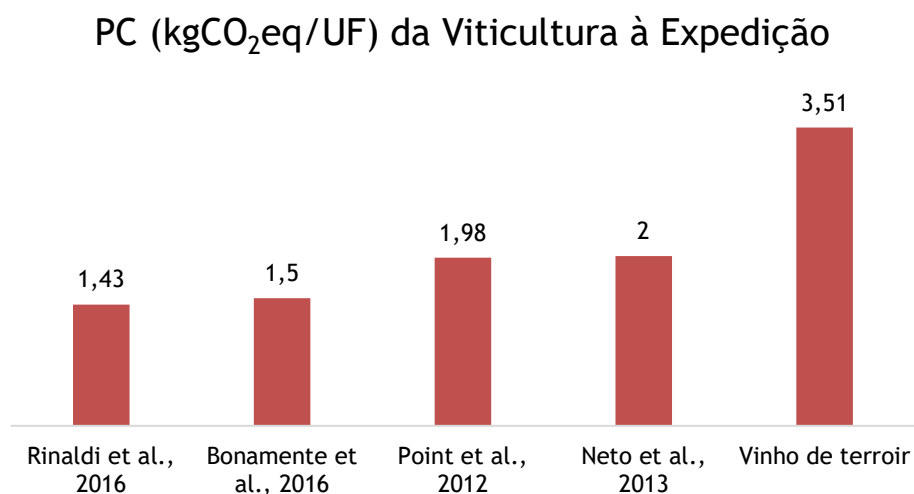


Figura 19: Comparação entre os valores obtidos para a PC de um vinho descrito na literatura com a PC média do vinho de *terroir* em estudo desde a etapa de viticultura à etapa de expedição.

A grande diferença observada entre os valores da PC repostados na literatura e o valor obtido neste trabalho deve-se, fundamentalmente, ao facto da etapa de expedição encontrada na literatura ser referente a expedições locais e/ou produções mais baixas, exceto no caso de

Neto et al. (2013) que, a par de uma produção muito mais elevada tem, também, uma expedição muito mais alargada. As diferenças devem-se a, quanto menores as distâncias percorridas de camião, como é o caso de Point et al. (2012) cuja distância média de expedição é de 400 km, menor é a PC associada.

Assim achou-se relevante comparar os resultados da PC desde a viticultura até à finalização com os da literatura (Tabela 9) de modo a observar o impacto da etapa de expedição. Esta, encontra-se na Figura 20.

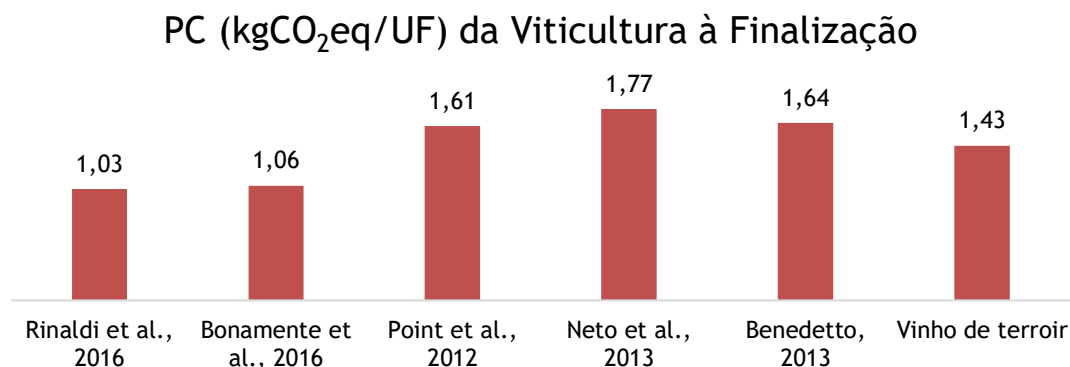


Figura 20: Comparação entre os valores obtidos para a PC de um vinho descrito na literatura com a PC média do vinho de *terroir* em estudo desde a etapa de viticultura à etapa de finalização.

Neste caso, o vinho de *terroir* tem uma PC muito semelhante às PCs encontradas na literatura, verificando-se, assim, que a etapa de expedição é a maior causadora do aumento da PC global do vinho.

Em seguida, inicia-se a análise seguindo o PEGEEV, dividindo as emissões por Âmbitos. Na Figura 21 encontram-se os valores de cada Âmbito em média para os lotes estudados.

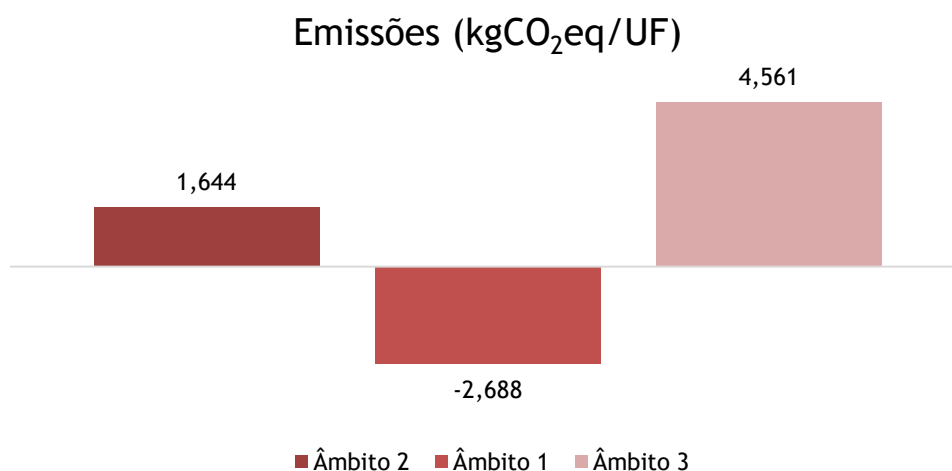


Figura 21: Emissões de CO₂ (kgCO₂eq/UF) segundo os Âmbitos.

É possível verificar que o Âmbito com maior influência é o 3, seguindo-se o 2 que se refere apenas a eletricidade. Na Figura 22 é possível observar quais os pontos dentro do Âmbito 3 que mais influência têm.

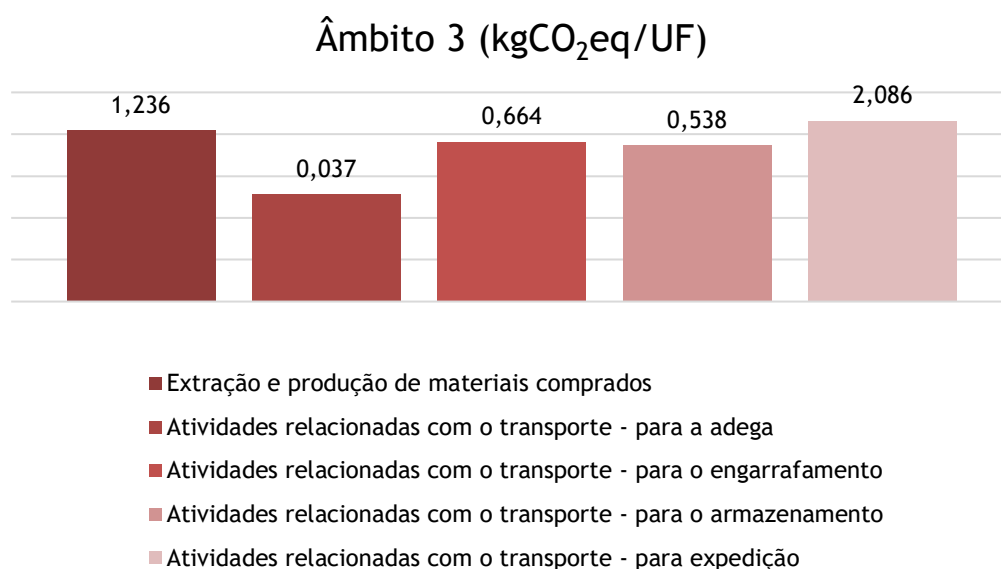


Figura 22: Comparação entre as emissões dentro do Âmbito 3 (escala logarítmica).

Em relação ao Âmbito 1, as práticas agrícolas relacionadas com a fotossíntese sequestram o CO₂ fazendo com que esta assuma valor negativo de -2,83 kgCO₂eq/UF, sendo que as emissões relacionadas com o processamento vinícola (fermentação) e com o tratamento dos resíduos líquidos são positivas, mas, comparativamente, muito baixas e de $6,6 \times 10^{-2}$ e $2,32 \times 10^{-4}$ kgCO₂eq/UF, respetivamente.

Na literatura, apesar de existir o protocolo específico para vinho PEGEEV, ainda não estão publicados resultados com os quais se possa estabelecer uma comparação.

4.1.2 Pegada Hídrica

Na Figura 23 é possível observar a variação da PH associada a cada um dos três lotes. Na produção do lote 1 e 2 não existia sistema de rega e, por conseguinte, não houve irrigação no local de cultivo.

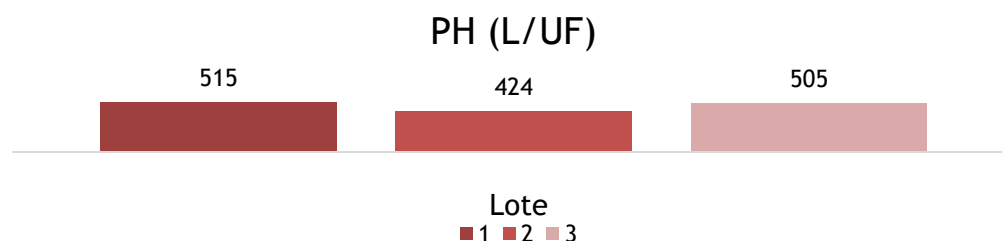


Figura 23: Pegada Hídrica total para os três lotes em estudo.

A PH é constituída por três tipos, a azul, a verde e a cinzenta. Como toda a água utilizada na produção segue para uma ETAR para que seja tratada, a fração cinzenta é 0, isto é, a fração de PH_c existente é a corresponde à incorporada nos materiais e produtos usados na produção do vinho de *terroir*. De seguida, na Figura 24, é possível identificar os diferentes pesos dos três tipos de PH, azul, verde e cinzenta, em média, na produção dos três lotes em estudo.

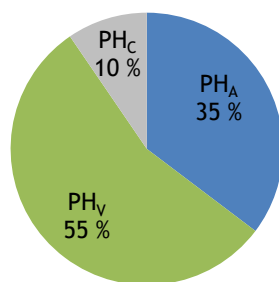


Figura 24: Pesos relativos dos três tipos de pegada hídrica em média para os três lotes produzidos.

A PH_A deve-se essencialmente (58 %) aos produtos e materiais utilizados e não aos consumos e a PH_V deve-se fundamentalmente à precipitação (69 %) e não aos produtos.

A etapa que mais contribui para o valor da PH é a etapa de viticultura conforme se pode verificar na Figura 25 que se refere ao valor médio dos lotes 1, 2 e 3.

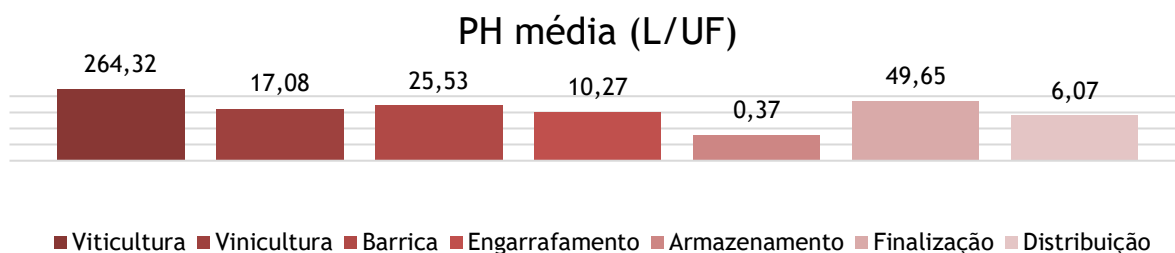


Figura 25: Valores para a pegada hídrica nas diferentes etapas do processo de produção (escala logarítmica).

Os consumos de água não são a parte que mais afeta a PH, sendo que para o lote 1 a percentagem da pegada hídrica associada aos consumos é de apenas 5 %, para o lote 2 é de 3 % e para o lote 3 de 32 %. Para verificar a existência, ou não, de uma relação direta entre os consumos e a PH, representou-se na Figura 26 os valores de PH versos os consumos de água.

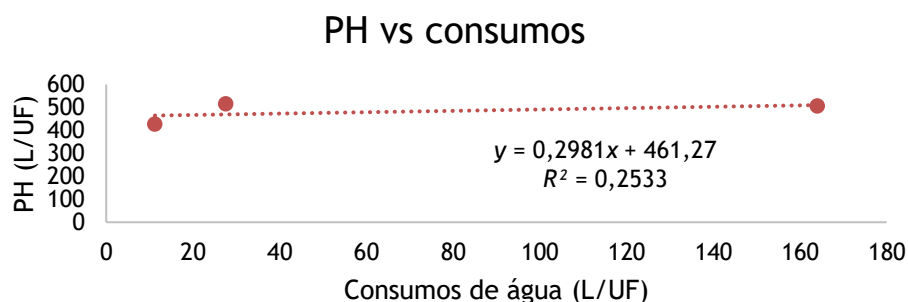


Figura 26: Relação entre consumos e pegada hídrica.

Como se pode observar, não é possível encontrar uma relação direta entre consumos hídricos e PH, sendo esta afetada por outros fatores, como por exemplo a precipitação e os produtos utilizados.

Também se tentou encontrar uma relação entre precipitação e PH, mas conforme se pode observar na Figura 27, tal também não foi possível.

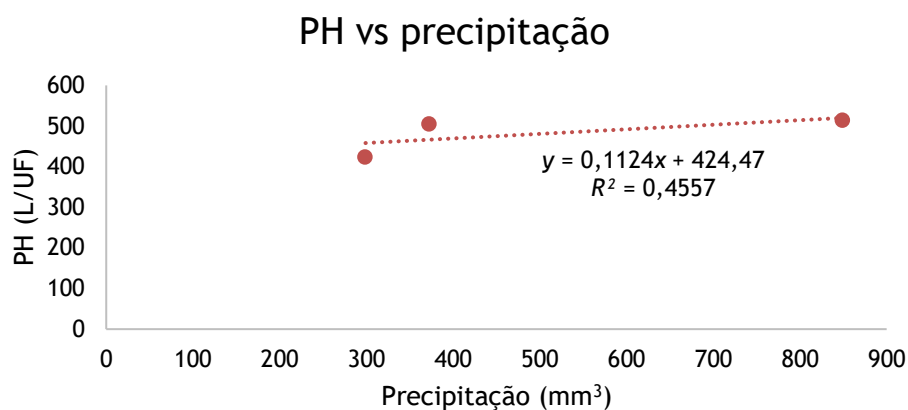


Figura 27: Relação entre precipitação e pegada hídrica.

Uma relação interessante foi encontrada entre a produtividade e os consumos de água, tal como se pode observar na Figura 28.

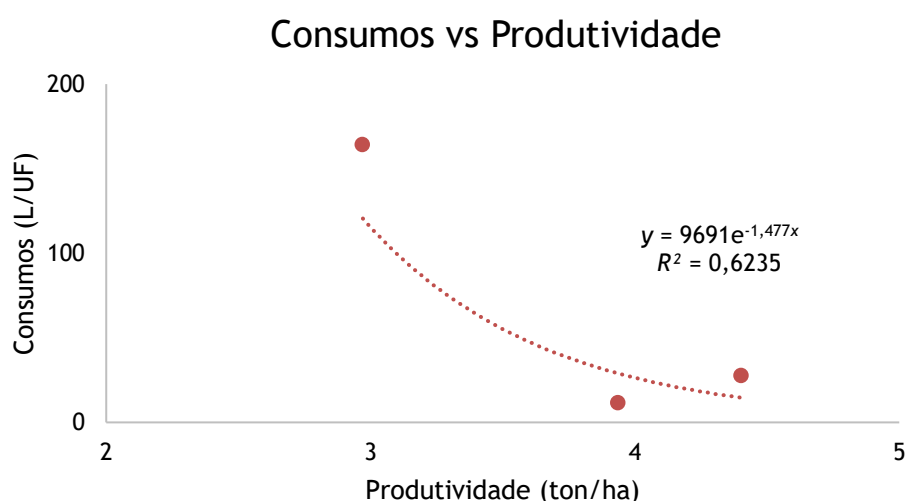


Figura 28: Relação entre produtividade e consumos hídricos.

A correlação encontrada deve ser analisada com cuidado, principalmente porque apenas existem três pontos e seriam necessários mais pontos para ser possível verificar a evolução. No entanto, aparenta indicar que quanto menores os consumos de água, maior a produtividade. É verdade que o cultivo deste vinho de *terroir* é realizado colocando as vinhas em stress, isto é, fornecendo-lhes apenas a água que necessitam para se desenvolver da melhor maneira para a produção do vinho. No entanto, a evolução para consumos menores poderá não significar maior produtividade. Com um estudo mais detalhado e com mais pontos poder-se-á chegar a um valor ótimo para consumos, que será o valor que maior produtividade trará.

Em seguida comparam-se os resultados obtidos para a PH com os existentes na literatura (Figura 29), descritos na Tabela 11.

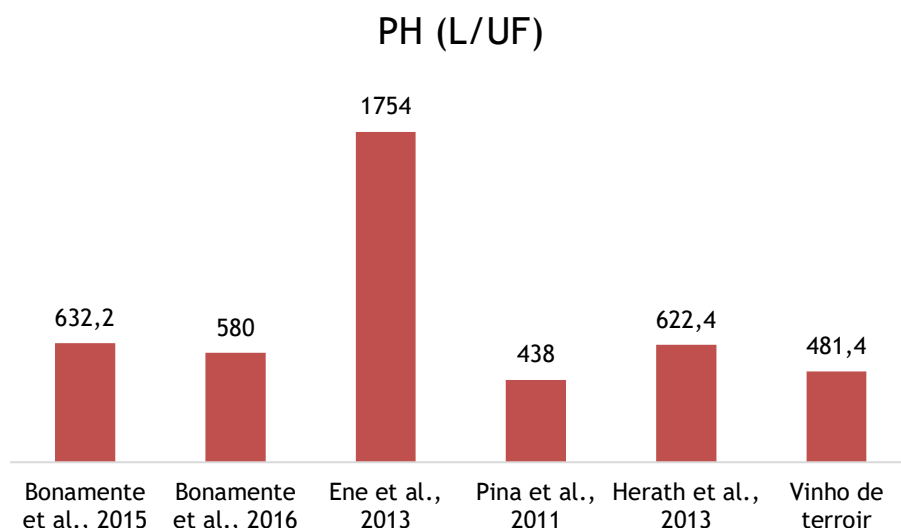


Figura 29: Comparação entre os valores obtidos para a PH de um vinho descrito na literatura com a PH média do vinho de *terroir* em estudo.

É possível observar na figura uma grande variabilidade nos valores de PH reportados na literatura. Em relação ao vinho de *terroir* em estudo, a PH apenas se encontra acima da PH reportada por Pina et al. (2011). Apesar do valor ser o mais próximo, este refere-se a um vinho verde, com diferentes modos de produção e cultivo, não permitindo por isso uma comparação direta. Comparando com os vinhos tintos, tal como o vinho de *terroir* em estudo, descritos em Bonamente et al. (2015) e Bonamente et al. (2016), verifica-se que a PH encontrada é menor. Tal poderá dever-se ao facto do seu cultivo se localizar em Itália e por isso as condições climáticas e ambientais serão, de algum modo, diferentes das encontradas em Portugal. Também poderá dever-se a diferente tipo de produtos utilizados na produção.

Comparou-se, também, as percentagens correspondentes aos diferentes tipos de PH que se apresentam na Figura 30, Figura 31 e Figura 32. Observa-se uma grande variabilidade entre os valores das pegadas reportadas entre os diferentes estudos. Tal pode dever-se à falta de informação apresentada nos estudos relativamente à PH dos produtos usados. Muitos deles não se encontram divididos por tipo de PH. Nos estudos usados para comparação não existe informação sobre quais os produtos que entraram no cálculo da PH, ou, se indicam, não referem qual o fator utilizado no cálculo. Desta forma, de modo a que o cálculo da PH seja mais eficaz, é necessário que as empresas produtoras passem a fornecer dados sobre a PH dos seus produtos, de modo a ser possível calcular as pegadas virtuais incorporadas na produção de vinho.

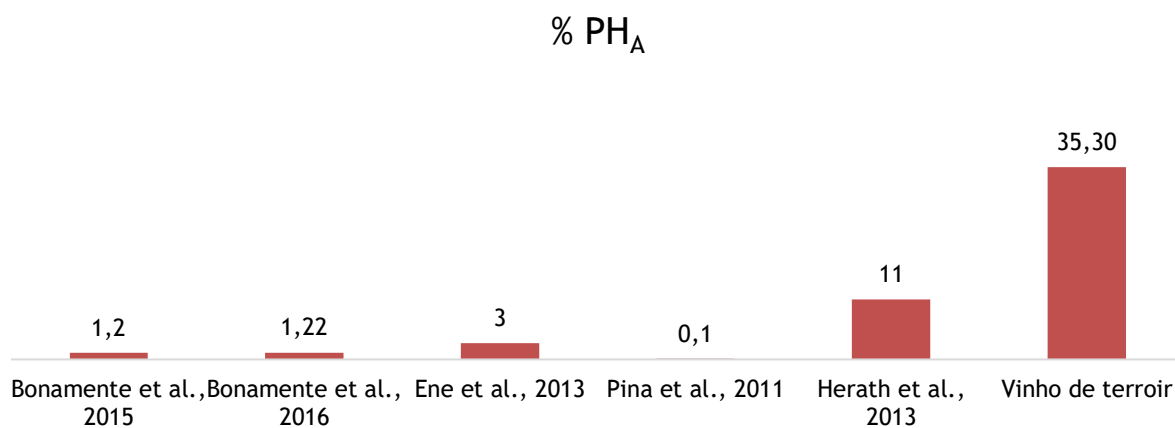


Figura 30: Comparação das percentagens das pegadas hídricas azuis encontradas na literatura e da do vinho de *terroir* em estudo.

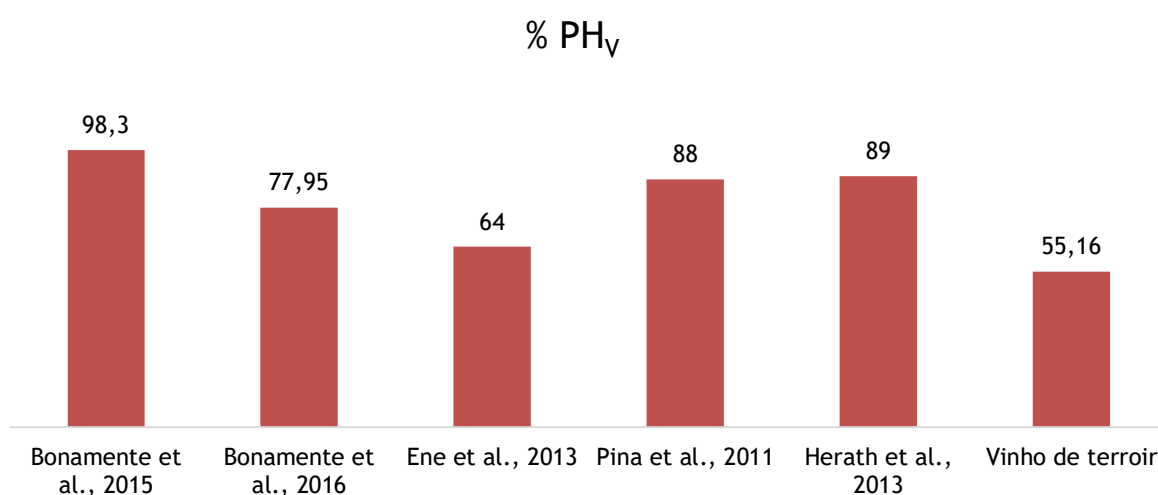


Figura 31: Comparação das percentagens das pegadas hídricas verdes encontradas na literatura e da do vinho de *terroir* em estudo.

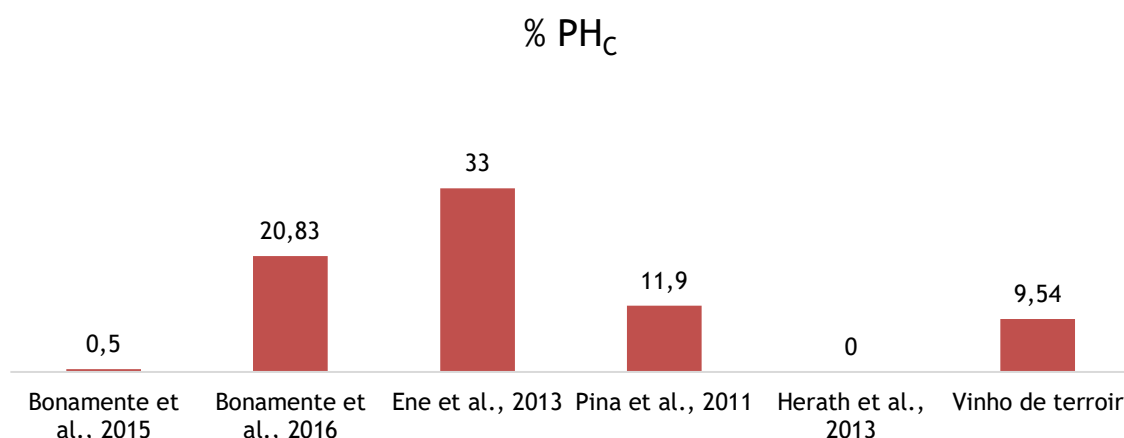


Figura 32: Comparação das percentagens das pegadas hídricas cinzentas encontradas na literatura e da do vinho de *terroir* em estudo.

É possível fazer uma crítica ao método utilizado, na medida em que, se no local de cultivo não existisse plantação, existiria na mesma PH_V , porque existiria sempre precipitação. Uma fração dessa precipitação será transformada em vinho e por isso deve ser contabilizada no cálculo da PH. No entanto, toda a precipitação entra no cálculo sem descontar a precipitação que não se

transforma em vinho. Assim, o valor real da PH está a ser inflacionado pois contabiliza um valor que existiria de qualquer forma, independentemente de existir, ou não, exploração vitícola. Apenas o desenvolvimento futuro da metodologia de cálculo da PH poderá resolver esta questão.

4.2 Indicadores Sociais

Inicialmente, começou-se por identificar a organização (Tabela 12), bem como a estrutura governamental da empresa (Figura 34).

Tabela 12: Caracterização da empresa.

Organização	Sogrape S.A.
Produto	Vinho de <i>terroir</i> (tinto)
Localização da sede	Avintes
Localização das operações	Local de cultivo, Sta. Marinha e Avintes
Proprietários/Acionistas maioritários	Família Guedes

Em seguida, caracterizou-se a escala da operação identificando volumes de expedição e mercados.

Na Figura 33 observa-se a evolução do volume de expedição nos anos em estudo.

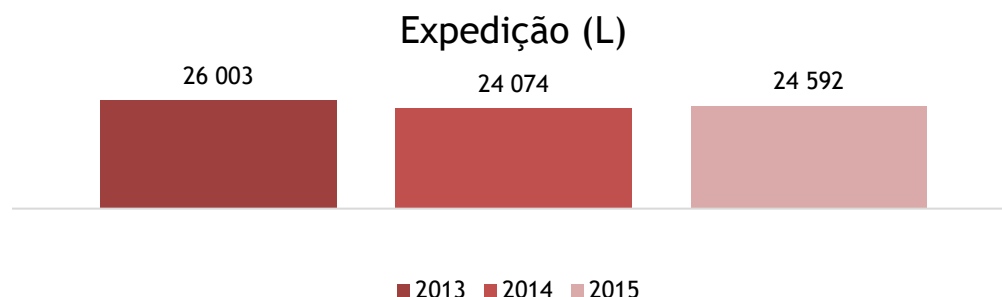


Figura 33: Evolução da expedição do vinho de *terroir* ao longo dos anos de comercialização dos lotes em estudo.

Verifica-se que a expedição do vinho de *terroir* em estudo, tem variado entre 24074 L e 26003 L, com pouca variação anual. Como tal, é de todo o interesse a caracterização dos mercados para os quais é exportado, de modo a ser possível aumentar os volumes expedidos e, naturalmente, aumentar as vendas e os rendimentos gerados com o vinho de *terroir*.

Na Tabela 13 encontram-se os países para os quais o vinho em estudo foi expedido.

Tabela 13: Países para onde o vinho de *terroir* em estudo é expedido.

Continente	Europa	Ásia	América	África
Países	Áustria, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Luxemburgo, Portugal, Ucrânia	China, Hong Kong, Japão, Tailândia, Timor-Leste, Taiwan	Brasil, Canadá, Estados Unidos da América	Emirados Árabes Unidos, Angola, Guiné-Bissau, África do Sul

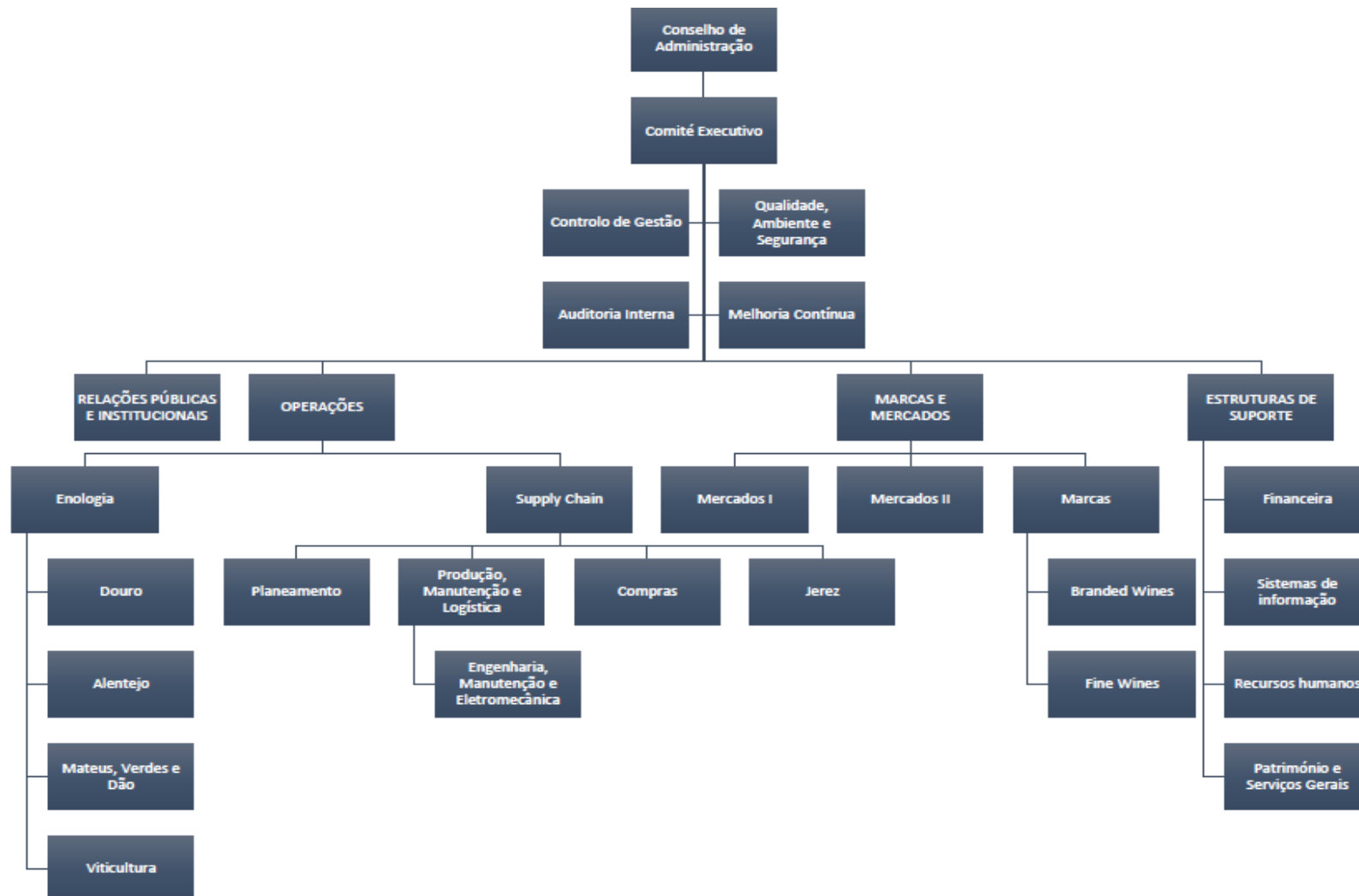


Figura 34: Estrutura governamental da Sogrape S.A.

Através da Figura 35 é possível observar que o mercado da Europa é o mais significativo.

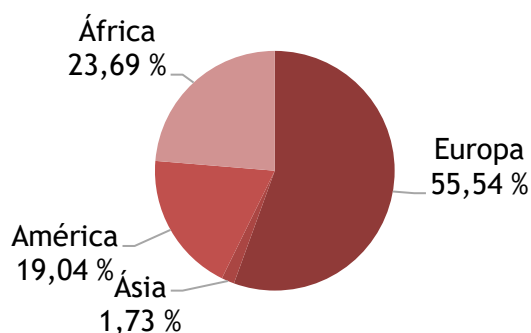


Figura 35: Distribuição das expedições do vinho de *terroir*.

Assim, considera-se importante analisar os países europeus para onde mais se exporta. Esta avaliação encontra-se na Figura 36.

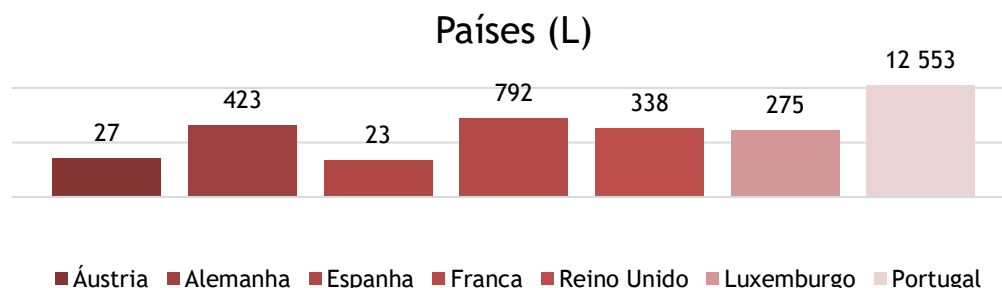


Figura 36: Países para onde se exporta o vinho de *terroir* em estudo e as suas quantidades (L) para países europeus (escala logarítmica).

É possível, observar que o maior número de exportações é para Portugal, com 87 % do total das exportações, sendo por isso o mercado mais importante, seguindo-se a França com 6 %.

Em média, participaram 135,33 colaboradores na produção do vinho de *terroir* em estudo, sendo, apenas, 34,5 % mulheres. Apesar da discrepância existente entre o número de colaboradores femininos e masculinos, esta não se deve a discriminação, pois, tal como se pode observar na Tabela 14, o tipo de contrato oferecido é similar para ambos os géneros. Como tal, a diferença de género existente nesta empresa pode dever-se a questões culturais, ou à substituição/rotação natural dos trabalhadores. De notar igualmente, que na etapa de expedição há 65 % de colaboradores femininos, o que vem corroborar a ideia de que não existe discriminação de género na empresa.

Tabela 14: Distribuição das percentagens de colaboradores por género, por tipo de contrato (permanente - pertencente aos quadros da empresa - ou temporário - contratos a termo) e por tipo de emprego (integral - 40 h - ou parcial - < 40 h).

Colaboradores	Percentagem
Femininos	34,50 %
Femininos com contrato permanente	89,51 %
Masculinos com contrato permanente	93,29 %
Femininos a tempo integral	95,04 %
Masculinos a tempo integral	99,32 %

A etapa de viticultura possui em média 52 % de colaboradores locais, isto é, que têm residência a não mais de 50 km do local de trabalho. As etapas seguintes empregam 100 % de colaboradores locais.

Todos os trabalhadores com contrato têm seguro de saúde, sendo que, para alguns, em posições mais elevadas, este seguro é extensível a familiares diretos. Este é um benefício que contribui para a continuidade dos colaboradores na empresa bem como para a otimização das condições contratuais oferecidas. Não existe nenhum sindicato ao qual os trabalhadores estejam associados. No entanto, todas as decisões são tomadas consultando as chefias das equipas envolvidas e deduz-se que estas chefias comuniquem com os seus trabalhadores, potenciando assim harmonia entre colaboradores, chefias e administração. Não existe, então, uma taxa fixa de colaboradores que participem em acordos de negociação coletiva, mas sim uma taxa muito variável que depende da unidade afetada e que promove a comunicação aberta entre todos os patamares da empresa.

Na Tabela 15 observam-se as diferentes taxas de rotatividade ao longo dos anos em estudo.

Tabela 15: Variação das taxas de rotatividade ao longo dos anos de estudo.

Anos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taxa de rotatividade	4,77 %	3,46 %	2,00 %	2,84 %	2,78 %	2,72 %

É possível verificar que as taxas de rotatividade são muito baixas de onde se deduz que o ambiente de trabalho é favorável à manutenção dos colaboradores. Também se pode afirmar que a empresa aposta na formação e continuidade dos trabalhadores, não os dispensando no final dos contratos.

Na Tabela 16 é possível observar os custos com saúde e segurança no trabalho feito pela Sogrape ao longo dos anos de produção dos lotes 1, 2 e 3, bem como, qual é o custo por unidade funcional.

Tabela 16: Custos com saúde e segurança no trabalho.

Lote	Vigilância e Segurança (€)	Trabalhos especializados (€)	Investimentos (€)	Total (€)	Total por UF (€/UF)
1	154,68	639,81	326,27	1120,76	0,0331
2	107,39	569,14	267,47	943,99	0,0279
3	174,99	636,98	1056,21	1868,18	0,0552

De referir que a vigilância e segurança inclui a manutenção de equipamentos de segurança, sinalética e outras correções de segurança menores. Os trabalhos especializados referem-se a serviços de saúde e segurança no trabalho, bem como a avaliações técnicas, consultoria em segurança e projetos de emergência. Os investimentos realizados foram a nível de pinturas e melhoramento de condições, compra de equipamentos de segurança como extintores, portas corta-fogo, entre outros. A Sogrape S.A. possui um posto de socorro associado às instalações de Avintes e outro associado às instalações de Sta. Marinha. No entanto, no local da adega e do

cultivo não existe qualquer posto de socorro, existindo, sempre que necessário, um profissional qualificado que se desloca ao local.

Através da Figura 37, é possível observar que houve uma duplicação dos custos com saúde e segurança no trabalho do lote 2 para o lote 3.



Figura 37: Evolução do custo em saúde e segurança no trabalho ao longo da produção dos lotes 1, 2 e 3 em estudo. As etapas com maior número de acidentes de trabalho na produção de qualquer dos lotes foram as etapas de barrica e engarrafamento, 1,33 acidentes no lote 1, 0,78 acidentes no lote 2 e 1,25 acidentes no lote 3. Os dias úteis anuais perdidos foram, respetivamente, 24,66, 10,94 e 13,92. As etapas com menor número de acidentes de trabalho na produção de todos os lotes foram as etapas de viticultura e vinificação, totalizando 0 acidentes em qualquer dos lotes.

Na Tabela 17 é possível observar um decréscimo na percentagem de baixas. No entanto, tal como se pode verificar pela observação da Figura 38, este pode não ser um efeito do aumento do investimento na saúde e segurança no trabalho por parte da empresa nas suas instalações, pois apesar da uma diminuição na gravidade dos acidentes ocorridos, não é possível encontrar uma relação direta entre os dois.

Tabela 17: Acidentes de trabalho na produção de cada lote em estudo.

Lote	Nº de acidentes	Nº de dias úteis perdidos	% Baixas
1	1,55	27,36	83,29 %
2	0,90	13,08	66,81 %
3	1,46	18,69	62,35 %

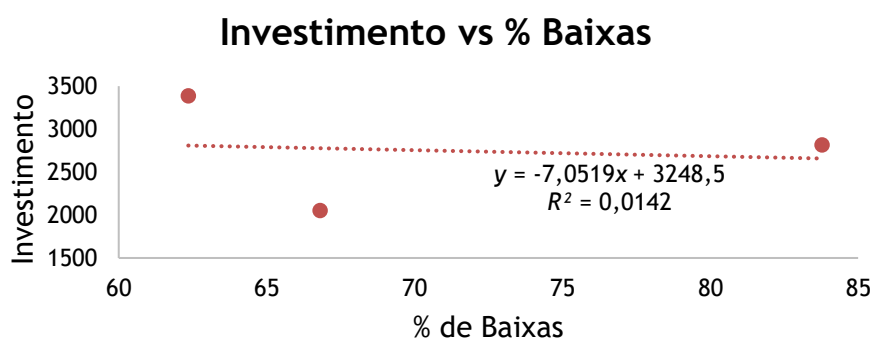


Figura 38: Verificação da existência ou não de uma relação entre a percentagem de baixas e o investimento realizado pela empresa em saúde e segurança no trabalho.

Na Tabela 18 indicam-se as certificações que a Sogrape S.A. possui e os custos associados por unidade funcional produzida de vinho de *terroir*.

Tabela 18: Certificações da Sogrape S.A. e seus custos associados por unidade funcional.

Certificação	Custos (€/UF)
"Produção integrada" referente às vinhas da Sogrape S.A.	0,0869
ISO 9001	0,2068
ISO 14001	0,2068
BRC Food (Segurança Alimentar)	0,1093
IFS - International Food Standard (Segurança Alimentar)	0,1831

As uvas utilizadas na produção do vinho de *terroir* em estudo são de produção própria da Sogrape S.A. No entanto, as garrafas, rolhas e todos os materiais de embalagem são fabricados por fornecedores que possuem fortes e longas ligações com a empresa, numa lógica de parceria de longo prazo. Os fornecedores de máquinas e produtos agrícolas (fertilizantes, fitofármacos, etc.) são normalmente estáveis. Existe uma política de renegociações anuais com os fornecedores de modo a serem definidas as condições comerciais a aplicar.

A Sogrape S.A. está a iniciar o seu projeto estruturado de sustentabilidade. Durante o mês de abril de 2017 ocorreu a consulta a *stakeholders*, incluindo fornecedores de materiais para embalagens, a banca, colaboradores, acionistas, administradores da empresa, os *media*, organizações governamentais relevantes como por exemplo os institutos reguladores e comissões vitivinícolas, diversas ONGs, clientes e autoridades locais como, por exemplo, Câmaras Municipais.

Assim, o projeto de sustentabilidade iniciou-se em 2017 e está previsto que o 1º Relatório de Sustentabilidade da empresa seja emitido em 2018, não havendo indicação de qual será a periodicidade da emissão do documento nos anos seguintes. De notar, também, que formalmente existe um Manual da Qualidade e Ambiente, sendo que este contém todas as práticas e processos documentados.

4.3 Indicadores Culturais

As medidas de proteção patrimonial referem-se à recuperação e manutenção de pombais, apiários e muros. Os custos associados a estas práticas por UF encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19: Custo por unidade funcional das medidas de proteção patrimonial.

Anos	Total (€/UF)
2010	0,0194
2011	0,0121
2012	0,0287

As medidas de proteção ambiental encontram-se descritas na Tabela 20, bem como, os custos associados.

Tabela 20: Custo por unidade funcional das medidas de proteção ambiental.

Anos	Cortar Erva (€/UF)	Limpar Linhas (€/UF)	Limpar Taludes (€/UF)	Total (€/UF)
2010	0,0027	0	0	0,0027
2011	0,0104	0,0399	0,0155	0,0274
2012	0,0250	0,0261	0,0040	0,0301

Como medidas de proteção da biodiversidade a Sogrape tem a preocupação de utilizar adubos, fertilizantes, herbicidas e fungicidas que interfiram o mínimo possível com a biodiversidade, tendo estes têm um custo superior a outros produtos disponíveis no mercado. No entanto, no decorrer da realização deste estudo não foi possível apurar os seus custos, nem confirmar esta afirmação.

Verifica-se, no entanto, uma de diminuição do uso de fitoquímicos ao longo dos anos estudados, como se observa na Figura 39.

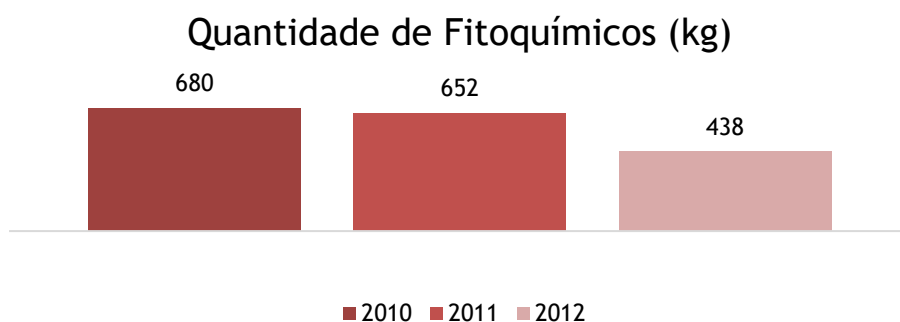


Figura 39: Evolução da quantidade de fertilizantes utilizados no cultivo das uvas para produção do vinho de *terroir*.

O vinho de *terroir* em estudo é certificado como vinho DO pelo IVDP (Instituto dos Vinhos da Douro e Porto) e os custos associados à manutenção deste selo por UF serão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Custos por unidade funcional do selo DO nos anos de 2013, 2014 e 2015.

Anos	Custos associados obtenção selo DO (€/UF)
2013	0,0244
2014	0,0241
2015	0,0778

Para os lotes estudados (colheita em 2010, 2011 e 2012 e venda em 2013, 2014 e 2015), os custos realizados com estes indicadores encontram-se descritos na Tabela 22. Após a análise dos dados recolhidos é possível verificar que os indicadores culturais, representam um custo de 0,0822 € por unidade funcional em média.

Tabela 22: Custos totais dos indicadores culturais.

Lote	Custos Totais (€/UF)
1	0,0466
2	0,0636
3	0,1365

Em seguida apresenta-se a Figura 40, onde é possível observar a comparação entre os custos totais com os indicadores culturais e o volume de exportação que está intrinsecamente ligado aos lucros obtidos com a venda do vinho de *terroir* em estudo.

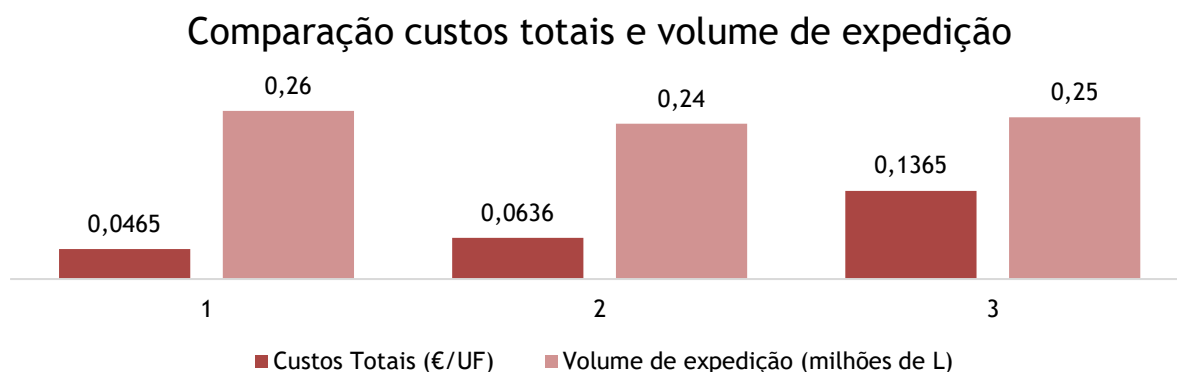


Figura 40: Comparação da evolução dos custos (€) efetuados com indicadores culturais e o volume de expedições em milhões de L.

De modo a avaliar a influência do investimento em indicadores culturais no volume de expedições compararam-se os valores na Figura 41. É possível verificar que não existe qualquer relação entre as duas variáveis. De notar que, tendo apenas três pontos, a correlação não é a mais fiável, necessitando de mais pontos para que se possa tirar conclusões mais gerais.

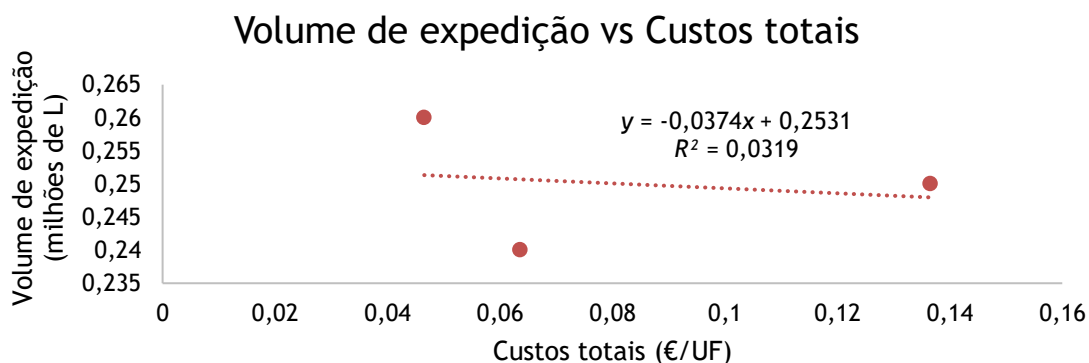


Figura 41: Distribuição do volume expedido de vinho de *terroir* com o custo total com indicadores culturais.

Questionou-se a empresa e concluiu-se que não existiram eventos relacionados com o vinho em estudo, como a participação em festas locais ou o patrocínio destas, e que também não se realizaram atividades com convite à população geral para a pisa da uva ou a colheita. Questionou-se e constatou-se que não existiram atividades de enoturismo associadas ao vinho em estudo como museus, restaurantes ou hotéis.

5 Conclusões

Tendo em conta os resultados obtidos apresentam-se de seguida as conclusões relativas à pegada hídrica e de carbono, bem como, uma análise a indicadores sociais, culturais e económicos inerentes às etapas de produção de um vinho tinto de *terroir* fabricado inteiramente pela Sogrape Vinhos S.A.

A pegada de carbono obtida foi de 3,52 kgCO₂eq/UF. Verificou-se que a etapa com maior impacto foi a de expedição, correspondendo a 34 % da pegada de carbono total, e a etapa de viticultura foi a que menos contribuiu, assumindo um valor negativo e diminuindo o valor total em cerca de 43 %. O valor da pegada de carbono global é superior aos encontrados na literatura, muito devido à etapa de expedição, pois quando a comparação é feita apenas com as outras etapas, a concordância é melhor. Encontrou-se uma relação entre o volume expedido e a pegada de carbono, sendo, no entanto, necessários mais dados para confirmar e mesmo generalizar esta relação. Quanto à análise baseada no Protocolo das Emissões de Gases com Efeito de Estufa para Vinho, concluiu-se que o Âmbito 2 e 3, relativos a emissões indiretas, foram os que mais contribuíram para a pegada de carbono. Na literatura ainda não estão publicados estudos que utilizem este protocolo. Por isso, este estudo pode ser considerado um contributo para o estado de arte do tema.

A pegada hídrica encontrada foi de 481,4 L/UF, estando de acordo com os valores encontrados na literatura. As percentagens de pegada hídrica cinzenta, verde e azul são 10 %, 55 % e 35 %, respetivamente. A pegada hídrica azul deve-se essencialmente (58 %) aos produtos e materiais utilizados e a pegada hídrica verde deve-se fundamentalmente à precipitação (69 %). A etapa que mais contribuiu para o valor da pegada hídrica foi a etapa de viticultura, correspondendo a 71 % da pegada hídrica total. Nenhuma correlação foi encontrada entre a pegada hídrica e os consumos ou a precipitação. Uma relação interessante foi encontrada entre a produtividade e os consumos de água, em particular a diminuição do consumo de água aumenta o valor da produtividade. No entanto, esta relação não possui dados suficientes para ser robusta, sendo meramente indicativa.

Como aspetos sociais fez-se uma caracterização da Sogrape S.A. identificando a organização e a estrutura governamental da empresa, bem como, a escala de operação. O volume de expedição do vinho de *terroir* manteve-se entre 24074 L e 26003 L para os anos de 2013, 2014 e 2015, sendo o mercado europeu o mais significativo, correspondendo a 56 % do total das exportações, e o mercado português o mais influente, contabilizando 87 % do total europeu. Considera-se que não existe discriminação de género, pois o tipo de contratos oferecido é similar para ambos os géneros. A taxa de rotatividade de trabalhadores é bastante baixa (entre 2 % e 4,77 %) o que indica que a Sogrape S.A. é uma empresa com um ambiente de trabalho favorável à manutenção

de colaboradores. Houve um aumento no investimento em saúde e segurança no trabalho e, apesar da diminuição da percentagem de baixas por acidente, não foi possível encontrar uma correlação entre os dois. No total, a Sogrape S.A. fez um investimento anual de 0,79 €/UF em certificações. A relação com *stakeholders* e fornecedores foi considerada boa. Está previsto o lançamento do 1º relatório de sustentabilidade em 2018, sem indicação, ainda, da sua periodicidade de emissão.

Em média os indicadores culturais analisados representaram um custo anual de 0,08 €/UF e contabilizaram as medidas de proteção patrimonial, ambiental e a obtenção do selo de Denominação de Origem. Como medida de proteção da biodiversidade observou-se uma diminuição na quantidade utilizada de fitoquímicos. Verificou-se que não existia qualquer correlação entre este investimento e o volume de expedição, sendo necessários, no entanto, mais dados para que se possa avaliar melhor este parâmetro. A empresa não participou nem patrocinou quaisquer eventos ou atividades associadas ao vinho em estudo.

Em suma, considera-se que este estudo permite à empresa ter um conhecimento maior acerca deste produto no que diz respeito ao seu impacto ambiental, social e cultural. Considera-se, igualmente, que servirá também como um bom contributo para o estado de arte do tema.

5.1 Objetivos Realizados

Um dos objetivos prendia-se com a realização de uma avaliação da pegada hídrica e de carbono de um vinho tinto de *terroir* produzido pela Sogrape S.A., com produção anual média de 25389 L, que foi concluído com sucesso. O outro objetivo era a análise de aspetos económicos, sociais e culturais associados à produção deste vinho que também foi alcançado.

5.2 Limitações e Trabalho Futuro

Como limitações na concretização deste estudo indicam-se a demora no envio de alguns dados, para a qual a solução seria a hipótese de realizar o trabalho no local físico da empresa de modo a contactar de uma forma mais próxima com os colaboradores, e os fatores de emissão de carbono e de consumos hídricos dos produtos estarem muito limitados à informação existente na literatura, o que influencia os resultados a apresentar e para os quais apenas haverá solução quando os produtores passarem a emitir declarações de emissão. No futuro considera-se relevante uma análise, semelhante a esta, aos restantes produtos da empresa, de modo a que se possam estabelecer comparações entre eles, bem como uma análise global à empresa (organização). Do mesmo modo, considera-se essencial haver uma atualização dos resultados obtidos quando mais informações relativas aos fatores de emissão e de consumos hídricos dos produtos estiverem disponíveis.

6 Referências

- ADVID (2017). *Evolução do Clima na RDD - Estação meteorológica da Vilariaça*. Acedido em 19 de abril de 2017 em <http://www.advid.pt/boletins?page=3&>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2008). *FAO Irrigation and Drainage Paper - Crop Evapotranspirations*. European Journal of Agronomy 56, pp.280.
- Araújo, A. R. (2016). *Avaliação da Sustentabilidade dos Vinhos Portugueses: Vinho de Marca vs. Vinho de "Terroir"*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Química. Faculdade de engenharia da Universidade do Porto.
- Bartocci, P., Fantozzi, P., & Fantozzi, F. (2017). *Environmental impact of Sagrantino and Grechetto grapes cultivation for wine and vinegar production in central Italy*. Journal of Cleaner Production 140, 569-580. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.090>
- Benedetto, G. (2013). *The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle Assessment*. Wine Economics and Policy 2(1), 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2013.05.003>
- Bonamente, E., Scrucca, F., Asdrubali, F., Cotana, F., & Presciutti, A. (2015). *The Water Footprint of the Wine Industry: Implementation of an Assessment Methodology and Application to a Case Study*. Sustainability 7(9), 12190-12208. <https://doi.org/10.3390/su70912190>
- Bonamente, E., Scrucca, F., Rinaldi, S., Merico, M. C., Asdrubali, F., & Lamastra, L. (2016). *Environmental impact of an Italian wine bottle: Carbon and water footprint assessment*. Science of the Total Environment 560-561, 274-283. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.026>
- Brunori, E., Farina, R., & Biasi, R. (2016). *Sustainable viticulture: The carbon-sink function of the vineyard agro-ecosystem*. Agriculture, Ecosystems and Environment 223, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.012>
- Caldas, J., & Rebelo, J. (2013). *Portuguese wine ratings: An old product a new assessment*. Wine Economics and Policy 2(2), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2013.11.004>
- Carbon Trust (2012). *Carbon footprinting - Management guide*. Carbon Trust, 1 - 20. https://www.carbontrust.com/media/44869/j7912_ctv043_carbon_footprinting_aw_interactive.pdf
- Climaco, P., Silva, J., Laureano, O., & Tonietto, J. (2012). *O clima vitícola das principais regiões produtoras de uvas para vinho de Portugal*, 315-357. https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5962/1/REP-Clima_viticola-portugal.pdf
- Cordano, M., Marshall, R. S., & Silverman, M. (2010). *How do small and medium enterprises Go "Green"? A study of environmental management programs in the U.S. wine industry*. Journal of Business Ethics 92(3), 463-478. <https://doi.org/10.1007/s10551-009-0168-z>
- Corticeira Amorim (2008). *Evaluation of the environmental impacts of Cork Stoppers versus Aluminium and Plastic Closures*. Price Water House Coopers, 1-126.
- Distância 24 (2017). *Calcular Distâncias....* Acedido a 26 de junho de 2017 em

<http://pt.distancia24.org/>

- Ene, S. A., Teodosiu, C., Robu, B., & Volf, I. (2013). *Water footprint assessment in the winemaking industry: A case study for a Romanian medium size production plant*. Journal of Cleaner Production 43, 122-135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.051>
- FIVS (2008). *International Wine Carbon Calculator Protocol*. Versão 1.2. Federation Internationale des Vins et Spiritueux. <http://www.wineinstitute.org/files/International%20WineCarbon%20Calculator%20Protocol%20V1.2.pdf>
- FIVS (2010). *About*. Acedido a 30 de maio de 2017 em <https://fivs.org/wm/about.htm>
- FIVS (2016). *International Wine Greenhouse Gas Protocol*. Acedido a 6 maio de 2017 em <http://www.wineinstitute.org/ghgprotocol>.
- Flint, D. J., & Golicic, S. L. (2009). *Searching for competitive advantage through sustainability*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 39(10), 841-860. <https://doi.org/10.1108/09600030911011441>
- Forbes, S. L., Cohen, D. A., Cullen, R., Wratten, S. D., & Fountain, J. (2009). *Consumer attitudes regarding environmentally sustainable wine: an exploratory study of the New Zealand marketplace*. Journal of Cleaner Production 17(13), 1195-1199. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.008>
- Frischknecht, R., Jungbluth, N., Althaus, H.-J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., Spielmann, M. (2005). *The ecoinvent Database: Overview and Methodological Framework*. The International Journal of Life Cycle Assessment 10(1), 3-9. <https://doi.org/10.1065/lca2004.10.181.1>
- Gerling, C. (2015). *Environmentally Sustainable Viticulture: Practices and Practicality, I*. Apple Academic Press, Oakville, Canada.
- Global Reporting Initiative (2015). *G4 Sustainability Reporting Guidelines*. Acedido a 7 de abril de 2017 em <https://www.globalreporting.org/resource/library/GRIG4-Part1-Reporting-Principles-and-Standard-Disclosures.pdf>
- Herath, I., Green, S., Singh, R., Horne, D., Van Der Zijpp, S., & Clothier, B. (2013). *Water footprinting of agricultural products: A hydrological assessment for the water footprint of New Zealand's wines*. Journal of Cleaner Production 41, 232-243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.024>
- Herath, I. K. (2013). *The water footprint of agricultural products in New Zealand: The impact of primary production on water resources*. Dissertação de Doutoramento em Filosofia. Institute of agriculture and Environment Massey University. https://muir.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/4520/02_whole.pdf
- Heyns, E., Herbst, F., & Bruwer, J. (2014). *The relevance and acceptance of green wines in South Africa: some marketing insights*. Journal of Wine Research 25(4), 243-264. <https://doi.org/10.1080/09571264.2014.961597>
- Hoekstra, A. Y. (2003). *Virtual Water Trade. Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water* 12(12), 1-244. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aladaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *Manual de Avaliação da Pegada Hídrica - Estabelecendo o Padrão Global*. Water Footprint Network.

- <http://ayhoekstra.nl/pubs/Hoekstra-et-al-2013-ManualDeAvaliacaoDaPegadaHidrica.pdf>
- InfoVini (2009). *Glossário*. Acedido a 17 de abril de 2017 em <http://www.infovini.com/pagina.php?page=7&codNode=18640&letra=V#tab21>
- ISO 14040 (2008). *Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e enquadramento*. International Organization for Standardization
- IVV (2016). *Vendas no Mercado Nacional - Janeiro a Setembro 2016*. http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/606/?newsId=8566&fileName=Mercado_nacional_JanSet_2016_VF.pdf
- IVV (2017). *Produção*. Acedido a 3 de abril de 2017 em <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/36/>
- Johnson, H. (2006). *The Story of Wine*. Mitchell-Beazley Drink, London.
- Jungbluth, N., Frischknecht, R., Althaus, H.-J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., Wernet, G. (2007). Overview and Methodology. Ecoinvent report No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- Lombardi, P., Dal Bianco, A., Freda, R., Caracciolo, F., & Cembalo, L. (2016). Development and trade competitiveness of the European wine sector: A gravity analysis of intra-EU flows. *Wine Economics and Policy*, 5(1), 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2015.12.002>
- Machado, S. (2015). *Quantificação da Capacidade Antioxidante e Compostos Fenólicos em Resíduos Vitícolas por Espectroscopia de Infravermelho Próximo*. Dissertação do 2º ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre em Controlo de Qualidade. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/80790/2/36787.pdf>
- Morgado, A. (2016). *Avaliação da Sustentabilidade de um Vinho Português: Viticultura, Aspectos Económicos, Sociais e Culturais*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Química. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Morrison, A., & Rabelotti, R. (2017). *Gradual catch up and enduring leadership in the global wine industry*. *Research Policy* 46(2), 417-430. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.09.007>
- Navarro, A., Puig, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2017). *Product vs corporate carbon footprint: Some methodological issues. A case study and review on the wine sector*. *Science of the Total Environment* 581-582, 722-733. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.190>
- Neto, B., Dias, A. C., & Machado, M. (2013). *Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: From viticulture to distribution*. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18(3), 590-602. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0518-4>
- OIV (2008). *Guidelines for Sustainable Vitiviniculture: Production, Processing and Packaging of Products*, International Organisation of Vine and Wine. <http://www.oiv.int/public/medias/2089/cst-1-2008-en.pdf>
- OIV (2010). *Viticulture resolutions*, International Organisation of Vine and Wine. <http://www.oiv.int/public/medias/379/viti-2010-1-en.pdf>
- OIV (2015). *International Code of Oenological Practices*. OIV Code Sheet - Issue 2015/01 I.1.3-1, International Organisation of Vine and Wine. <http://www.oiv.int/public/medias/3921/e-code-i-31.pdf>

- OIV (2016). *World Vitiviniculture Situation*. OIV Statistical Report on World Vitiviniculture. <http://www.oiv.int/public/medias/5029/world-vitiviniculture-situation-2016.pdf>
- Pereira, M. (2014). *Upgrading tradition: is there evidence of sectorial upgrading in the Portuguese wine industry?* Master Dissertation in International Economics and Management. Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Pina, L. A. B. de, Dias, A. C., Neto, B., Arroja, L., & Quinteiro, P. (2011). *The Water Footprint of Wine Production in Portugal: A Case Study on Vinho Verde*. Poster em Conferência Internacional. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/55964>
- Point, E., Tyedmers, P., & Naugler, C. (2012). *Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada*. Journal of Cleaner Production 27, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.035>
- Pullman, M. E., Maloni, M. J., & Dillard, J. (2010). *Sustainability Practices in Food Supply Chains: How is Wine Different?* Journal of Wine Research 21(1), 35-56. <https://doi.org/10.1080/09571264.2010.495853>
- Rinaldi, S., Bonamente, E., Scrucca, F., Merico, M., Asdrubali, F., & Cotana, F. (2016). *Water and Carbon Footprint of Wine: Methodology Review and Application to a Case Study*. Sustainability 8(7), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su8070621>
- Rugani, B., Vázquez-Rowe, I., Benedetto, G., & Benetto, E. (2013). *A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector*. Journal of Cleaner Production 54, 61-77. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.036>
- Santini, C., Cavicchi, A., & Casini, L. (2013). *Sustainability in the wine industry: key questions and research trends*. Agricultural and Food Economics 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/2193-7532-1-9>
- Signori, P., Flint, D. J., & Golicic, S. L. (2017). *Constrained innovation on sustainability in the global wine industry*. Journal of Wine Research 28(2), 1-20. <https://doi.org/10.1080/09571264.2017.1302413>
- Sogrape Vinhos. (2017). *A Sogrape Vinhos*. Acedido a 10 de março de 2017 em <https://www.sograpevinhos.com/sogrape/historia>
- Soleas, G. J., Diamandis, E. P., & Goldberg, D. M. (1997). *Wine as a biological fluid: History, production, and role in disease prevention*. Journal of Clinical Laboratory Analysis 11(5), 287-313. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2825\(1997\)11:5<287::AID-JCLA6>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2825(1997)11:5<287::AID-JCLA6>3.0.CO;2-4)
- Steenwerth, K. L., Strong, E. B., Greenhut, R. F., Williams, L., & Kendall, A. (2015). *Life cycle greenhouse gas, energy, and water assessment of wine grape production in California*. The International Journal of Life Cycle Assessment 20(9), 1243-1253. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0935-2>
- The Australian Wine Research Institute. (2017). *Carbon Calculator*. http://www.awri.com.au/industry_support/entwine/carbon-calculator/
- Vázquez-Rowe, I., Rugani, B., & Benetto, E. (2013). *Tapping carbon footprint variations in the European wine sector*. Journal of Cleaner Production 43, 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.036>
- Villanueva-rey, P., Vázquez-rowe, I., & Moreira, M. T. (2014). *The Use of Carbon Footprint in the Wine Sector: Methodological Assumptions*. EcoProduction 2, 269-298.

<https://doi.org/10.1007/978-981-4585-75-0>

Wine Institute (2016). *Statistics*. <http://www.wineinstitute.org/resources/statistics>

Wine Spectator (2014). *Is Portugal the Most Exciting Wine Place on the Planet Today?*
<http://www.winespectator.com/webfeature/show/id/49719>

Wines of Portugal (2010). *Regiões Vitivinícolas*. Acedido a 5 de abril de 2017 em
<http://www.winesofportugal.info/pagina.php?codNode=18012>

WineSkills. (2011). *Vineyard Sustainability, Report One*.
[http://www.wineskills.co.uk/sites/default/files/reports/Sustainable Production Report - Richard Smart.pdf](http://www.wineskills.co.uk/sites/default/files/reports/Sustainable%20Production%20Report%20-%20Richard%20Smart.pdf)

Anexo 1 Dados de Produção

Viticultura	Uvas Total (kg)	Uvas para o <i>Terroir</i> (kg)	Composto (kg)	Litros produzidos	Perdas (L)
2010	686760	35200	1056	23738	1870
2011	614060	62900	1887	39588	6171,75
2012	463470	19500	585	12842	1344,25

Para o cálculo do composto considerou-se equivalente a 3 % da quantidade de uvas total.

Vinificação	Vinho Vinificado Total (L)	Vinho <i>Terroir</i> Vinificado (L)
2010	1595791	23738
2011	1457959	39588
2012	982461	12842

Barrica	Vinho em Barrica Total (L)	Vinho <i>Terroir</i> em Barrica (L)
2010-2012	293805	23738
2011-2013	314541	39588
2012-2014	307153	12842

Engarraçamento	Vinho Engarrafado Total (L)	Vinho <i>Terroir</i> Engarrafado (L)
2012	13967698	23738
2013	13686542	39588
2014	12396482	12842

Armazenamento	Vinho Armazenado Total (L)	Vinho <i>Terroir</i> Armazenado (L)
2012	2860629	23738
2013	2726490	39588
2014	2633661	12842

Finalização	Vinho Finalizado Total (L)	Vinho <i>Terroir</i> Finalizado (L)
2013	3369794	23738
2014	4741400	39588
2015	4563529	12842

Expedição	Vinho <i>Terroir</i> Expedido (L)
2013	26003
2014	24073
2015	24592

Cálculo do Fator de Alocação:

Ex.: Viticultura

$$\text{Fator de alocação} = \frac{\text{Média dos 3 anos do total de uvas produzidas}}{\text{Média dos 3 anos do total de uvas usadas na produção do vinho terroir}}$$

Para as restantes etapas procedeu-se de modo equivalente.

Etapas	Fator de Alocação
Viticultura	0,0667
Vinificação	0,0189
Barrica	0,0189
Engarrafamento	0,0019
Armazenamento	0,0093
Finalização	0,0060
Expedição	n. a.

Anexo 2 Cálculos para obtenção de resultados

2.1 Indicadores Ambientais

Exemplo de cálculo da pegada de carbono de um produto tendo a quantidade e o fator de emissão por unidade funcional:

Tipo	Quantidade Total (kg)	Fator de emissão (kgCO ₂ eq/kg)	Quantidade emitida (kgCO ₂ eq)	Quantidade emitida alocada (kgCO ₂ eq)	Quantidade por UF (kgCO ₂ eq/UF)
Ácido Tartárico	2173,1	2	4346,18	82,02	0,0026

$Quantidade\ emitida = Quantidade\ total \times Fator\ de\ emissão$

$Quantidade\ emitida\ alocada = Quantidade\ emitida \times fator\ de\ alocação$, neste caso o fator de alocação é igual a 0,0189

$Quantidade\ por\ UF = \frac{Quantidade\ emitida\ alocada}{Litros\ produzidos} \times unidade\ funcional$, neste caso os litros produzidos foram de 23738 L e a unidade funcional é de 0,75 L

O cálculo da pegada hídrica de um produto segue os passos descritos anteriormente utilizando o fator de emissão e L de água por kg.

Exemplo de cálculo da pegada de carbono de transporte tendo a quantidade a transportar e o fator de emissão por unidade funcional:

Tipo	Quantidade (ton)	Distância (km)	Nº viagens	Fator de emissão (kgCO ₂ eq·ton ⁻¹ ·km ⁻¹)	Quantidade emitida alocada por UF (kgCO ₂ eq/UF)
Camião 32 ton	1595,79	230	50	0,121	1,320

$Quantidade\ emitida\ alocada\ por\ UF =$

$\frac{Fator\ de\ emissão \times Distância \times Nº\ viagens \times Quantidade \times Fator\ de\ alocação}{Litros\ produzidos} \times unidade\ funcional$, neste

caso os litros produzidos foram de 23738 L, o fator de alocação de 0,0189 e a unidade funcional é de 0,75 L

Exemplo de cálculo da pegada de carbono das águas residuais:

$$Quantidade\ emitida\left(\frac{kgCO_2eq}{UF}\right) = \frac{Q \times CQO \times Ef \times FC_{CO_2} \times [(1 - FC_{CH_4}) \times (1 - \lambda)] \times fator\ de\ alocação}{Litros\ produzidos} \times$$

unidade funcional, em que Q é o caudal do efluente, CQO é a carência química de oxigénio do efluente, Ef é a eficiência do tratamento e é calculada pelo quociente entre a CQO final e a inicial, FC_{CO_2} é o fator de conversão máxima para a geração de CO_2 igual a 1,375, FC_{CH_4} é o fator de conversão máxima para a geração de CH_4 que neste caso assume valor 0 por se tratar de um tratamento num sistema de lamas ativadas e λ representa a produção de biomassa e, neste caso, assume valor 0,65.

Exemplo de cálculo da pegada hídrica de um consumo por unidade funcional:

Tipo	Consumo total (L)	Consumo alocado (L)	PH_A (L/UF)
Ácido Tartárico	719000	13568,4	0,4287

$Consumo\ alocado = Consumo\ total \times fator\ de\ alocação$, em que fator de alocação, neste caso, é igual a 0,0189

$PH_A = \frac{Consumo\ alocado}{Litros\ produzidos} \times unidade\ funcional$, neste caso litros produzidos é igual a 23738 e a unidade funcional é de 0,75 L.

Exemplo de cálculo da quantidade de Diesel para transportar 13967,698 ton de vinho:

Tipo	Média (Camião 32 ton) (L/km)	Nº Viagens	Distância (km)	Quantidade (L)
Diesel	0,35	436,5	12	1876,2

$$N^{\circ}\ viagens = \frac{Volume\ a\ transportar}{Volume\ da\ carga\ do\ camião} = \frac{13967,698}{32}$$

$Quantidade = Média \times N^{\circ}\ viagens \times Distância$, em seguida esta quantidade deve ser alocada ao vinho em questão, neste caso multiplicando por 0,0019.

2.2 Indicadores culturais

Exemplo de cálculo de custo por unidade funcional (0,75 L) tendo um custo total:

Anos	Custos (€)	Litros produzidos	€/L	€/UF
2013	773,3475	23738	0,0326	0,0244
2014	1271,9050	39588	0,0321	0,0241
2015	1331,5770	12842	0,1037	0,0778

Neste caso é utilizada a equação seguinte:

$$€/UF = \frac{Custos}{L\ produzidos} \times 0,75$$

Exemplo de cálculo de custo por unidade funcional tendo um custo total e um fator de alocação:

Fator de Alocação: 0,067

Anos	Cortar Erva Total (€)	Cortar Erva Alocado (€)	Litros produzidos	€/UF
2010	1289	85,9192	23738	0,0027
2011	8217	547,7100	39588	0,0104
2012	6428	428,4629	12842	0,0250

Neste caso utiliza-se a equação seguinte:

$$\text{€/UF} = \frac{\text{Cortar Erva Total} \times \text{Fator de Alocação}}{L \text{ produzidos}} \times 0,75$$