

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E AMBIENTE



Revisão Bibliográfica da Pegada Carbónica e Hídrica de Vinhos

Mariana Sofia de Jesus Corda

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Dissertação orientada por:
Prof.^a Doutora Carla Alexandra Monteiro da Silva

2021

Agradecimentos

Em primeiro lugar, a pessoa mais importante e que me tornou o que sou hoje, gostaria de agradecer à minha mãe, sem ela não poderia ter chegado onde cheguei. Todo o esforço, sacrifício, paciência e educação ao longo destes anos. Ao meu irmão, por tudo o que já conquistou e pelas suas grandes capacidades e inteligência, motivando-me para dar sempre o meu melhor.

À professora Carla Silva por toda a ajuda, disponibilização e empenho no decorrer da realização desta dissertação. A motivação ao longo do desenvolvimento foi fundamental.

A todos os amigos, que tive a oportunidade de conhecer durante estes anos de faculdade e me ajudaram e estiveram presentes sempre quando precisei, em especial Catarina, Mariana e Rita. Também aos amigos de longa data que sempre me apoiaram e fizeram parte deste percurso.

Por fim, à Faculdade de Ciências durante estes 5 anos, todas as experiências e aprendizagem ao longo de todo o percurso académico.

Resumo

No contexto dos objetivos de desenvolvimento sustentável, a sustentabilidade é cada vez mais importante em todos os sectores económicos, em particular, na indústria do vinho de forma a diminuir as suas emissões de gases com efeito de estufa e o consumo de água. A análise do ciclo de vida (LCA – *Life Cycle Assessment*) do vinho (produto) é uma metodologia essencial para identificar os processos que necessitam de otimização, desde a viticultura e vinificação ao embalamento, distribuição, consumo e tratamento de resíduos e fim de vida da garrafa.

Se a LCA for realizada de acordo com as mesmas fronteiras (cultivo da uva, ou cultivo + adega, ou cultivo + adega + transporte, ou cultivo + adega + transporte + embalamento, ou cultivo + adega + embalamento + distribuição + uso + fim-de-vida, etc), unidade funcional (tipicamente 1 L de vinho ou uma garrafa de vinho de 0,75L), e as mesmas bases de dados de fatores de emissão ($\text{gCO}_{2\text{eq}}$ /unidade de input), poder-se-á comparar o desempenho ambiental de várias produtoras e eventualmente construir um *benchmarking* para guiar as produtoras no tema de sustentabilidade.

Nesta dissertação foram analisados 39 estudos referentes à pegada carbónica e outros impactes ambientais e 19 estudos referentes à pegada hídrica. Nestes estudos foi possível identificar qual a categoria de impacte mais estudada, reunir os focos que mais contribuem para as emissões com efeito de estufa, de acordo com as diferentes fronteiras, e avaliar a dispersão dos valores para auxílio a estabelecimento de um *benchmarking*. Na viticultura, a aplicação de fertilizantes e a queima de combustível nos tratores (diesel) e na fase de produção de materiais, a produção de vidro (embalamento), são tipicamente os processos com maior impacte. Foi realizada a comparação entre os diferentes estudos, discutindo aqueles que apresentavam resultados muito acima ou abaixo dos restantes (*outliers*).

O mesmo método foi realizado para a pegada hídrica, sendo que a pegada verde, a maior contribuidora, consiste na água da chuva, algo que depende da localização das diferentes vinhas e não é possível alterar. A divisão por fases do consumo de água não foi possível, devido à falta de detalhe dos estudos reunidos. No entanto, podemos concluir que para a pegada azul o maior consumo é proveniente do embalamento, na pegada verde na área de cultivo da uva e por fim, para a pegada cinzenta novamente no embalamento. Os resultados obtidos de acordo com as diferentes fronteiras nem sempre se encontravam próximos uns dos outros destacando esses estudos fora dos limites habituais.

Assim, esta dissertação vai facilitar a criação de um *benchmarking* e conseqüentemente medidas de diminuição das emissões e uso de água de forma a tornar a produção do vinho mais sustentável. O valor mais baixo encontrado de $\text{kg de CO}_{2\text{eq}}$ /garrafa foi de 0,06 e o mais elevado de 3,22, definindo um valor de *benchmarking* de 1 $\text{kg de CO}_{2\text{eq}}$ /garrafa para a fronteira mais comum, que se inicia na plantação da uva e termina no embalamento. Para o consumo de água azul os seus valores, mais alto e baixo são de 0,15 e 184 L/garrafa, respetivamente e para a água cinzenta 0,11 e 733 L/garrafa. O valor de *benchmarking* foi de 135 L/garrafa excluindo a pegada verde porque é dependente do clima, localização. A fase do ciclo de vida que mais contribui para os valores altos são: o uso no caso da pegada carbónica e o cultivo no caso da pegada hídrica.

Palavras-chave: sustentabilidade, *benchmarking*, $\text{CO}_{2\text{eq}}$, escassez de água

Abstract

In the context of sustainable development goals, sustainability is progressively more important in all economic sectors, particularly the wine industry, to reduce their greenhouse gas emissions and water consumption. The life cycle assessment (LCA) of the wine (product) is an essential methodology to identify the processes that need to be optimized, from viticulture to winemaking to packing, distribution, consumption and waste treatment, and end-of-life of the bottle.

If LCA is implemented according to the same boundaries (grape cultivation, or grape cultivation + cellar, grape cultivation + cellar + transportation, or grape cultivation + cellar + transportation + packaging, or grape cultivation + cellar + transportation + packaging + distribution + use + end-of-life, etc), the functional unit (typically 1 L of wine or a 0,75 L bottle of wine) and the same emissions factors database (gCO_{2eq}/input unit), we can compare the environmental performance from several producers and eventually built a benchmarking to guide the producers in the sustainability.

This dissertation analyses 39 studies referring to the carbon footprint and other environmental impacts and 19 studies for the water footprint. In these studies, it was possible to identify the most studied impact category, and the hotspots for the emissions, according to the different boundaries, and assess the dispersion of values to help establish a benchmarking. In the viticulture phase, the application of fertilizers and combustion of fuel for the tractors (diesel) and in the production of materials phase, the production of glass (packaging) are typically the processes with the biggest impact. A comparison was made between the different studies, discussing those that were outliers.

The same method was performed for the water footprint, with the green water being the biggest contributor mainly due to the rainwater that depends on the location of the different vineyards and can't be changed. The division by phases of water consumption was not possible, due to the lack of detail of the studies gathered. However, we can conclude that for the blue footprint the highest consumption comes from the packaging, in the green footprint in the grape growing and finally, for the grey footprint again in the packaging. The results obtained according to the different boundaries were not always close to each other, highlighting those outside the usual limits.

Thus, this dissertation will facilitate the creation of a benchmarking and, consequently, measures to reduce emissions and water use to make wine production more sustainable. The lowest value for kg of CO_{2eq} was 0,06 and the highest was 3,22, defining a benchmarking value of 1 kg of CO_{2eq}/bottle for the boundary from the grape plantation until the packaging, which is the most common. For the blue water consumption its highest and lowest values are 0,15 and 184 L/bottle, respectively, and for grey water 0,11 and 733 L/bottle. The benchmarking value was 135 L/bottle excluding the green footprint because it is dependent on climate, location. The life cycle phases that most contribute to the high values are the use in the case of the carbon footprint and cultivation in the case of the water footprint.

Keywords: sustainability, benchmarking, CO_{2eq}, water scarcity

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo.....	IV
Abstract	V
Índice de Figuras	VII
Índice de Tabelas.....	IX
Abreviaturas	XIV
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivo.....	5
1.3 Estrutura da Tese.....	5
Capítulo 2 - Revisão de Metodologias associadas à pegada carbónica e hídrica.....	6
2.1 Análise do ciclo de vida	6
2.2 Guia do protocolo agrícola das emissões dos gases com efeito de estufa.....	8
2.3 Protocolo internacional da calculadora de carbono do vinho.....	11
2.4 Calculadora australiana	12
2.5 Análise da pegada hídrica.....	13
2.6 <i>Stress-weighted water footprint</i>	15
2.7 Eco-costs	17
Capítulo 3 - Revisão bibliográfica dos estudos da pegada carbónica e hídrica.....	18
Capítulo 4 - Resultados e Discussão	30
4.1 Pegada Carbónica.....	30
4.2 Pegada Hídrica	42
Capítulo 5 - Conclusões	48
Capítulo 6 - Limitações	50
Referências	51
Anexos.....	56
Anexo A	56
Anexo B.....	64

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [2]	1
Figura 1.2 - Percentagem da área anual de vinha por país	2
Figura 1.3 - Percentagem da produção anual de vinho por país.....	3
Figura 1.4 – Adaptado do Programa de Sustentabilidade dos Vinhos de Alentejo (PSVA) [7]	4
Figura 2.1 - Esquema sintetizado da Análise do Ciclo de Vida (LCA) [8].....	6
Figura 2.2 - Fases de Metodologia de LCA [11].....	6
Figura 2.3 - Etapas na Avaliação de Impactos [11].....	8
Figura 2.4 - Emissões de GHG através do setor agrícola [12]	9
Figura 2.5 - Esquematização dos três âmbitos[15] de acordo com o GreenHouse gas protocol.....	10
Figura 2.6 - Fronteiras abrangidas pela calculadora australiana IWCP [18].....	12
Figura 2.7 - Esquematização das componentes da pegada hídrica [20]	13
Figura 2.8 - Fases presentes na análise da pegada hídrica [20].....	14
Figura 2.9 - A pegada hídrica verde e azul em relação à área de captação[20].....	14
Figura 2.10 - Categorização da escassez de água através do WSI [24].....	16
Figura 2.11 – Water Stress Index (WSI) verificado no mundo em 2019[25]	16
Figura 2.12 - Estrutura do cálculo dos Eco-costs relativa a 2017 [27].....	17
Figura 3.1 - Esquematização de todas as fronteiras encontradas na revisão bibliográfica da pegada carbónica	19
Figura 3.2 - Esquematização de todas as fronteiras encontradas na revisão bibliográfica da pegada hídrica.....	20
Figura 3.3 - Fronteira definida para o estudo PEFCR[28], correspondente aos números 24 e 25 da Figura 3.1	22
Figura 3.4 - Fronteira definida para o estudo com maior contribuição de CO _{2eq} [29], correspondente ao número 10 da Figura 3.1.....	23
Figura 3.5 - Fronteira definida para o estudo com menor contribuição de CO ₂ [30], correspondente ao número 22 da Figura 3.1.....	24
Figura 3.6 - Processo de recolha de dados de acordo com a sua fronteira [24], correspondente ao número 3 da Figura 3.2.....	25
Figura 4.1 - Percentagem de número de estudos analisados de acordo com o país	30
Figura 4.2 - Percentagem do número de estudos analisados com mesma fronteira	30
Figura 4.3 - Contribuição em percentagem dos Impactos Ambientais incluídos nos estudos analisados	31
Figura 4.4 - Distribuição das Emissões Totais (GHG) e de Cada Etapa (Viticultura, Vinificação, Produção de Materiais, Distribuição e Uso) de CO _{2eq} /garrafa, o número de estudos está indicado entre parênteses	33
Figura 4.5 - Distribuição das Emissões de Cada Etapa (Transporte, Tratamento de Resíduos e Fim de Vida) de CO _{2eq} /garrafa	34
Figura 4.6 - Contribuição de cada fase na produção de vinho através de valores médios em kg de CO _{2eq} /garrafa	37
Figura 4.7 - Contribuição de cada âmbito na produção de vinho através de valores médios em kg de CO _{2eq} /garrafa	38
Figura 4.8 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação e produção de materiais) de CO _{2eq} /garrafa.....	39
Figura 4.9 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação, produção de materiais, distribuição e transporte) de CO _{2eq} /garrafa	40

Figura 4.10 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação, produção de materiais) de CO _{2eq} /garrafa	41
Figura 4.11 - Percentagem de número de estudos analisados de acordo com o país	42
Figura 4.12 - Percentagem do número de estudos analisados com mesma fronteira	43
Figura 4.13 - Distribuição do consumo de água total e da pegada verde em L/garrafa	44
Figura 4.14 - Distribuição do consumo de água da pegada azul e cinzenta em L/garrafa	44
Figura 4.15 - Contribuição de cada pegada na produção de vinho através de valores médios em L/garrafa	47
Figura A.1 - Excerto da Secção 1 da Calculadora [54]	56
Figura A.2 - Excerto da Secção 3 da Calculadora [54]	57
Figura A.3 - Excerto da Secção 4 da Calculadora [54]	57
Figura A.4 - Excerto da Secção 6 da Calculadora [54]	58
Figura A.5 - Excerto da Secção 7 da Calculadora [54]	59
Figura A.6 - Excerto da Secção 9 da Calculadora [54]	60
Figura A.7- Excerto da Secção 10 da Calculadora [54]	60
Figura A.8- Excerto da Secção 12 da Calculadora [54]	61
Figura A.9 - Excerto da Secção 13 da Calculadora [54]	62
Figura A.10 - Excerto da Secção 14 da Calculadora [54]	63

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Excerto da informação básica relativa ao estudo de Espanha para a pegada carbónica....	26
Tabela 3.2 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada hídrica	26
Tabela 3.3 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha.....	27
Tabela 3.4 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1) de Espanha.....	27
Tabela 3.5 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3) de Espanha	27
Tabela 3.6 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha.....	28
Tabela 3. 7 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália	29
Tabela 3. 8 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália.....	29
Tabela B.1 – Excerto da informação básica relativa aos estudos da Alemanha e Espanha para a pegada carbónica	64
Tabela B.2 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha e França para a pegada carbónica	65
Tabela B.3 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre para a pegada carbónica.....	66
Tabela B.4 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica	67
Tabela B.5 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica	68
Tabela B.6 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica	69
Tabela B.7 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália e Portugal para a pegada carbónica	70
Tabela B.8 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Portugal, UE e Canadá para a pegada carbónica	71
Tabela B.9- Excerto da informação básica relativa aos estudos de EUA, Austrália e Nova Zelândia para a pegada carbónica	72
Tabela B.10 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha e Itália para a pegada hídrica.....	73
Tabela B.11 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada hídrica.....	74
Tabela B. 12 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália, Península Balkan e Hungria para a pegada hídrica.....	75
Tabela B.13 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Hungria, Portugal e Roménia para a pegada hídrica.....	76
Tabela B.14 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Argentina, Chile, Nova Zelândia e Internacional para a pegada hídrica.....	77
Tabela B.15 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Alemanha	78
Tabela B.16 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) da Alemanha	79
Tabela B.17 – Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases da Alemanha	80
Tabela B.18 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Espanha	81

Tabela B.19 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) de diferentes estudos localizados em Espanha.....	82
Tabela B.20 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Espanha	83
Tabela B.21 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Espanha	84
Tabela B.22 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha.....	85
Tabela B.23 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha.....	85
Tabela B.24 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha.....	86
Tabela B.25 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano) de Espanha.....	86
Tabela B.26 - Excerto da informação detalhada (eletricidade, diesel, fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) de Espanha	87
Tabela B.27 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3, distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha.....	88
Tabela B.28 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha.....	88
Tabela B.29 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha.....	89
Tabela B.30 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha.....	89
Tabela B.31 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva) de Espanha e França	90
Tabela B.32 - Excerto da informação detalhada (área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha e França	91
Tabela B.33 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha e França.....	92
Tabela B.34 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha e França.....	92
Tabela B.35 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre.....	93
Tabela B.36 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre	94
Tabela B.37 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre	95
Tabela B.38 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Ilha de Chipre e Itália.....	96
Tabela B.39 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da Ilha de Chipre e Itália	97
Tabela B.40 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Ilha de Chipre e Itália	98
Tabela B.41 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	98
Tabela B.42 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	99

Tabela B.43 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	100
Tabela B.44 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	100
Tabela B.45 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	101
Tabela B.46 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	102
Tabela B.47 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	103
Tabela B.48 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	104
Tabela B.49 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	105
Tabela B.50 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	105
Tabela B.51 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	106
Tabela B.52 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	107
Tabela B.53 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	108
Tabela B. 54 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	109
Tabela B.55 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	110
Tabela B.56 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	110
Tabela B.57 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	111
Tabela B.58 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	112
Tabela B.59 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália.....	112
Tabela B.60 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália	113
Tabela B.61 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália	114
Tabela B.62 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal.....	114
Tabela B.63 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Portugal.....	115
Tabela B.64 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal.....	116
Tabela B.65 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal	117
Tabela B.66 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes e emissões de CO ₂ por garrafa) de Portugal	118

Tabela B.67 - Excerto da informação detalhada (âmbito 1, 2 e 3) de Portugal.....	119
Tabela B.68 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal.....	119
Tabela B.69 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal	120
Tabela B.70 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Portugal.....	121
Tabela B.71 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal.....	122
Tabela B.72 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da União Europeia e EFTA e Canadá.....	122
Tabela B.73 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da União Europeia e EFTA e Canadá	123
Tabela B.74 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da União Europeia e EFTA e Canadá.....	124
Tabela B.75 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) do Canadá	124
Tabela B.76 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) do Canadá.....	125
Tabela B.77 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) do Canadá.....	125
Tabela B.78 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) dos EUA	126
Tabela B.79 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) dos EUA	127
Tabela B.80 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) dos EUA	128
Tabela B.81 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) dos EUA	128
Tabela B.82 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) dos EUA	129
Tabela B.83 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) dos EUA	130
Tabela B.84 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Austrália e Nova Zelândia	130
Tabela B.85 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO ₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da Austrália e Nova Zelândia	131
Tabela B.86 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Austrália e Nova Zelândia	132
Tabela B.87 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Austrália e Nova Zelândia	133
Tabela B.88 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Espanha e Itália	134
Tabela B.89 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Espanha e Itália.....	135
Tabela B.90 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália	136
Tabela B.91 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália.....	137

Tabela B.92 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália e Península Balkan	138
Tabela B.93 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália e Península Balkan	139
Tabela B.94 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) da Hungria e Portugal.....	140
Tabela B.95 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) da Hungria e Portugal	141
Tabela B.96 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Portugal, Roménia, Argentina e Chile.....	142
Tabela B.97 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Portugal, Roménia, Argentina e Chile.....	143
Tabela B.98 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Nova Zelândia e Internacional.....	144
Tabela B.99 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Nova Zelândia e Internacional.....	145

Abreviaturas

CFCs - Clorofluorohidrocarbonetos

CH₄ - Metano

C₂H_{4eq} - Etileno equivalente

CO₂ - Dióxido do Carbono

HFCs - Hidrofluorocarbonetos

HCs - Hidrocarbonetos Clorados

N₂O - Óxido Nitroso

PFCs - Perfluorocarbonetos

PO₄³⁻_{eq} - Fosfato equivalente

SF₆ - Hexafluoreto de Enxofre

SO_{2eq} - Dióxido de Enxofre equivalente

ADP - Abiotic Depletion Potential

AET - Aquatic Ecotoxicity

ALOP - Agricultural Land Occupation

AP - Acidification Potential

C - Carcinogens

CVRA - Comissão Vitivinícola Regional Alentejana

EFTA - European Free Trade Association

EP- Eutrophication Potential

Etox - Ecotoxicity

FAETP - Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential

FE - Freshwater Eutrophication

FSETP - Freshwater Sediment Ecotoxicity Potential

GHG - GreenHouse Gas

GHGA - Greenhouse Gas Accounting

GHGP - GreenHouse Gas Protocol

GWP - Global Warming Potential

HTP - Human Toxicity Potential

IR - Ionizing Inorganics

IRAD - Ionizing Radiation

IWCCP - International Wine Carbon Calculator Protocol

ISO - Internacional Organisation for Standardisation

LC - Land Competition

LCA - Life Cycle Assessement

LCC - *Life Cycle Cost*
LCI - *Life Cycle Inventory*
LCIA - *Life Cycle Impact Assessment*
LUC - *Land Use Change*
MAETP - *Marine Aquatic Ecotoxicity Potential*
ME - *Marine Eutrophication*
MSET - *Marine Sediment Ecotoxicity*
NEP - *Nutrient Enrichment Potential*
NC - *Non-carcinogens*
NGA - *National Greenhouse Accounts*
NGOs - *Non-governmental organizations*
ODP - *Ozono Layer Depletion Potential*
ODS - *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*
OIV - *Organização Internacional do Vinho*
PEF - *Product Environmental Footprint*
PEFCR - *Product Environmental Footprint Category Rules*
POFP - *Photochemical Oxidation Formation Potential*
PSVA - *Programa de Sustentabilidade dos Vinhos de Alentejo*
RI - *Respiratory Inorganics*
RO - *Respiratory Organics*
RAD - *Radioactive Radiation*
TETP - *Terrestrial Ecotoxicity Potential*
WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*
WDP - *Water Depletion*
WFA - *Water Footprint Assessment*
WFN - *Water Footprint Network*
WFC - *Water Footprint Calculator*
WFAs - *Winemakers Federation of Australian*

Capítulo 1- Introdução

1.1 Enquadramento

No âmbito da sustentabilidade, os Estados-Membros das Nações Unidas adotaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015 constituído por 17 objetivos, ver Figura 1.1, com meta até 2030[1]. Estes objetivos pretendem contribuir para o desenvolvimento dos setores da saúde e educação, redução das desigualdades, o crescimento económico, mitigando as mudanças climáticas e preservando o planeta.



Figura 1.1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [2]

Os ODS estão interligados entre si. O ODS1 assenta na pobreza, o fim de todas as formas de pobreza. O crescimento da economia deve ser inclusivo criando empregos sustentáveis de forma a promover a igualdade. Para o ODS2, erradicação da fome, através dos setores da agricultura e da alimentação. O ODS3 foca-se na saúde de qualidade, assegurar que a população mundial tem uma qualidade de vida saudável e promove o bem-estar para todas as idades. De forma a alcançar igualdade de oportunidades, surge o ODS4, educação de qualidade e também o ODS5, a igualdade de género.

Uma das necessidades básicas e essenciais, mas escassa em grande parte da população, é assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água potável e saneamento para todos, estipulado no ODS6. O acesso a energia acessível e renovável, ODS7, tem um papel fundamental para as funções básicas do dia a dia.

Como ODS8, é enunciado que um crescimento económico sustentável e inclusivo requer a criação de condições que permitam à população acesso a empregos de qualidade. O ODS9, construção de infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação contribuindo assim, para um desenvolvimento sustentável.

A redução de desigualdades no interior dos países e entre países é indispensável para alcançar metas, estabelecido pelo ODS10. O aumento da urbanização, exige futuramente que as comunidades e as cidades disponibilizem oportunidades para toda a população, que incluem acesso a serviços básicos, habitação, transporte e energia, de modo a tornarem-se inclusivas, seguras e sustentáveis, como é possível constatar no ODS11.

O ODS12, assegurar que a produção e o consumo se realizem de modo sustentável. O ODS13, alterações climáticas e os seus impactos, que precisam de ser controlados, protegendo assim a vida marinha, ODS14, e a vida terrestre, ODS15.

O ODS16 impulsiona sociedades pacíficas e inclusivas atendendo ao desenvolvimento sustentável, garantir o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, inclusivas e responsáveis a todos os níveis. Para o cumprimento de todos os objetivos, é crucial fortalecer os meios de implementação e incentivar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, ODS17. [3][4]

Dos objetivos anteriormente referidos, é de destacar aqueles que estão diretamente relacionados com a vitivinicultura. Na produção do vinho, acesso a energia renovável, ODS7, vai permitir o aumento da eficiência energética. Este objetivo vai ajudar na redução de emissões no trabalho de campo, produção de eletricidade e transporte, os principais responsáveis. O ODS12, assegurar produção e consumo de forma sustentável e o ODS13, controlo das alterações climáticas. A produção do vinho inclui fases, que produzem emissões de carbono significativas e contribuem para os gases com efeito de estufa. Ainda, o ODS15, os ecossistemas terrestres e a preservação dos mesmos, são necessárias terras cultiváveis, em bom estado, para a implementação das vinhas nos terrenos[5].

As Figuras 1.2 e 1.3 representam as contribuições de área ocupada por vinhas e produção de vinho anual, entre os anos 2016 e 2019, em percentagem, de acordo com a Organização Internacional do Vinho (OIV)[6].

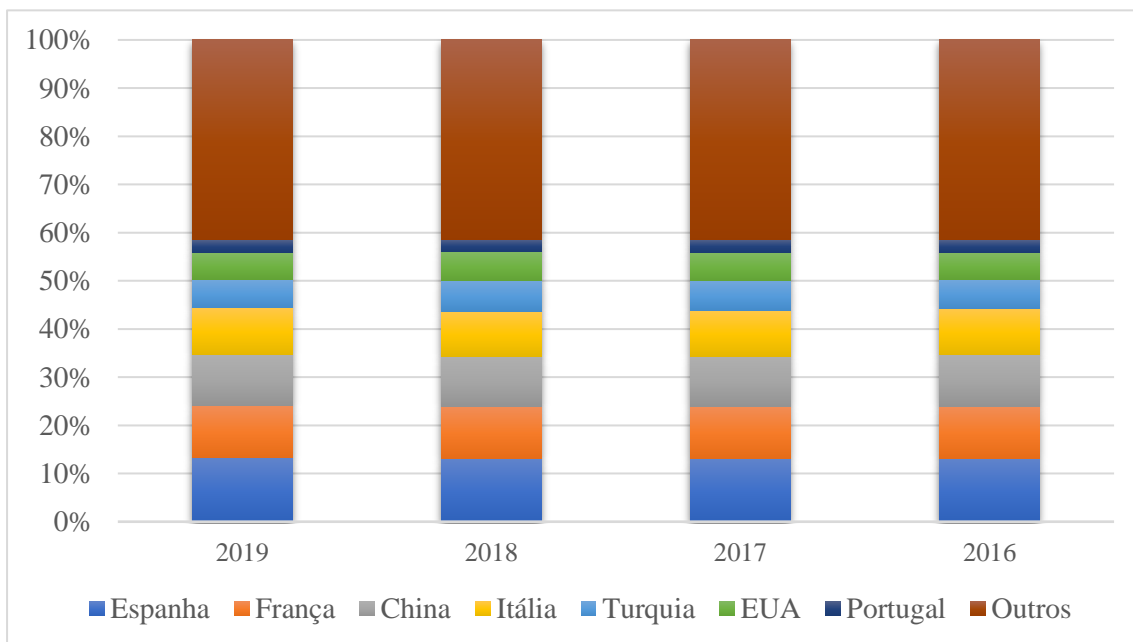


Figura 1.2 - Percentagem da área anual de vinha por país

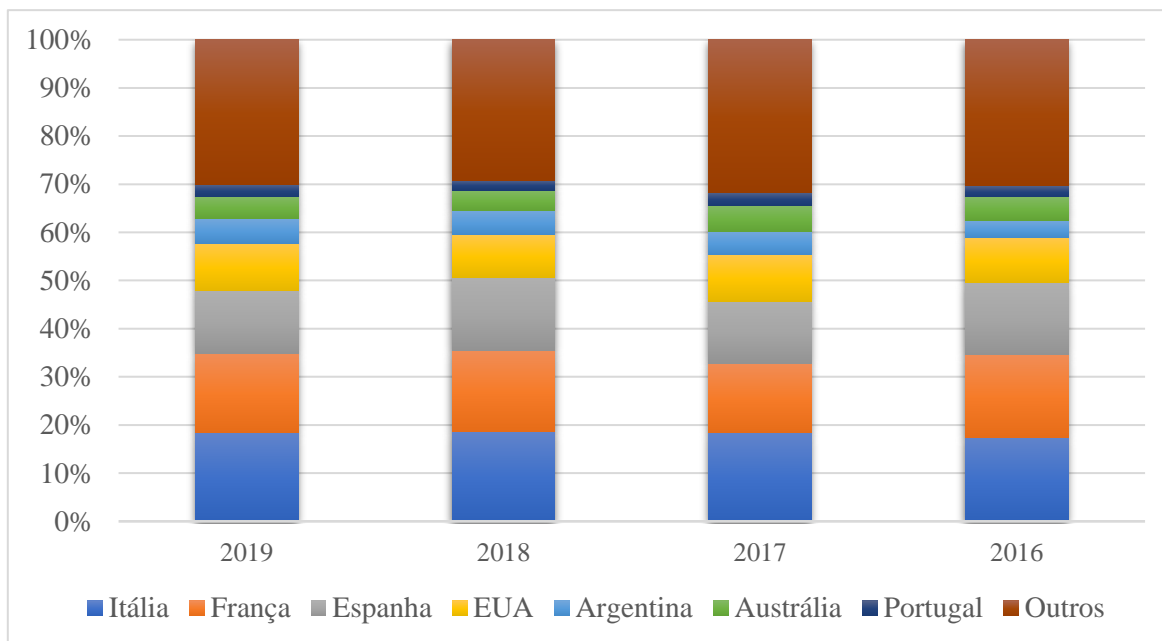


Figura 1.3 - Percentagem da produção anual de vinho por país

É possível verificar que os países com maior área de vinha, não são os maiores produtores de vinho. Relativamente à área total de vinha em 2019, o país que apresenta maior percentagem é a Espanha 13,2%, seguida da França com 10,8%, China 10,6%, Itália 9,71%, Turquia 5,94% e EUA 5,54%. Portugal sendo um país com área muito menor ainda contribui com 2,64% não muito longe dos EUA.

Em relação à Figura 1.3, Itália, o país expectável, é o maior produtor de vinho e contribuiu em 2019 com 18,41%, seguido da França 16,4%, Espanha 13,1%, EUA 9,92%, Argentina 5,04%, Austrália 4,65%. E ainda Portugal com 2,52%, novamente, com pouca margem quando comparado com países com grande área territorial.

Um planeta o mais sustentável é cada vez mais importante, mas ainda há muitos desafios que necessitam de ser ultrapassados. Simultaneamente, o interesse por parte das empresas produtoras e distribuidoras de vinho é crescente, e apesar de regulamentos e/ou legislações restritas, surgem oportunidades futuras que contribuem para a resolução dos problemas de sustentabilidade. Estes obstáculos são reconhecidos por diversas organizações regionais e internacionais por parte do setor da indústria do vinho, auxiliando assim os viticultores e produtores e facilitando o acesso a boas práticas de sustentabilidade.

Com base nos ODS, existem diversos programas e esquemas de certificação, maioritariamente a níveis regional e nacional, destacando em Portugal, o Programa de Sustentabilidade dos Vinhos de Alentejo (PSVA)[7]. Este último tem como objetivo auxiliar tanto os grandes produtores como os pequenos na área de vitivinicultura, de forma a melhorar cada um dos agentes económicos, atenuando as perdas energéticas e financeiras. A aplicação deste programa, promovido pela Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (CVRA)[7], necessita de passar por uma autoavaliação, dividida em três sectores: Viticultura, Adega e Viticultura e Adega, ver Figura 1.4.

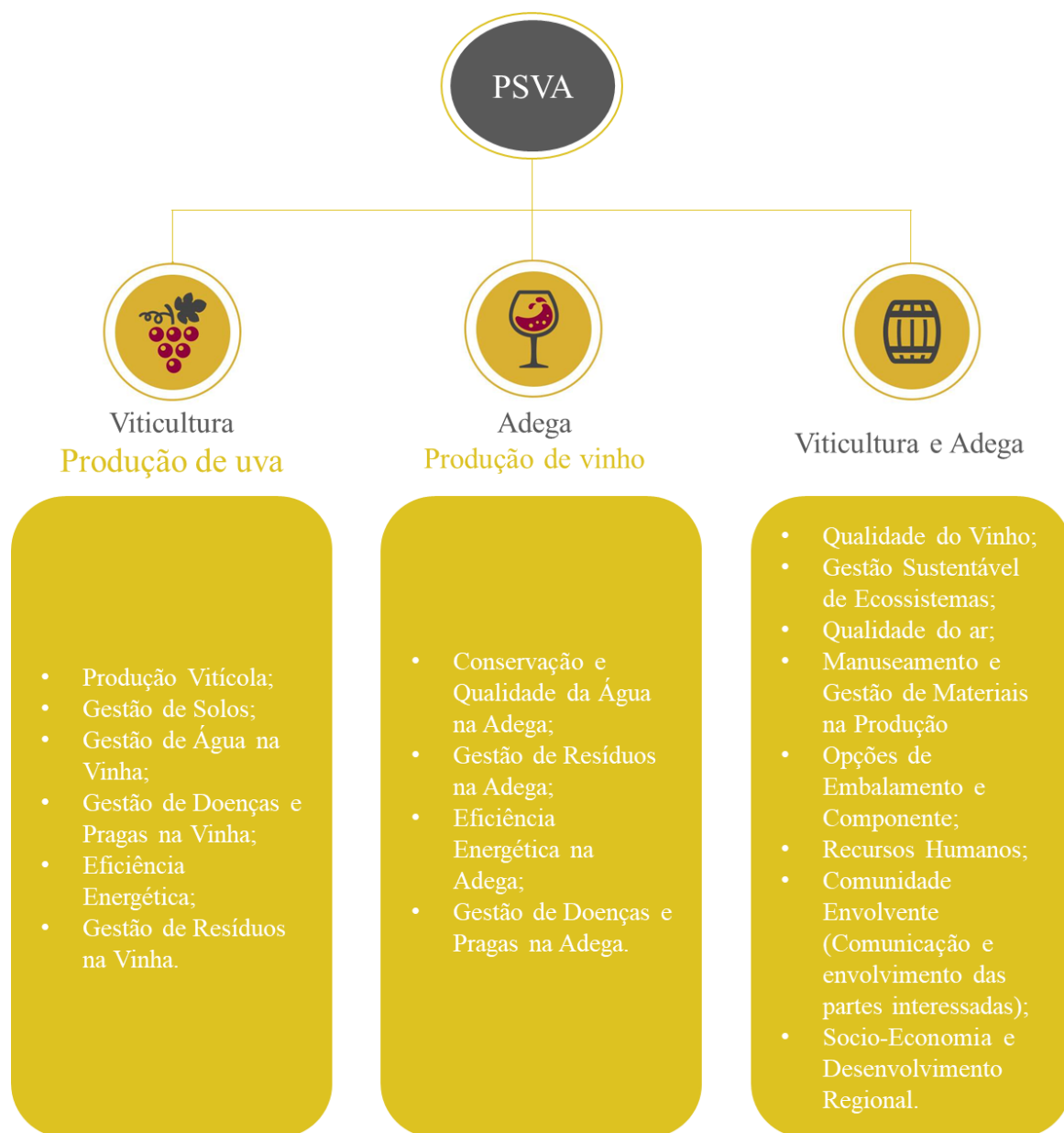


Figura 1.4 – Adaptado do Programa de Sustentabilidade dos Vinhos de Alentejo (PSVA) [7]

1.2 Objetivo

Esta dissertação tem como principal objetivo fazer uma revisão bibliográfica exaustiva de métricas de sustentabilidade na indústria do vinho, nomeadamente relacionadas com a libertação de gases com efeito de estufa e com o uso de água, de forma a facilitar a criação de um *benchmarking*.

1.3 Estrutura da Tese

O desenvolvimento desta dissertação iniciou-se, reunindo as ferramentas que existam relacionadas com a sustentabilidade, presentes no segundo capítulo. No terceiro capítulo é realizado um escrutínio da literatura científica relativo à componente de ciclo de vida e categorias de impacto analisadas, destacando de toda a revisão os estudos com maior e menor impacto na pegada carbónica e hídrica.

O capítulo quatro resume, para fins de *benchmarking*, os resultados obtidos da análise efetuada no capítulo três. Finalmente são apresentadas as principais conclusões, sugestões de trabalho futuro e limitações ao longo da realização da dissertação.

Capítulo 2- Revisão de Metodologias associadas à pegada carbónica e hídrica

2.1 Análise do ciclo de vida

A todos os produtos está associado um ciclo de vida, que se inicia na extração de materiais do meio ambiente, produção do produto, fase de uso e por último o que acontece ao produto quando já não tem utilidade, ou seja, desde o “berço até ao túmulo”, *cradle-to-grave*, ver Figura 2.1. Assim, a análise realizada aos produtos é definida como análise do ciclo de vida (*Life Cycle Assessment - (LCA)*)[8], tendo em conta a sua sustentabilidade e que impactos ocorrem no meio ambiente.



Figura 2.1 - Esquema sintetizado da Análise do Ciclo de Vida [8]

A LCA (*Life Cycle Assessment*) está dividida em quatro etapas, definição do objetivo e âmbito (*Scope*), análise do inventário (*Life Cycle Inventory - (LCI)*), avaliação de impactos (*Life Cycle Impact Assessment - (LCIA)*) e por fim interpretação, ver Figura 2.2. A Organização Internacional de Normalização (*International Organisation for Standardisation - (ISO)*) 14040 e 14044 (2006) [9][10] concede os dados padrão, o que torna a análise transparente e assertiva. O método utilizado na LCA é iterativo, o que permite aperfeiçoar os resultados à medida que esta metodologia é utilizada.



Figura 2.2 - Fases de Metodologia da Análise do Ciclo de Vida [11]

Começando pela definição do objetivo e do âmbito (*Scope*), como o nome indica vão ser indicados os objetivos e os processos de investigação expostos. Nesta etapa é delimitada a fronteira do sistema, através de critérios específicos, e ainda pode ser definida a unidade funcional do sistema, processo quantitativo, de um sistema utilizado como unidade de referência e requisitos, para verificar a qualidade dos dados. Assim, a unidade funcional e a fronteira do sistema são essenciais, pois permite uma análise consistente e comparativa entre duas possibilidades.

A fronteira do sistema tem um papel muito importante, pois vai estipular o que se pretende incluir na análise a decorrer. As mesmas podem ser classificadas em *cradle-to-grave*, onde é incluído o ciclo de vida completo. Ainda é possível classificar em *gate-to-gate*, apenas considera um processo, *cradle-to-gate*, foco na fase de obtenção de matérias-primas e produção e por fim *gate-to-grave*, centrando-se na fase de utilização e fim de vida.

De seguida, LCI (*Life Cycle Inventory*) de fluxos de material, energia e emissões, de acordo com a etapa anterior, onde se registam todos os dados de *input* e *output* associados a um produto são considerados. No caso de inputs são definidos como algo que é retirado do ambiente e inserido no ciclo de vida dos produtos, como o caso de matéria-prima ou energia. Pelo contrário output, o que o ciclo de vida do produto coloca no ambiente, como emissão de poluentes e resíduos. Caso exista mais que um produto em avaliação é necessário considerar os fluxos elementares, materiais e energia que não sofrem transformação humana. E ainda existem os fluxos intermediários, é necessária a transformação dentro do sistema.

Para a LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*), são calculadas categorias dos impactos ambientais, que afetam a disponibilidade de recursos, a saúde humana e a natureza, ver Figura 2.3. Exemplos de possíveis impactos são, alterações climáticas, nomeadamente gases com efeito de estufa, destruição da camada de ozono, formação de oxidante fotoquímico (poluentes secundários, formados através de reações químicas com compostos orgânicos), acidificação. Para isso, recorre-se aos resultados do inventário de forma a encaixar os mesmos nas diferentes categorias, processo designado como classificação. Ainda é necessário caracterizar as categorias, ou seja, converter os impactos para uma dada unidade (indicador de categoria), como por exemplo em potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential* - (GWP)), potencial de destruição da camada de ozono (*Ozone Depletion Potential* - (ODP)), potencial de formação de oxidação fotoquímica (*Photochemical Oxidation Formation Potentials* - (POFP)) e potencial de acidificação (*Acidification Potential* - (AP)), obtido através da multiplicação dos resultados do inventário pelos fatores de caracterização.

De acordo com as normas ISO 14040 (2006)[9], as operações referidas anteriormente (classificação e caracterização) são obrigatórias. Uma alternativa, é recorrer a operações de normalização (fator de normalização, resultados comparados com valor referência) e ponderação (cálculos segundo importância relativa das categorias obtendo uma pontuação final única). Os cálculos efetuados nesta fase vão ser facilitados, com o auxílio de um software especializado.

Por fim, a interpretação, são verificados e avaliados a consistência dos resultados obtidos de LCI (*Life Cycle Inventory*) e/ou LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*), se estão de acordo com o objetivo e âmbito definidos anteriormente.

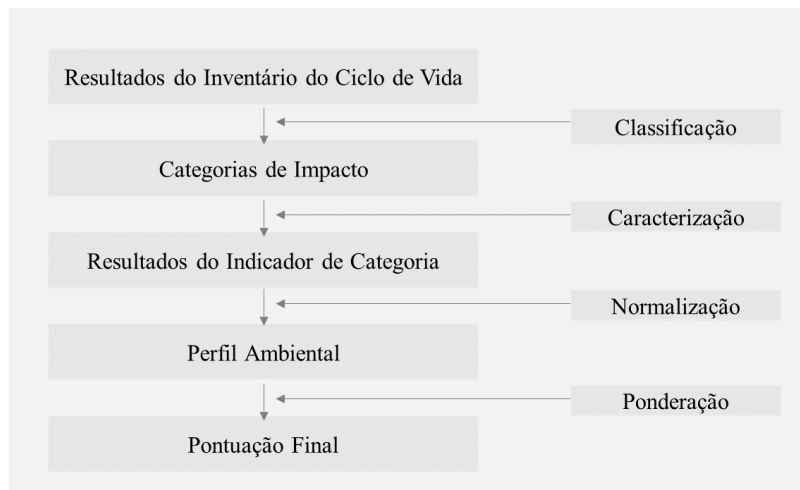


Figura 2.3 - Etapas na Avaliação de Impactos [11]

2.2 Guia do protocolo agrícola das emissões dos gases com efeito de estufa

O setor que mais afeta as emissões dos gases com efeito de estufa (*GreenHouse Gas* – (GHG)) e, conseqüentemente, mudanças climáticas é o setor da agricultura, Figura 2.4. De forma a contornar o aumento dessas emissões é fundamental, o desenvolvimento e inovação na área da agricultura. Tanto as empresas como os produtores vão sair beneficiados, pois vai ser possível a identificação das áreas que precisam de ser melhoradas, reduzindo os prejuízos e riscos, tornando-se mais competitivas. A criação do inventário das emissões de GHG (*GreenHouse Gas*) têm um papel essencial para as empresas na compreensão das suas emissões de GHG (*GreenHouse Gas*), e que mudanças são necessárias para o controlo ou até diminuição das mesmas.

As restrições definidas para um limite de 2 °C de aquecimento global foram adotadas internacionalmente. Caso não seja cumprida, a população, os ecossistemas e principalmente o setor agrícola vão sofrer conseqüências indesejadas. O setor agrícola já está a sentir os efeitos, como o aumento da necessidade de água para a irrigação, o aumento da propagação de doenças e pragas nos animais, e a degradação da qualidade e produção reduzida de alimento (pasto). Estas mudanças climáticas afetam o equilíbrio natural dos ecossistemas e da Natureza, provocando mudanças na temperatura superficial, estações e eventos inesperados de secas e cheias e ondas de calor com maior frequência.

A agricultura é responsável por grande parte das emissões dos GHG (*GreenHouse Gas*), contribuindo cerca de 11% relativamente ao total global das emissões antropogénicas em 2010 e cerca de 60% de todas as emissões de óxido nítrico (N₂O) e 50% de todo o metano (CH₄) emitido em 2007 [12]. A mudança de solo (*Land Use Change* - (LUC)), convertendo habitats nativos em terras agrícolas contribui para uma maior produção de emissões. Por fim, os *inputs* da produção agrícola e atividades a jusante (*downstream*), como é o caso do processamento e transporte de produtos agrícolas, com mais de 3-6% das emissões globais [12].

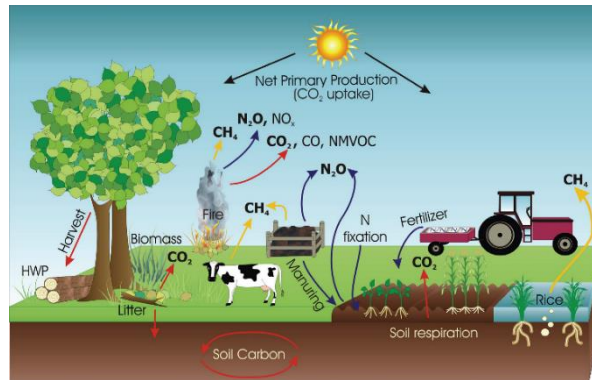


Figura 2.4 - Emissões de GHG através do setor agrícola [12]

O Protocolo de gases com efeito de estufa (*GreenHouse Gas Protocol – (GHGP)*) [12] foi criado em 1998 com o objetivo de promover e expandir o uso mais adequado e aceite pela indústria, na forma como são contabilizados GHG (*GreenHouse Gas*). Neste protocolo estão incluídas organizações não governamentais (*Non-governmental organizations – (NGOs)*), governos e o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development – (WBCSD)*) [13]. Atualmente, os quatro padrões disponíveis otimizam a forma como os inventários dos GHG (*GreenHouse Gas*) devem atuar nas empresas, projetos e produtos.

O guia do protocolo agrícola das GHG (*GreenHouse Gas*) [12] que inclui também uma orientação agrícola (pecuária, produção agrícola, mudança no uso da terra), é um suplemento à *Corporate Standard* [14]. Assim este guia, muito amplo e diversificado, usando os requisitos da *Corporate Standard* [14], poderá ser aplicável à maioria dos subsetores da agricultura. Também é possível usá-lo individualmente para desenvolver os inventários dos GHG (*GreenHouse Gas*), mas não pode ser estendido a assuntos como verificação dos inventários de GHG (*GreenHouse Gas*) ou metas para a redução de GHG (*GreenHouse Gas*), estes apenas são cobertos pela *Corporate Standard* [14].

Desta forma, os principais objetivos deste guia incidem em melhorar a consistência e transparência na contabilidade dos GHG (*GreenHouse Gas*) e relatórios no setor agrícola, ajudar as empresas de forma eficiente nos inventários de GHG (*GreenHouse Gas*), aproximando-se o mais possível da realidade o seu impacto climático, e por último, os inventários de GHG (*GreenHouse Gas*) estarem disponíveis na tomada de decisões, não só para a gestão interna, mas também para externa, como os investigadores, tornando mais eficaz a gestão do fluxo de GHG (*GreenHouse Gas*) agrícolas.

O guia do protocolo agrícola das GHG (*GreenHouse Gas*) [12] é direcionado para produtores (de fruta, de biocombustíveis, pecuária) e empresas que pretendem desenvolver o âmbito 1 e 2, relativamente às operações agrícolas. Este guia é adequado não só para grandes operações, mas também pequenas, apesar de para as menores ser mais difícil arranjar recursos para o uso do guia.

Segundo a *Corporate Standard* [14], os GHG (*GreenHouse Gas*) são divididos em emissões diretas e indiretas. As emissões diretas, como o nome indica, referem-se às emissões que ocorrem dentro da fronteira das instalações como é o caso da geração de energia, calor, vapor e eletricidade (queima de gás ou madeira), os processos de manufatura (produção do cimento ou emissões do solo na agricultura), transporte de matérias, produtos, resíduos e trabalhadores (através do combustível usado nos veículos de transporte), fuga de emissões (emissões de metano de minas de carvão, fuga de gás em juntas e *seals*),

emissões de dióxido de carbono comprado utilizado nas vinhas e a gestão de resíduos no local (emissões de aterros sanitários). Assim, as emissões diretas estão enquadradas no âmbito 1.

As emissões indiretas são aquelas controladas ou pertencentes a outra empresa, mas uma porção das emissões são consequência das atividades realizadas na empresa que as relata. O consumo de eletricidade é o componente principal das emissões indiretas e é categorizado como âmbito 2. Ainda é possível mencionar outras emissões indiretas, como as emissões a montante (*upstream*) e a jusante (*downstream*) ambas inseridas no âmbito 3[15]. Estas emissões podem ser ainda divididas em subcategorias de forma a facilitar a compreensão de ambas apresentada na Figura 2.5. O foco deste guia são o âmbito 1 e 2 nos inventários, mas o âmbito 3 também é relevante pois é altamente emissora.

Nas emissões a montante são incluídos todos bens adquiridos, serviços e bens de capital, envolve a sua extração, produção e transporte necessários à produção neste caso do vinho. Todas atividades que englobam energia e combustível, não incluídos no âmbito 1 ou 2, fazem parte destas emissões. No processo de produção são formados resíduos, sendo necessária de seguida a sua eliminação e tratamento em instalações não pertencentes ou monitorizadas pela empresa em estudo, registadas como emissões a montante. Ainda pertencem às mesmas, transportes adicionais, como as viagens de negócios e os funcionários entre a suas casas e o local de trabalho de veículos exteriores à empresa e todos os equipamentos alugados não incluídos no âmbito 1 e 2 necessários à produção do vinho.

As emissões a jusante incluem o transporte e distribuição, mas do produto resultante, vinho, que chega ao consumidor final. O processamento de produtos vendidos, fim do uso de bens e serviços vendidos pela empresa são incluídos nas emissões a jusante. O tratamento de resíduos de produtos vendidos, envolve a eliminação de resíduos e o seu tratamento pela empresa. Novamente, equipamentos alugados são incluídos, retirando os já reportados no âmbito 1 e 2. Por fim, ainda são incluídos *franchise* e os investimentos, como investimentos de capital e dívida e financiamento de projetos ambos não incluídas no âmbito 1 e 2.

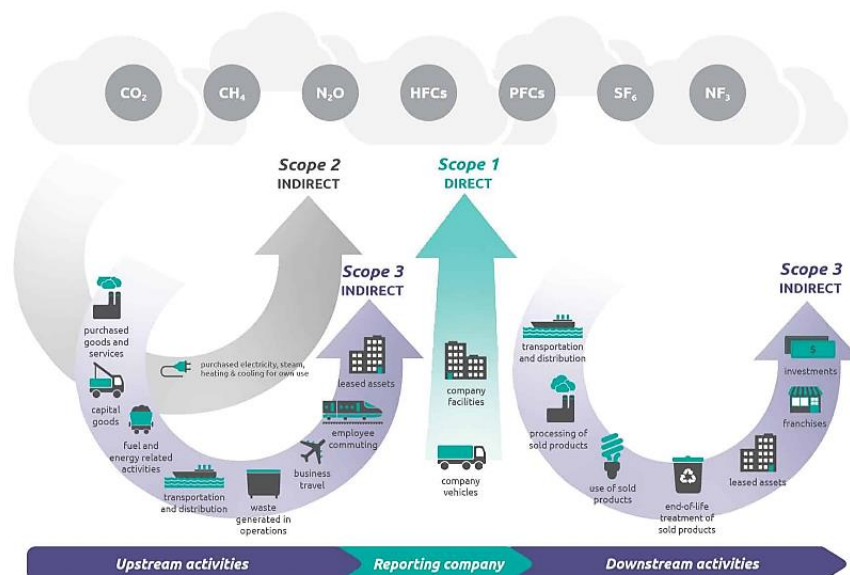


Figura 2.5 - Esquematização dos três âmbitos[15] de acordo com o GreenHouse gas protocol

2.3 Protocolo internacional da calculadora de carbono do vinho

O protocolo internacional da calculadora de carbono do vinho (*International Wine Carbon Calculator Protocol*, - (IWCCP)) [10], uma folha de Excel, versão 1.2, tem como objetivo auxiliar empresas e/ou instalações na Indústria Internacional do Vinho, de acordo com os padrões e práticas internacionais atuais para contabilizar os gases com efeito de estufa (*Greenhouse Gas Accounting* – (GHGA)).

Esta calculadora organiza as emissões em três níveis: âmbitos 1, 2 e 3. O âmbito 1 corresponde às emissões que a empresa tem controlo total, ou seja, são produzidas diretamente dentro da mesma, consequência das suas atividades. O âmbito 2, inclui a eletricidade comprada, calor e vapor e por fim, o âmbito 3 contabiliza as emissões produzidas por outras empresas que são compradas. É importante existir esta divisão para uma administração melhor dos relatórios obrigatórios.

Por norma, os âmbitos 1 e 2 estão sempre presentes em todos os esquemas de relatórios facultativos ou obrigatórios. É através desta divisão que se impende a contabilização dupla das emissões a nível regional quando existir um agregado com diversas empresas incluídas. Estes âmbitos são indispensáveis para o cálculo da pegada do carbono e de forma a minimizar os impactos do carbono produzido.

Relativamente ao âmbito 3, as emissões podem ser incluídas nos relatórios e no cálculo da pegada de carbono, mas não são necessárias, sendo mantidas separadas das anteriores. Este âmbito contempla as emissões que pertencem ao ciclo de vida do produto, e são essenciais para avaliar e calcular o ciclo de vida e as emissões em cadeia. A origem de maior parte das emissões de carbono provém do transporte e embalamento na produção de vinho, sendo importante contabilizá-las.

Para os âmbitos 1 e 2, estarem de acordo com o padrão anteriormente referido, efetuaram-se exclusões e inclusões. Foram incluídas emissões que constituem mais de 1% de massa do produto ou mais de 1% de emissões de GHG [10], a massa é usada para estimar as emissões quando não existem dados das mesmas. Esta abordagem vai ser apenas semiquantitativa.

As exclusões efetuadas foram, os elementos do ciclo de carbono a curto prazo, mudança de uso da terra, infraestruturas, como tanques e máquinas, incluindo postes e fios, viagens de negócios dos funcionários e grade parte dos produtos químicos usados na vinificação e viticultura. Dessa fase são incluídos, a bentonite, ácido tartárico (principal ácido do vinho) e os produtos do barril, não sabendo se estes têm impactos significativos nas emissões. É efetuada uma análise de sensibilidade, com o objetivo de saber se vão ser incluídos a longo prazo.

O ciclo de carbono a curto prazo envolve também as emissões de dióxido de carbono (CO₂) da vinificação, sequestro de carbono nas uvas, CO₂ das podas de videiras, CO₂ (o metano não) da degradação de resíduos e tratamento de águas residuais. O CO₂ proveniente da vinificação e o carbono do sequestro das uvas são calculados, mas não se incluem nos relatórios dos âmbitos 1 e 2. Ainda vários processos incluídos que precisam de melhorar a sua qualidade de dados, como geração de óxido nitroso, fotossíntese de biomassa da vinha, emissões de resíduos orgânicos, embalagens, paletes, bentonita, ácido tartárico e barris.

De forma a garantir a qualidade (*Quality Assurance* - (QA)) esta presente na calculadora, um elemento essencial. É crucial, não só para os fatores de emissão e para os modelos de emissão como para os dados das atividades efetuadas nas empresas. O funcionamento desta qualidade inclui um sistema de avaliação de A a F, ainda existe X que designa onde os dados não são adequados ou que necessitam de mais investigação e desenvolvimento, melhorando a precisão da calculadora. Também é possível aos

utilizadores do protocolo e da calculadora criarem sistemas de controlo da qualidade obtendo assim resultados confiáveis e consistentes.

De modo a melhorar esta calculadora são incluídos os Indicadores Chave de Desempenho (*Key Performance Indicator - (KPI's)*), que abrangem processos como o *feedback* dos utilizadores e análise de sensibilidade, verificando se todas as fontes medidas são necessárias, e aperfeiçoar os dados e modelos de emissão e capacidade de integrar na indústria

2.4 Calculadora australiana

A calculadora australiana (*Australian Wine Carbon Calculator*) foi desenvolvido pelo *Australian Wine Research Institute* e divulgada em abril de 2009 [16]. Foi adaptada de uma versão internacional (*International Wine Carbon Calculator Protocol - (IWCCP)*) [17] criada em 2008, com o objetivo de auxiliar vitivinicultura australianas controlando as emissões de carbono, através do cálculo da pegada de carbono nas mesmas. Esta ferramenta foi idealizada por um grupo de vinícolas nomeadamente, *Winemakers Federation of Australian - (WFAs)*, atualmente *Australian Grape & Wine; South Australian Wine Industry; e Wine Grape Council of South Australia*.

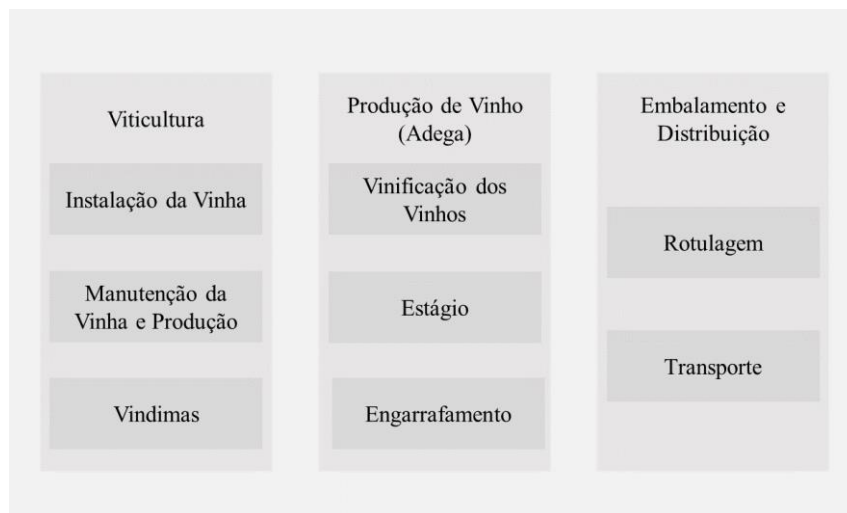


Figura 2.6 - Fronteiras abrangidas pela calculadora australiana IWCCP [18]

É possível destacar três grandes categorias, a viticultura, a adega e o embalamento e distribuição, Figura 2.6. De acordo com as categorias, ainda é possível enunciar as diferentes áreas incluídas nas mesmas, chamados âmbitos. O âmbito 1, engloba todo o tipo de maquinaria usado, veículos atribuídos pelas empresas como é o caso de carros, camiões, empilhadeiras para tratores e ainda todo o combustível usado em geradores locais, uso de fertilizantes, compostagens e dióxido de carbono comprado. O âmbito 2 que apenas inclui a eletricidade (vapor e calor adquirido pela empresa) e por último os materiais de embalamento, transporte de carga, produtos víquicos adquiridos e eliminação de resíduos pertencentes ao âmbito 3.

Esta calculadora é direcionada para indústria do vinho na Austrália e estima as emissões totais de dióxido de carbono equivalente traduz o efeito dos GHG. Os seis gases calculados pela ferramenta, incluídos no Protocolo de Kyoto, CO₂, CH₄, N₂O, hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Para mais detalhes relativos à calculadora ver anexo A.

2.5 Análise da pegada hídrica

O conceito de pegada hídrica foi introduzido por *Hoekstra* em 2002[19], podendo ser categorizado em consumo de água direto e indireto e também dividida em pegada azul, verde e cinzenta. A pegada hídrica azul inclui toda a água subterrânea e superficial durante o ciclo de vida, perdas podem ocorrer nomeadamente, através da evaporação sendo devolvida a outra área de captação ou ao mar, ou inserida num produto. A pegada hídrica verde engloba toda a água da chuva que não escoe e a pegada cinzenta referente à poluição consiste na quantidade de água doce necessária para diluir a concentração dos poluentes abaixo dos valores de referência legais ou toxicológicos.

Há aspetos a considerar para esta análise da pegada hídrica (*Water Footprint Assessment - (WFA)*)[20] representados na Figura 2.7. Na pegada hídrica azul direta, a água não é devolvida ao local de origem, tanto o uso direto e indireto é considerado e são incluídos os três tipos de pegada.

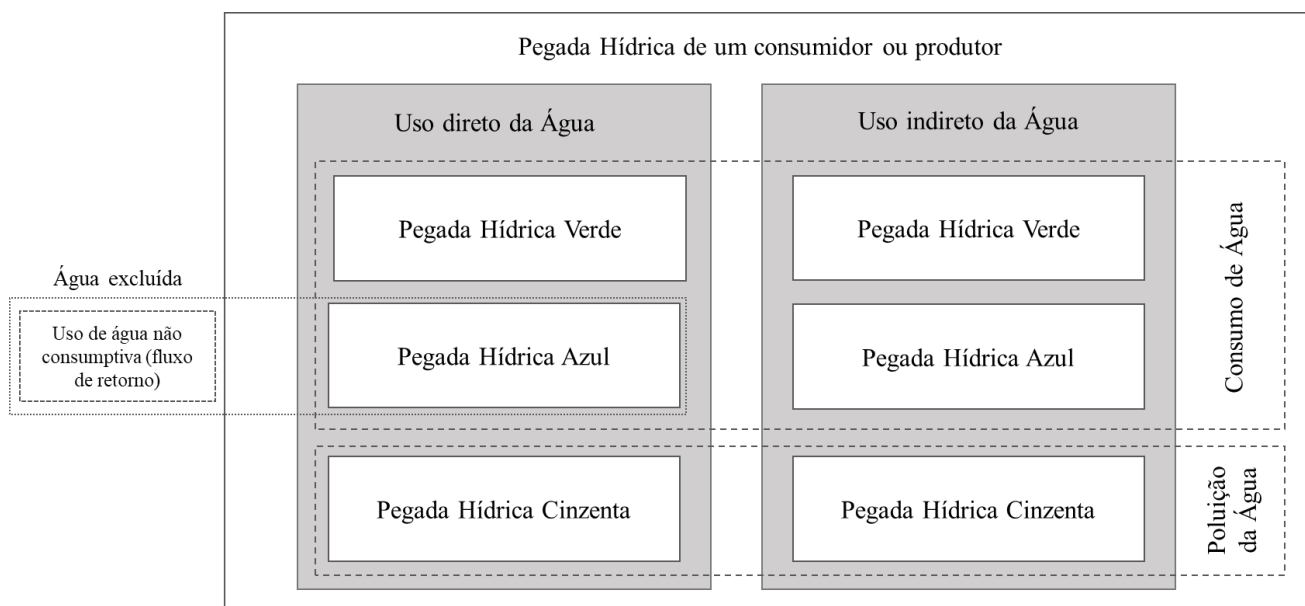


Figura 2.7 - Esquematização das componentes da pegada hídrica [20]

A pegada hídrica dá a oportunidade de relacionar o consumidor e produtor com a utilização de água. O cálculo da pegada é obtido através do volume de água consumido e a poluição, mas não considera o impacto ambiental local de acordo com o consumo e poluição, para isso é necessário ter em conta outros fatores (vulnerabilidade do sistema hídrico e o número de consumidores e poluidores, ambos locais).

De forma a facilitar a compreensão desta análise, há aspetos em que a mesma assenta. A pegada hídrica obtida é relativa a um processo, produto, produtor ou consumidor, ou de acordo com o espaço e tempo numa determinada área. Analisa a sustentabilidade ambiental, social e económica e por fim, utiliza mecanismos respondendo de forma estratégica. De uma forma geral, o objetivo da pegada permite analisar através de processos ou de produtos, o consumo de água e a poluição, e como os tornar mais sustentáveis.

Tal como a LCA (*Life Cycle Assessment*), o WFA (*Water Footprint Assessment*), é também dividido por fases, neste caso existem quatro, ver Figura 2.8. Iniciando-se com a definição de objetivos e âmbito, é importante estabelecer uma base sólida e clara. Segue-se a fase de contabilização da pegada hídrica onde são reunidos todos os dados, e avaliada a sua sustentabilidade ambiental, económica e social, pertencente à terceira fase. É terminada com a quarta e última fase que assenta na formulação de uma

resposta com um plano. Estas quatro fases não precisam de estar obrigatoriamente presentes na análise e a sua ordem também pode ser alterada de acordo com as respetivas necessidades.

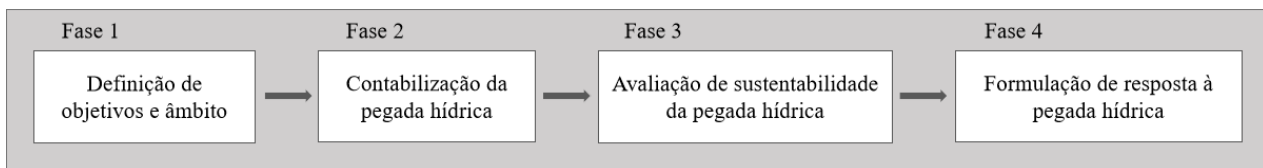


Figura 2.8 - Fases presentes na análise da pegada hídrica [20]

Comparando a utilização de água doce pelos humanos a uma bacia hidrográfica, podemos dizer que o total de água anual disponível numa área de captação é dada pelo volume anual de precipitação. As pequenas alterações no armazenamento de água, resultam na diminuição do fluxo total de precipitação anual da bacia, nomeadamente através de evapotranspiração e escoamento da bacia, mais tarde aproveitados pelos humanos, ver Figura 2.9. A pegada verde consiste no uso desse fluxo evaporativo da superfície da terra, para as culturas ou produção florestal enquanto a pegada azul corresponde ao consumo do escoamento, não regressando à bacia sob a forma de fluxo de retorno.

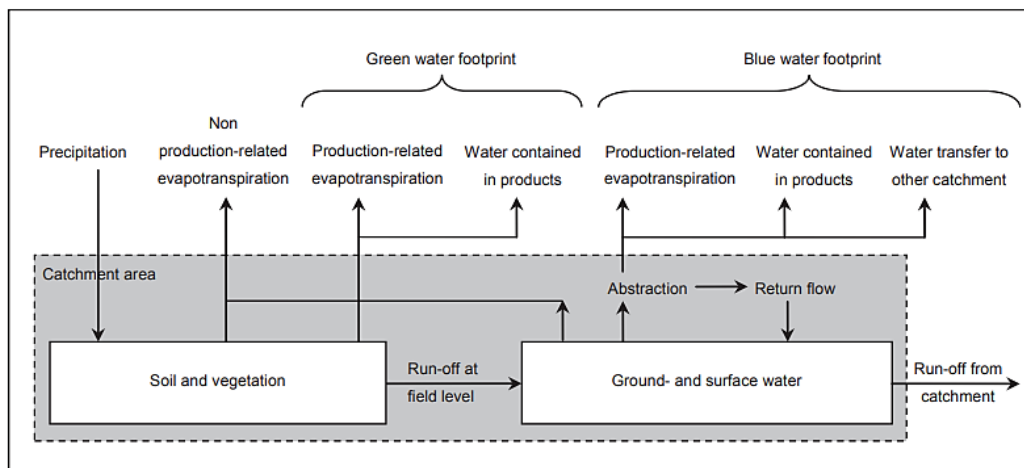


Figura 2.9 - A pegada hídrica verde e azul em relação à área de captação[20]

Habitualmente, os escoamentos são utilizados tanto como fonte de água doce, como para drenagem de resíduos nos quais existem limites de uso. Enquanto a pegada azul é dada pelo volume retirado do fluxo total de escoamento, a pegada cinzenta consiste no volume total necessário para eliminar os resíduos, ou seja, diluir os poluentes de forma atingir os padrões de qualidade da água. Quando a poluição é medida na mesma ordem que o consumo de água, é possível comparar o escoamento como fonte da pegada azul com o escoamento não recuperado da pegada cinzenta.

A pegada hídrica e a sua respetiva avaliação são conceitos recentes, e sendo a água doce um recurso limitado, saber onde e por quem é consumida a água (consumidores, produtores e até produtos) torna este indicador bastante útil. Esta ferramenta quantifica o consumo de água, avaliando se as pegadas obtidas são sustentáveis, e identificar formas de reduzi-la, caso seja necessário.

Posto isto, existem alguns aspetos que a WFA (*Water Footprint Assessment*) não inclui, a escassez da água, tal como inundações ou falta de infraestruturas para abastecer comunidades mais carenciadas, foca-se no consumo de água doce à vista de recursos limitados. Assim, a WFA (*Water Footprint Assessment*) é uma ferramenta que necessita, adicionalmente, de combinar outros indicadores que abrangem, por exemplo, a apropriação de água doce pelos humanos de forma a ajudar a escassez da água

para o governo e empresas. A relação ambiental, social, institucional, cultural, política e económica também deve ser incluída, possibilitando tomar decisões bem informadas e medidas de redução.

Ainda é importante referir, que a WFA (*Water Footprint Assessment*) só em 2007 foi exposta ao mundo empresarial, governamental e da sociedade civil, sendo a sua exposição e utilização prática ainda limitada e difícil de encontrar estudos de avaliações completas da pegada hídrica. Apesar disso, ter uma ferramenta que cria um padrão único e global é crucial, de forma a reduzi-la. O auxílio da ferramenta *Water Footprint Network* (WFN), vai ser fundamental. A avaliação de sustentabilidade e de medidas de resposta são as fases menos desenvolvidas, apenas estão disponíveis os seus procedimentos e discussão dos principais critérios de sustentabilidade e inventário de respostas, tornando estas fases bastante subjetivas.

A WFA (*Water Footprint Assessment*) fornece uma base comum, sendo difícil de estabelecer uma linguagem compartilhada na avaliação da pegada hídrica, com metas na área da sustentabilidade que sejam transparentes, significativas e eficazes quando estruturadas com metodologia de cálculo comum. Assim, no futuro ainda são necessários ajustes, através de novas pesquisas e desenvolvimentos e em experiências profissionais colocando em prática os métodos.

2.6 *Stress-weighted water footprint*

O método de pegada hídrica através do stress da água baseia-se no consumo de água da cultura através das três componentes: consumo de água azul, água cinzenta necessária e o impacto do uso do solo (*land use*) nos recursos de água azul[21]. Toda a água utilizada para irrigação e fins agrícolas corresponde a água azul direta e indireta, respetivamente. A água cinzenta é obtida, tal como anteriormente, referido no subcapítulo 2.5. Por último, o uso do solo é constituído pelo potencial de alterar a disponibilidade de água azul, com a variação do fluxo e escoamento do rio.

Esta abordagem, tem em conta todo o ciclo de vida do produto, ou seja, desde produção das matérias-primas necessárias até ao consumo do produto final, neste caso do vinho já embalado pronto a consumir.

Segundo *Ridoutt e Pfister*[22], o consumo de água de diferentes localidades, ou seja, diferentes níveis de escassez de água, deve ser acompanhado de um índice, índice de stress hídrico (*Water Stress Index - WSI*). O WSI é dado pela razão entre o consumo anual de água e a disponibilidade hidrológica, [23] e foi introduzido por *Smakhtin*[24], indicando a escassez de água de uma bacia hidrográfica, assente em três componentes: o total de recursos hídricos disponíveis, consumo total de água e necessidades ambientais da água (*Environmental Water Requirements - EWR*).

A água é um recurso que tem grande variabilidade temporal tal como o WSI (*Water Stress Index*), possibilitando a avaliação do aumento dos impactos em períodos específicos. Ainda que esteja disponível armazenamento de água, e assim, conseguir contornar o stress hídrico, é importante realçar que os ecossistemas vão sempre influenciados e a água adicional é evaporada das superfícies dos sistemas de armazenamento.

De forma a quantificar o WSI (*Water Stress Index*), na Figura 2.10 estão representados os intervalos do indicador e os seus respetivos impactos na bacia hidrográfica.

WSI (proportion)	Degrees of Environmental Water Scarcity of River Basins
WSI > 1	Overexploited (current water use is tapping into EWR)— environmentally water scarce basins.
$0.6 \leq \text{WSI} < 1$	Heavily exploited (0 to 40% of the utilizable water is still available in a basin before EWR are in conflict with other uses) – environmentally water stressed basins.
$0.3 \leq \text{WSI} < 0.6$	Moderately exploited (40% to 70% of the utilizable water is still available in a basin before EWR are in conflict with other uses).
WSI < 0.3	Slightly exploited.

Notes: WSI= Water stress indicator; EWR= Environmental water requirements.

Figura 2.10 - Categorização da escassez de água através do WSI [24]

Através da Figura 2.11, estão ilustrados os índices de stress verificados em 2019, sendo possível observar os valores mais elevados localizam-se no Norte de África e no Médio Oriente, devido principalmente ao clima seco e quente, originando falta de água e stress extremo.

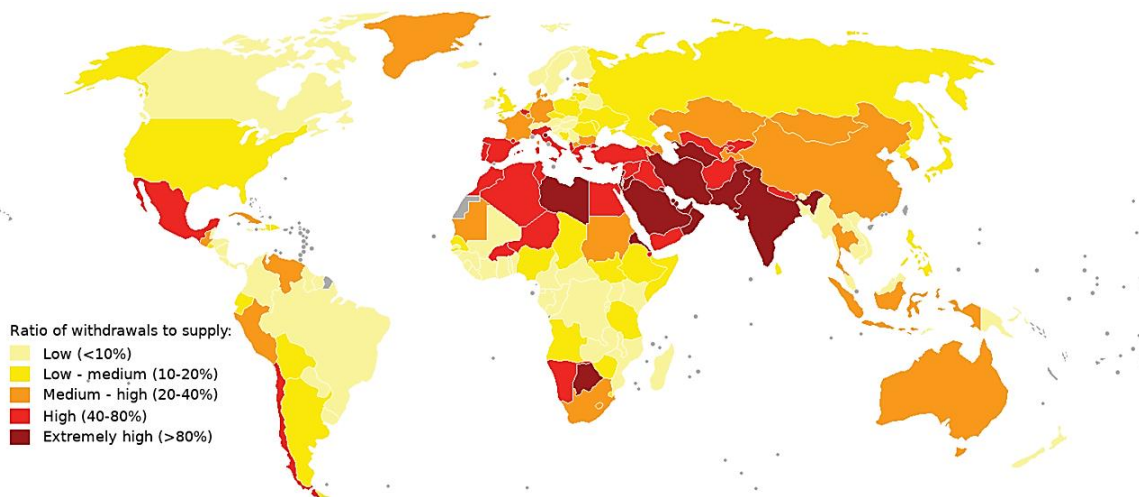


Figura 2.11 – Water Stress Index (WSI) verificado no mundo em 2019[25]

Assim, o *stress-weighted water footprint* vai ser obtido através de duas etapas. Iniciando com a soma das três componentes do consumo da água da cultura é dado pelo impacto volumétrico (V.I) (1):

$$V.I. = WF_{\text{blue}} + WF_{\text{grey}} + L.U \quad (1)$$

Por fim, sabemos que para cada bacia hidrográfica é necessário multiplicar o seu índice de stress hídrico resultando na expressão (2):

$$WF_{s-w} = V.I. \times WSI \quad (2)$$

2.7 Eco-costs

Os *Eco-costs* desenvolvidos pela *Delft University of Technology* [26], envolvendo impactos sociais e ambientais, têm como objetivo comparar a sustentabilidade de diferentes serviços e/ou produtos com a mesma função. A metodologia utilizada é a LCA (*Life Cycle Assessment*) combinada com os Custos do Ciclo de Vida (*Life Cycle Cost - LCC*), sendo que ainda não é aplicada à área da agricultura, na indústria vitivinícola.

Relativamente aos *Eco-costs* sociais é possível identificar os seguintes parâmetros, a segurança e a saúde, trabalhar horas excessivas, a pobreza extrema, trabalho infantil e o salário mínimo justo. Os *Eco-costs* ambientais abrangem um conjunto mais alargado e diversificado de fatores como a escassez dos recursos, a pegada carbónica, ecossistemas e saúde mental. No que diz respeito à escassez dos recursos é possível destacar a escassez de água e metal, o uso de terrenos, o desperdício e o esgotamento de combustíveis fósseis. A pegada carbónica também tem um papel importante nos *Eco-costs* ambientais dependendo das alterações climáticas. Para os *Eco-costs* dos ecossistemas, interessa referir a acidificação, a eutrofização e a ecotoxicidade. Por último, os *Eco-costs* relativos à saúde humana, incluem as doenças cancerígenas, o *smog* do verão e a poeira fina. Encontram-se apresentados na Figura 2.12.

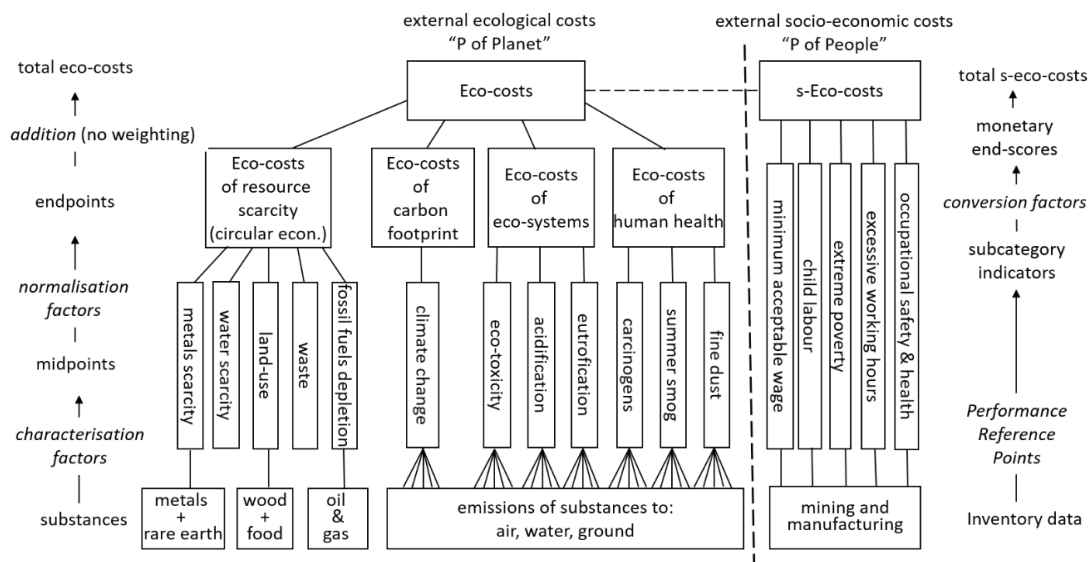


Figura 2.12 - Estrutura do cálculo dos Eco-costs relativa a 2017 [27]

Capítulo 3 - Revisão bibliográfica dos estudos da pegada carbónica e hídrica

A revisão das métricas na indústria do vinho, iniciou-se com a revisão bibliográfica relativamente à pegada carbónica e hídrica de diversas vinhas em diferentes países. Esta análise focou-se na componente ambiental, gases com efeito de estufa e componente de gasto de água.

Para a pegada carbónica foi possível reunir um total de 39 estudos, incluindo países da Europa (Alemanha, Espanha, França, Itália, Portugal, Ilha de Chipre, Luxemburgo e Península *Balkan*), América do Norte (Canadá, Estados Unidos da América) e Oceânia (Nova Zelândia e Austrália). Adicionalmente, um valor de *benchmarking*, assente nas regras da categoria de pegada ambiental do produto (*Product Environmental Footprint Category Rules – (PEFCR)*) [28] também fez parte desta revisão. Os tipos de vinho presentes nestes estudos são tinto, branco, rosé e espumante (*sparkling*). Ainda foram apurados os resultados de emissões de GHG por garrafa (0,75 L), de acordo com as diversas fronteiras do sistema consideradas, ver Figura 3.1.

Relativamente à pegada hídrica o número de estudos é muito menor, 19 estudos, incluindo também países da Europa (Espanha, Itália, Hungria, Portugal, Roménia), América do Sul (Argentina e Chile), Oceânia (Nova Zelândia) e ainda um valor internacional. Para a pegada hídrica relativamente ao tipo de vinho, a informação em muitos estudos não estava disponível, mas para os possíveis foi produzido vinho tinto e branco. Da mesma forma, os litros de água por garrafa foram obtidos de acordo com as fronteiras apresentadas na Figura 3.2.

De forma a facilitar a visualização das fronteiras presentes nos estudos reunidos, foram realizadas as Figuras 3.1 e 3.2. As abreviaturas presentes nas legendas correspondem à plantação da vinha (PV), cultivo e colheita da uva (CCU), vinificação (V), engarrafamento (EG), embalagem (EB), distribuição (D), tratamento de resíduos (TR), fim de vida da garrafa (FVG) e utilização (U).

Legenda 3.1

1	PV, CCU, V, EG, EB	15	V, EG, EB
2	PV, CCU, V	16	PV, CCU, V, EG, EB, FVG
3	CCU	17	CCU, V, EG, EB, FVG
4	CCU, V	18	PV, CCU, V, EG, EB, TR
5	CCU, V, EG, EB, D, TR, FVG	19	CCU, V, EG, EB, TR, FVG
6	CCU, V, EG, EB, D, TR	20	EG, EB, TR
7	TR	21	CCU, TR
8	CCU, V, EG, EB, D	22	PV, CCU
9	CCU, V, EG, EB	23	PV, CCU, TR
10	CCU, V, EG, EB, D, FVG, U	24	PV, CCU, V, EG, EB, D, TR, FVG
11	PV, CCU, V, EG, EB, D	25	PV, CCU, V, EG, EB, D, TR, FVG, U
12	PV, CCU, V, EG, EB, D, FVG		
13	CCU, V, EG, EB, D, FVG		
14	V, EG, EB, D, FVG		

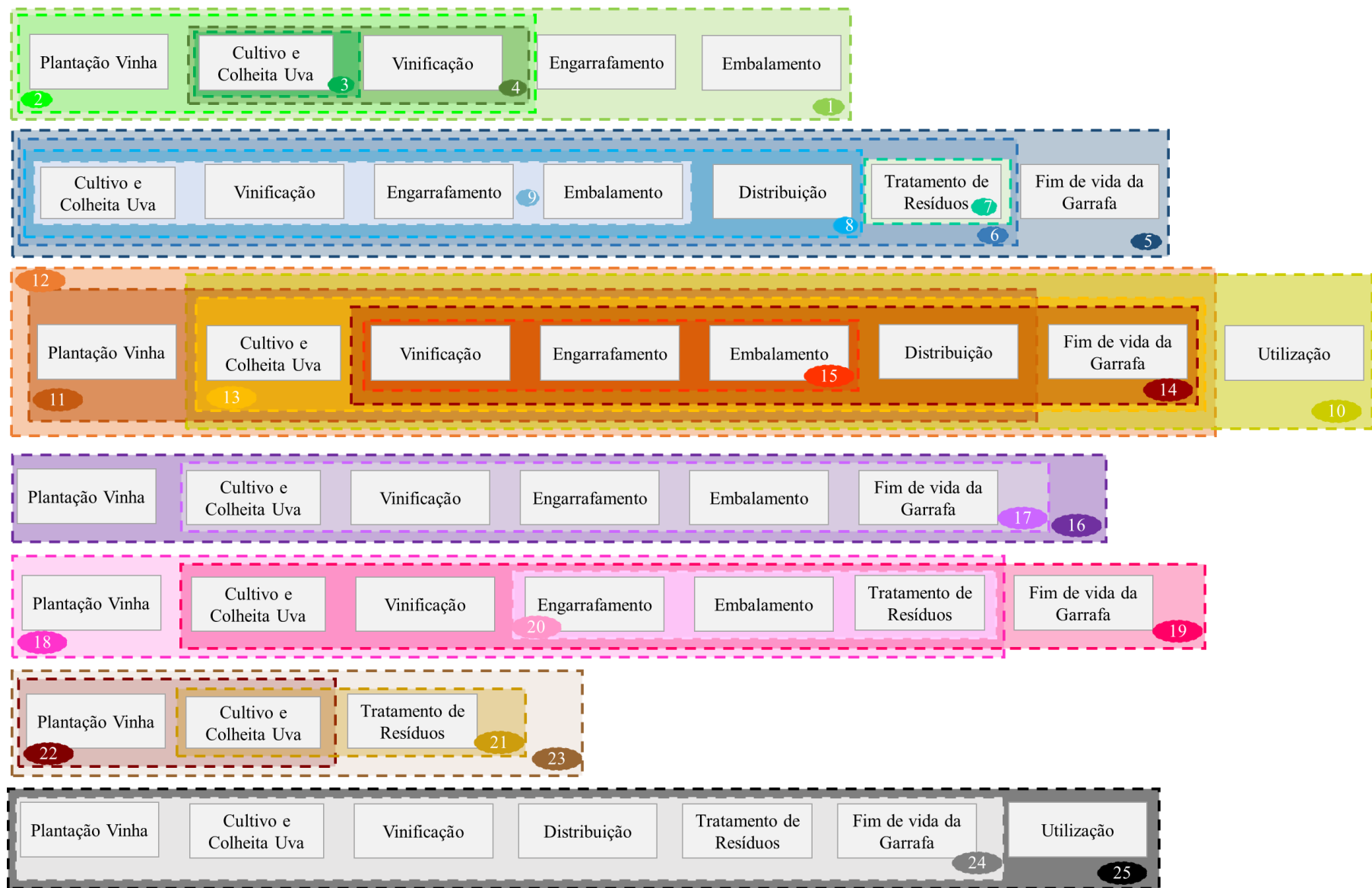


Figura 3.1 - Esquematização de todas as fronteiras encontradas na revisão bibliográfica da pegada carbônica

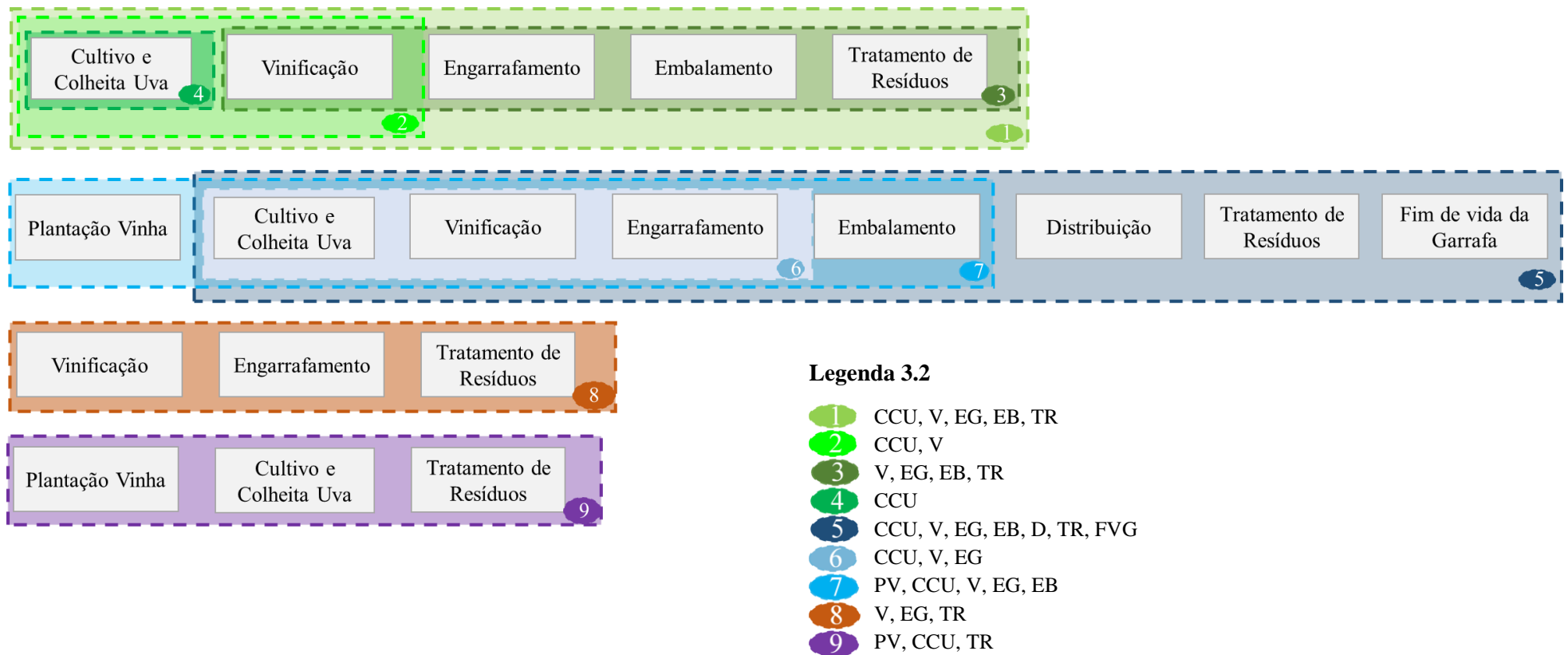


Figura 3.2 - Esquematização de todas as fronteiras encontradas na revisão bibliográfica da pegada hídrica

É importante destacar o estudo PEFCR (*Product Environmental Footprint Category Rules*) [28], onde as suas emissões de CO_{2eq} por garrafa são relativas à União Europeia (EU) e à Associação Europeia de Comércio Livre (*European Free Trade Association – (EFTA)*), com valor de 1,50 e 1,58 kg de CO_{2eq}/garrafa para o *still wine* e 2,10 e 2,18 kg de CO_{2eq}/garrafa para o espumante, onde dentro de cada tipo de vinho o que os diferencia é a inclusão da fase de uso.

Em primeiro lugar, é necessário referir a pegada ambiental do produto (*Product Environmental Footprint – (PEF)*), que consiste em quantificar os impactos e respetivas categorias de impacto e informações ambientais que sejam relevantes introduzir. É realizada uma triagem na PEF (*Product Environmental Footprint*) de forma a identificar as fases do ciclo de vida, fluxos elementares, categorias de impacto e qualidade de dados, obtendo um *benchmark* para a categoria do produto/sub-produto no âmbito incluída no PEFCR (*Product Environmental Footprint Category Rules*) final.

O PEFCR (*Product Environmental Footprint Category Rules*), assenta em regras de categoria baseadas no ciclo de vida de forma a auxiliar a metodologia de PEF (*Product Environmental Footprint*). Deste modo, o PEF (*Product Environmental Footprint*) torna-se mais visível através do seu foco em aspetos e parâmetros revelantes, tal como a sua reprodutibilidade e consistência dos resultados, reduzindo custos associados quando comparados com o guia do PEF (*Product Environmental Footprint*), mais abrangentes.

Neste estudo os tipos de vinho utilizados são, *still wine* (tinto e branco convencional e orgânico) e vinho espumante (convencional e orgânico). *Still wine* é um vinho obtido através da fermentação alcoólica total ou parcial, de uvas frescas ou de mosto de uvas, enquanto o vinho espumante é adquirido pela segunda ou terceira fermentação alcoólica, de uvas frescas ou mosto de uvas, onde existe libertação de dióxido de carbono devido à fermentação, na abertura do recipiente. A unidade funcional é 0,75 L de vinho.

Através da Figura 3.3 é possível observar 5 fases do ciclo de vida. Iniciando com a obtenção de matéria-prima e pré-processamento, inclui o cultivo das uvas (plantação da vinha, gestão das plantas e solos, colheita da uva e destruição da vinha), produção de todas as embalagens e de práticas enológicas, e transporte de todos os *inputs* desde fornecedor ao produtor. Segue-se o estágio de manufatura, vinificação, que inclui diversos processos (fermentação, clarificação ou estabilização), realizados através de práticas enológicas permitidas e regulamentadas. Deste processo, também são produzidas borras, derivadas da indústria de destilação.

Procede-se a distribuição para os pontos de venda e por fim ao consumidor. A fase de uso, muito pouco incluída, engloba as emissões desde o momento que é consumido o produto, onde pode estar também incluída a sua refrigeração, até ao fim de vida do respetivo produto. Após o consumo do vinho, existem quatro vias, pertencentes à fase do fim de vida. O material de embalagem é recuperado através de reciclagem, incinerado com recuperação de energia, encaminhado para aterros, ou incinerado sem recuperação de energia, incluindo também esta fase o tratamento de resíduos sólidos (material restante do produto). Todos os processos de produção de capital como a construção, o equipamento e a maquinaria foram excluídos.

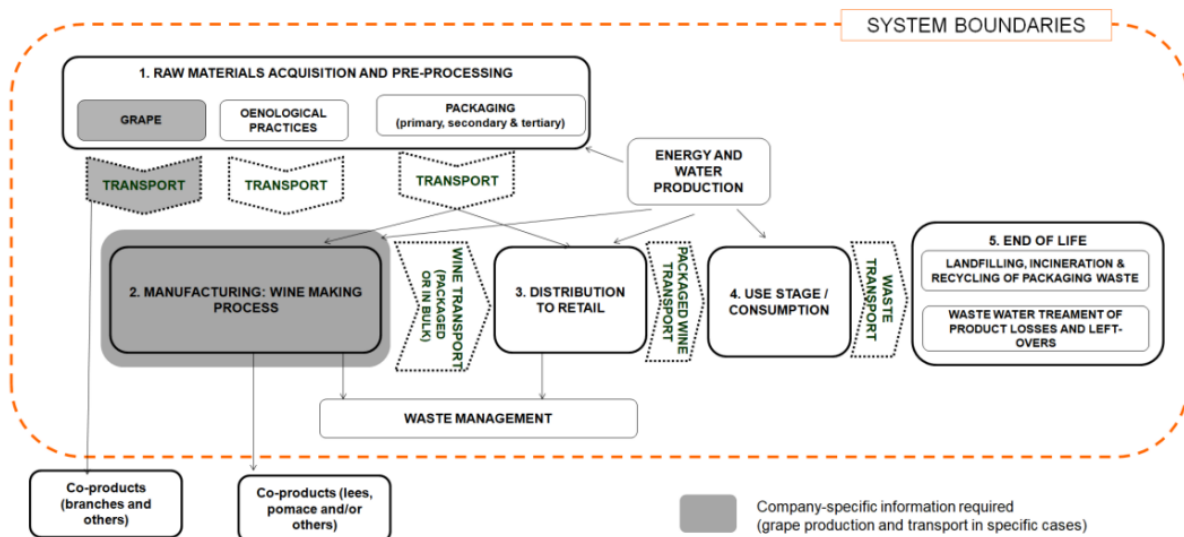


Figura 3.3 - Fronteira definida para o estudo PEF-CR[28], correspondente aos números 24 e 25 da Figura 3.1

Este estudo assenta na comparação do vinho embalado, de forma a definir um *benchmarking*, não compara diferentes tipos de embalagem. Apenas é comparado o vinho com a mesma fronteira, unidade funcional ou tipo de vinho.

Após a análise foi possível destacar focos (*hotspots*) para o vinho *still* e espumante. Para o *still wine* iniciando na fase do cultivo da uva, as maiores emissões de CO_{2eq} são provenientes da plantação/destruição de videiras enxertadas e de todo o processo de produção da uva. De seguida, na vinificação o maior contribuidor é a eletricidade e na fase de engarrafamento e embalagem a produção do vidro. A fase de distribuição é a que tem maior número de processos como, o transporte de materiais, transporte até ao consumidor e até ao aterro de embalagens de madeira. Por último, o fim de vida conta com a aquisição de vidro virgem substituído e pré-processado. Para o vinho espumante os mesmos focos se aplicam da fase de cultivo, engarrafamento e embalagem. Relativamente ao fim de vida, para além do vidro anteriormente referido, a reciclagem do vidro também é incluída.

Da mesma forma, para uma melhor compreensão das causas associadas aos valores de emissões, é importante detalhar o estudo com maior e menor pegada carbónica. O estudo realizado no Canadá, *Nova Scotia* obteve 3,22 kg de CO_2 /garrafa para uma área de 13,4 ha e respetiva produtividade de 6,37 ton/ha, onde é produzido vinho tinto e branco[29]. O primeiro passo a destacar é a definição da fronteira, apresentada na Figura 3.4, que inclui todo o processo de cultivo da uva (viticultura), a produção do vinho na adega (vinificação), a produção do vidro pertencente à garrafa, transporte até retalho (distribuição), transporte do consumidor para a compra do vinho e sua refrigeração, e por fim o fim de vida da garrafa (reciclagem do vidro). Esta fronteira é uma das mais abrangentes obtidas ao longo da revisão, o que indica que as suas emissões também se vão situar acima da média.

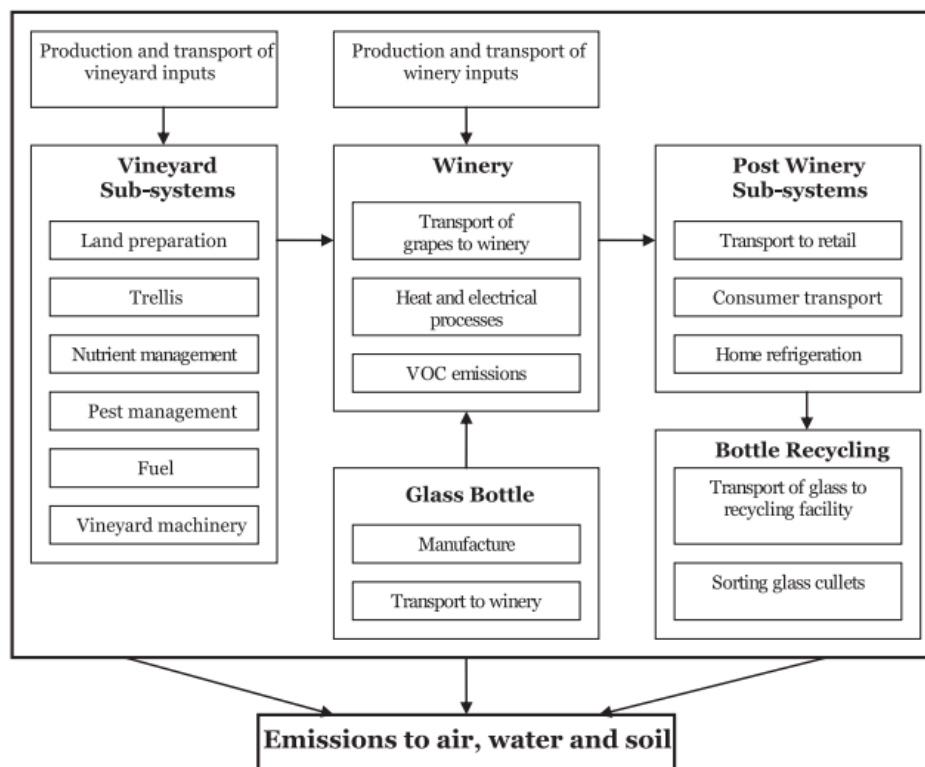


Figura 3.4 - Fronteira definida para o estudo com maior contribuição de CO_{2eq} [29], correspondente ao número 10 da Figura 3.1

Alguns parâmetros foram excluídos, tanto pela sua contribuição ser muito baixa, como pela falta de informação. Relativamente às matérias-primas, apenas foram contabilizadas as necessárias para os equipamentos utilizados na vinha, as infraestruturas onde é produzido o vinho e o respetivo equipamento utilizado foram excluídos. Para uma produção rentável, em grande parte dos casos são utilizados pesticidas, a sua produção foi incluída, mas as emissões produzidas na sua aplicação não foi possível reunir dados suficientes para o cálculo das mesmas. Os fertilizantes também têm um papel importante na viticultura, mas sua aplicação foi excluída, tal como o tipo de solo, as suas características e as condições climáticas, que podem ser bastante importantes para uma análise mais pormenorizada.

A vinificação, fase seguinte, necessita de alguns elementos na produção do vinho, como leveduras, agentes de filtração e clarificação, bactérias, enzimas e antioxidantes que foram integrados dentro da fronteira definida, mas apenas o segmento de transporte. Também foi incluído o material de engarrafamento (rolhas, rótulos de papel e cápsulas).

As emissões biogénicas, sequestro e libertação de CO_2 pelas videiras e fermentação, não foram contabilizadas. Pelo contrário, as emissões de etanol libertadas na fermentação, que ajudam na oxidação química, são incluídas. Por fim, os produtos utilizados na limpeza em diferentes ocasiões, tal como o consumo de água não foi considerado. *Nova Scotia* localizada no Canadá é um país com grande incidência de precipitação, o que exclui a necessidade de irrigação no terreno.

Este estudo seguiu a metodologia de LCA (*Life Cycle Assessment*), todas os inputs de materiais e energia, e conseqüentemente as emissões produzidas ao longo de todo o ciclo de vida do vinho são quantificadas. Existem dois grandes focos (*hotspots*) nas emissões de CO_2 , na fase da vinha, a aquisição e aplicação de fertilizantes à base de nitrogénio contribui com 16% (0,52 kg CO_2 /garrafa) e o transporte do consumidor para a compra do vinho que resulta aproximadamente em 37,3% (1,20 kg CO_2 /garrafa). Para as viagens realizadas, com o único objetivo de comprar uma garrafa de vinho, foram considerados

5 km de ida e volta, e o meio de transporte escolhido foi um veículo, onde o combustível usado é gasolina, contribuindo para um valor elevado de emissões.

O estudo analisado ao longo de 30 anos, tem as emissões mais baixas situado em Itália na Província de *Reggio Emilia*, produziu 0,06 kg de CO₂/garrafa e a sua produtividade foi total (100%) depois do quarto ano. Os dois primeiros anos foram improdutivo, altura em que foi preparado todo o terreno, estrutura e sistema necessário.[30]. A área para a produção de uvas de vinho tinto é de 1 ha, com uma produtividade de 18,9 ton/ha. Visto que este estudo tem uma produção de CO₂ quase nula, as suas fronteiras também são muito reduzidas, apenas incluem a plantação e o cultivo da uva, ver Figura 3.5.

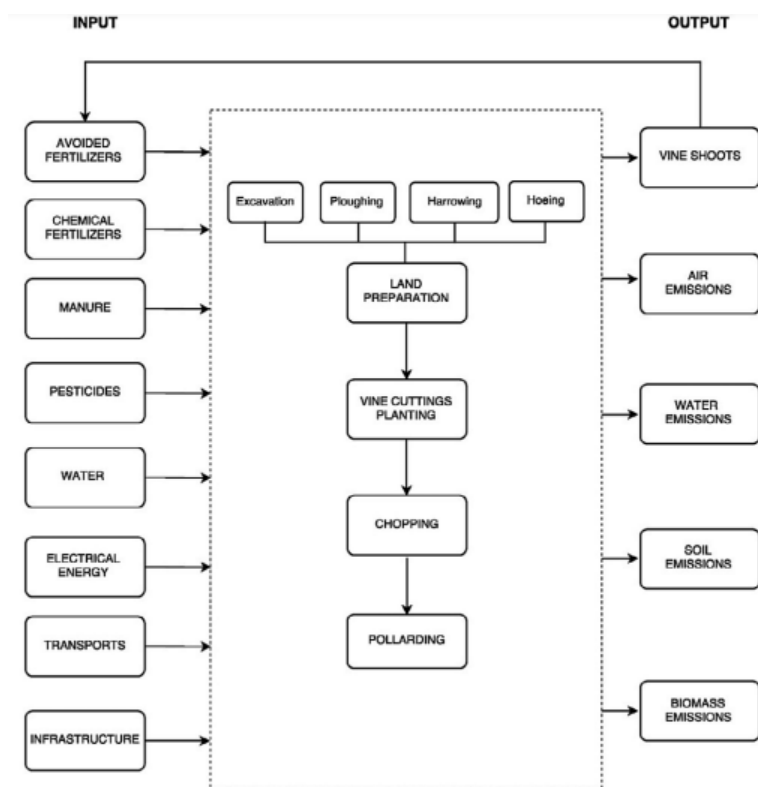


Figura 3.5 - Fronteira definida para o estudo com menor contribuição de CO₂[30], correspondente ao número 22 da Figura 3.1

Embora as emissões sejam muito baixas, há alguns aspetos que foram considerados e contribuem para as mesmas. Todos os materiais e estruturas necessárias à plantação da vinha foram consideradas, como por exemplo, as estacas das videiras, materiais fitofarmacêuticos entre outros. Após a poda, os ramos são usados como fertilizantes, sendo que as emissões de decomposição se equiparam às dos fertilizantes sintéticos que iam ser aplicados. Não foram diferenciadas as emissões para o ar, independentemente do modo de aplicação dos fertilizantes. Também foi utilizado estrume como fertilizante, que contém quantidades consideráveis de fósforo e azoto, considerado um coproduto da indústria do leite, pois o estrume proveniente das vacas tem emissões associadas.

Este estudo seguiu a metodologia LCA (*Life Cycle Assessment*), *IMPACT 2002+*[30], permitindo descrever o sistema de forma mais representativa, destacando o uso de terreno (*land use*), extração mineral e desperdício radioativo. Após a análise desta vinha os fertilizantes e pesticidas e ocupação do solo (*land occupation*) são os maiores responsáveis pelas emissões diretas. No setor agrícola, a fertilidade do solo é uma das maiores preocupações ambientais, pois depende de diferentes fatores, como o espaçamento entre videiras e características locais.

Relativamente à pegada hídrica, o estudo com maior consumo de água corresponde a um valor internacional[31] com 1159 L/garrafa, sendo a sua distribuição pelos diferentes tipos de pegada azul, verde e cinzenta 184,0; 809,3 e 165,3 L/garrafa, respetivamente. Ao contrário do que se verificou nas emissões de CO_{2eq} o maior consumo de água não corresponde à maior fronteira. Neste caso apenas foi incluída a plantação, cultivo, colheita e tratamento de resíduos. A informação fornecida é bastante reduzida, visto que para além do valor para o vinho espumante, tem valores para 126 culturas.

O estudo realizado no Chile, *Maipo Valley* obteve 0,310 L/garrafa através da calculadora da pegada hídrica (*Water Footprint Calculator - (WFC)*) e 0,325 L/garrafa mediante a ferramenta agrosustentável, que correspondem às menores pegadas hídricas registadas[32]. Deste estudo, fazem parte quatro adegas, considerando só a de menor consumo e apenas a pegada azul e cinzenta, com valores de 0,205 e 0,105 L/garrafa, respetivamente. A sua fronteira inclui a produção do vinho tinto e branco na adega (vinificação), engarrafamento, embalagem e tratamento de resíduos, ver Figura 3.6. A uvas são processadas para a adega onde ocorre a sua prensagem e o esmagamento, e de seguida efetua-se a lavagem das respetivas máquinas e dos recipientes onde foram transportadas as uvas. Segue-se a fermentação e o seu armazenamento em barris, e novamente todo o material é limpo. Na fase final, o vinho envelhecido é filtrado, engarrafado e embalado, sendo de novo tudo lavado, as garrafas, a máquina de engarrafamento e rotulagem.

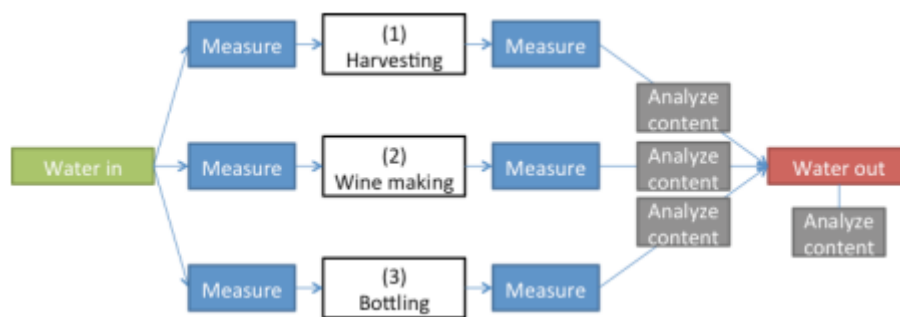


Figura 3.6 - Processo de recolha de dados de acordo com a sua fronteira [24], correspondente ao número 3 da Figura 3.2

A análise do consumo de água inicia-se na vinificação, excluindo a pegada verde, uma vez que a plantação e cultivo da uva não está incluído neste estudo. Apesar do estudo considerar zero, visto que se foca na parte industrial, sabemos que efetivamente a fase de viticultura consome quantidades de água elevadas.

Como é esperado reunir toda a informação por vezes é difícil, sendo feita a análise baseada em algumas suposições. A ferramenta utilizada para este estudo, WFC (*Water Footprint Calculator*), tem a vantagem de aplicar estimativas quando os dados não estão disponíveis e de forma a validar os seus resultados foi utilizada a ferramenta agrosustentável.

É importante realçar que os valores obtidos para cada adega foram bastantes diferentes, devido ao consumo de água para além dos três processos referidos e/ou à informação introduzida por cada adega na WFC, ou falta dela sendo completada por valores médios. As quatro adegas têm métodos e eficiências diferentes nos processos realizados sendo visível pelos valores obtidos, no entanto o impacto relevante é o da pegada hídrica total e não o processo que mais efeito tem na disponibilidade de água.

As diferenças obtidas pela pegada cinzenta devem-se ao cálculo mensal feito pela ferramenta agrosustentável, tornando os valores mais precisos do que a WFC (*Water Footprint Calculator*). A adega considerada, apesar de ter menor consumo total, a sua pegada cinzenta é elevada devido a três poluentes incluídos com um grande impacto. Ainda referir que a adega com maior consumo neste estudo

apesar de apenas um poluente, a sua concentração é muito elevada ao longo dos meses resultando em valores elevados. Embora apenas tenha sido utilizada em quatro vinhas, é possível concluir que a WFC (*Water Footprint Calculator*) produz resultados válidos e tem um futuro promissor.

De forma a facilitar a compreensão dos estudos, foram realizadas duas tabelas tanto para a pegada carbónica como para a hídrica. A primeira apresenta a informação mais sintetizada, ver exemplo na Tabela 3.1 e 3.2 e outra mais pormenorizada permitindo identificar a origem das suas emissões, ver exemplo Tabela 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6 e consumo de água, ver exemplo Tabela 3.7 e 3.8.

Iniciando com a pegada carbónica, constituída pela Tabela B.1 até à Tabela B.9 dos anexos, está organizada em 8 colunas e 80 linhas. As colunas são constituídas pela referência correspondente, a sua localização (continente, país e região), tipo de vinho (tinto, branco, rosé e espumante), unidade funcional (0,75L de vinho), fronteira (PV, CU, V, EG, EB, D, U, TR e FVG), se está disponível um inventário, metodologia adotada e por fim emissões de CO_{2eq} por garrafa (0,75 L). As linhas correspondem aos 39 estudos reunidos.

Tabela 3.1 - Excerto da informação básica relativa ao estudo de Espanha para a pegada carbónica

Localização			Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)
Europa	Espanha	Galician (NW)	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14044; ADP, AP, EP, ODP, POFP, LC, Etox (GWP100)	2,935
								3,209
								3,144
								2,643

Do mesmo modo, para a pegada hídrica, constituída pela Tabela B.10 até à Tabela B.14 dos anexos, apresenta 8 colunas e 71 linhas. As colunas contêm a mesma informação que a referida para a pegada carbónica, sendo que neste caso, a última corresponde ao consumo de água em L/garrafa. As linhas contêm os 19 estudos, um número muito inferior à pegada carbónica.

Tabela 3.2 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada hídrica

Localização			Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)
Europa	Itália	Nordeste de Itália	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Sim	WFA - ISO 14046;	1193,0
							WF _{sw} ; FAP, FEP, FET, HT (C e NC)	1440,0
								10,10
		Itália 65 regiões de Itália	n.d	n.d	CCU	Não	WFA	600 - 908

Na tabela mais detalhada (desde a Tabela B.11 até à Tabela B.87 dos anexos), para a pegada carbónica, é possível observar a informação de uma forma mais detalhada, constituída pela variedade de uva utilizada, área da vinha em hectares, a sua produtividade em toneladas de uva por hectare e garrafas

produzidas por ano. De seguida, as categorias com maior impacto nas emissões como a eletricidade em kWh por ano e o respetivo fator em kg de CO_{2eq}/kWh, diesel em L por hectare, utilizado em campo na produção da uva e fertilizantes aplicados. A terceira e última parte da tabela é dividido em dois métodos, o primeiro segue a metodologia do IWCCP (*International Wine Carbon Calculator Protocol*) referido anteriormente, as emissões de CO_{2eq} são distribuídas em três âmbitos e o segundo a LCA (*Life Cycle Assessment*), no qual as emissões são distribuídas pelas diferentes fases dependendo da fronteira definida.

Tabela 3.3 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha

Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
Europa	Espanha	Galician (NW) - Ribeiro	n.d	14	8,04	102273	1565	n.d	600,20
					7,00	89091	1568		613,98
					6,86	87273	1571		524,44
					8,57	109091	1571		613,93

Tabela 3.4 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1) de Espanha

Fertilizante			Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} / garrafa)
Fertilizante Orgânico (Composto)	3,42	kg/garrafa	2,935	Fase agrícola (fertilizantes, diesel, operações no terreno e gestão dos solos), e maquinaria para operações no terreno, vinificação (<i>destemming</i> , esmagamento, fermentação, decantação, clarificação, estabilização e filtração)	n.d
	3,85		3,209		
	3,93		3,144		
	3,14		2,643		

Tabela 3.5 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3) de Espanha

Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)
Eletricidade	n.d	Transporte de garrafa e rolha para adega, material de engarrafamento e embalamento e infraestrutura	0,628

Tabela 3.6 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha

Viticultura (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Vinificação (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Transporte (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Distribuição (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Fim de vida (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Uso (kg de CO ₂ eq/garrafa)
1,810	0,496	0,628	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
2,084	0,497						
2,071	0,445						
1,702	0,314						

Para a metodologia segundo a LCA (*Life Cycle Assessment*), as fases de divisão foram, viticultura (*vineyard*), vinificação (*winery*), produção de materiais, transporte, distribuição, tratamento de resíduos, fim de vida da garrafa e uso. Iniciando na viticultura esta fase inclui todo o processo de preparação do terreno, a plantação de videiras e colheita, traduzindo-se em emissões de CO₂eq de processos, como a aplicação de fertilizantes e pesticidas e todo o trabalho no terreno que envolve maquinaria usando diesel como combustível. De seguida, a vinificação, processo que vai transformar a uva em vinho, englobando esmagamento, *destemming*, filtração, fermentação, refrigeração, aditivos, depende muito de cada produtor, como processa o seu vinho. As emissões de CO₂eq provêm principalmente da fermentação e refrigeração (emissões fugitivas).

A produção de materiais, como indica inclui toda a produção seja de fertilizantes, pesticidas e tratamentos que vão ser aplicados no terreno, diesel, como também material de engarrafamento (vidro, rótulos, rolhas) e embalamento (caixas de embalamento (cartão) e plástico). A fase de transporte foi adicionada para abranger todo o transporte, seja de uvas até à adega, como dos materiais necessários para o processo de produção de vinho e também todo o deslocamento dos trabalhadores. A distribuição, também uma forma de transporte, apenas inclui o transporte do vinho finalizado até ao retalho, tanto nacional como internacional.

Como o nome indica, a próxima fase inclui todo o tratamento de resíduos sejam eles sólidos ou líquidos, muitos estudos não contemplam esta fronteira, uma vez que é habitual este processo realizar-se fora do local de produção de uva e vinho. Para os estudos que englobam esta fronteira é difícil a sua quantificação, os valores são escassos. O fim de vida da garrafa, tal como o anterior, os dados são escassos. Esta fase inclui o fim de vida de materiais da garrafa, através da sua reciclagem, incineração e aterro. Por fim, a fase de uso, esta apenas está disponível para dois estudos, consiste nas emissões do consumidor para a compra do vinho, tornando o valor desta fronteira pouco constante e fiável.

Da mesma maneira, relativamente à pegada hídrica, constituída pela Tabela B.88 até à Tabela B.99 dos anexos, apresentam-se mais detalhes. É constituída também pela variedade de uva utilizada, área da vinha em hectares, a sua produtividade em toneladas de uva por hectare e garrafas produzidas por ano. E ainda os litros por garrafa e a sua distribuição pelos três tipos de pegada, azul, verde e cinzenta, detalhada anteriormente no capítulo 2.

Tabela 3. 7 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália

Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)	
Europa	Itália	Nordeste de Itália	n.d	7,04	10	70400	1193
							1440
							10,1
	65 regiões de Itália		n.d	n.d	n.d	n.d	600 - 908

Tabela 3. 8 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália

Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
181	Vinha (parâmetros de irrigação volume de água de diluição para aplicação de pesticidas e volume de limpeza para pulverizadores) e adega (consumo de água potável nos processos de lavagem e limpeza); consumo de água superficial e subterrânea ao longo da cadeia de abastecimento do produto (vinho)	988	Corresponde à precipitação e humidade do solo consumida pela uva (depende da necessidade de água da cultura e da humidade do solo disponível) (evapotranspiração da planta)	24	Quantidade de água doce necessária para assimilar os poluentes críticos para atender a padrões específicos de qualidade da água.
n.d		n.d		n.d	
n.d		n.d		n.d	
n.d		n.d		n.d	

Capítulo 4 - Resultados e Discussão

4.1 Pegada Carbónica

Dos estudos reunidos, é possível observar que há países com um peso notável nesta revisão, estando de acordo com os gráficos anteriormente apresentados no Capítulo 1. Esses países são a Itália, Espanha e Portugal, com percentagens de 44%, 20% e 10%, respetivamente, Figura 4.1.

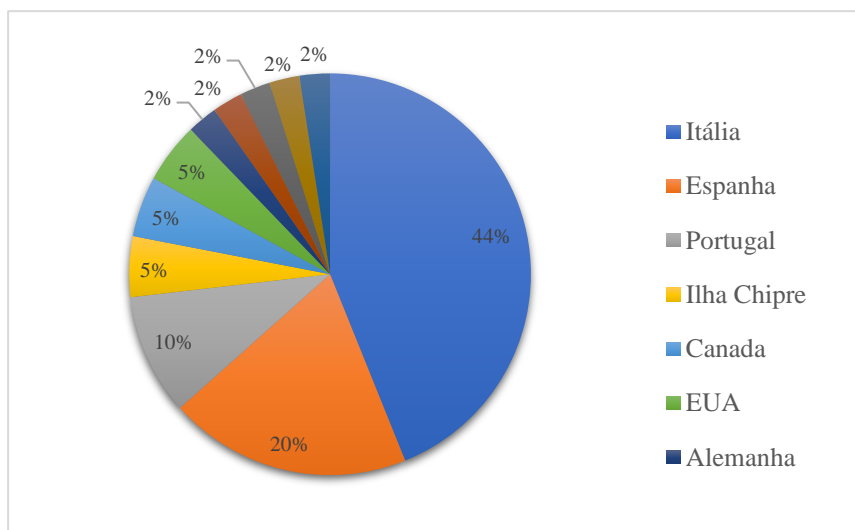


Figura 4.1 - Percentagem de número de estudos analisados de acordo com o país

Como verificámos anteriormente os países predominantes nesta revisão são Itália, Espanha e Portugal, situados na Europa, sendo que para a fronteira definida também há um conjunto de etapas dominantes, representadas na Figura 4.2. A fronteira tem um papel importante nas emissões, visto que quanto mais ampla for, mais etapas inclui até ao produto final, e maiores serão as suas emissões de CO_{2eq} por garrafa. Assim, no caso onde apenas é incluído o cultivo de uvas, a sua contribuição é muito baixa, enquanto uma das mais abrangentes, cultivo, vinificação, engarrafamento, embalagem, distribuição, fim de vida da garrafa e uso, apresenta emissões mais elevadas.

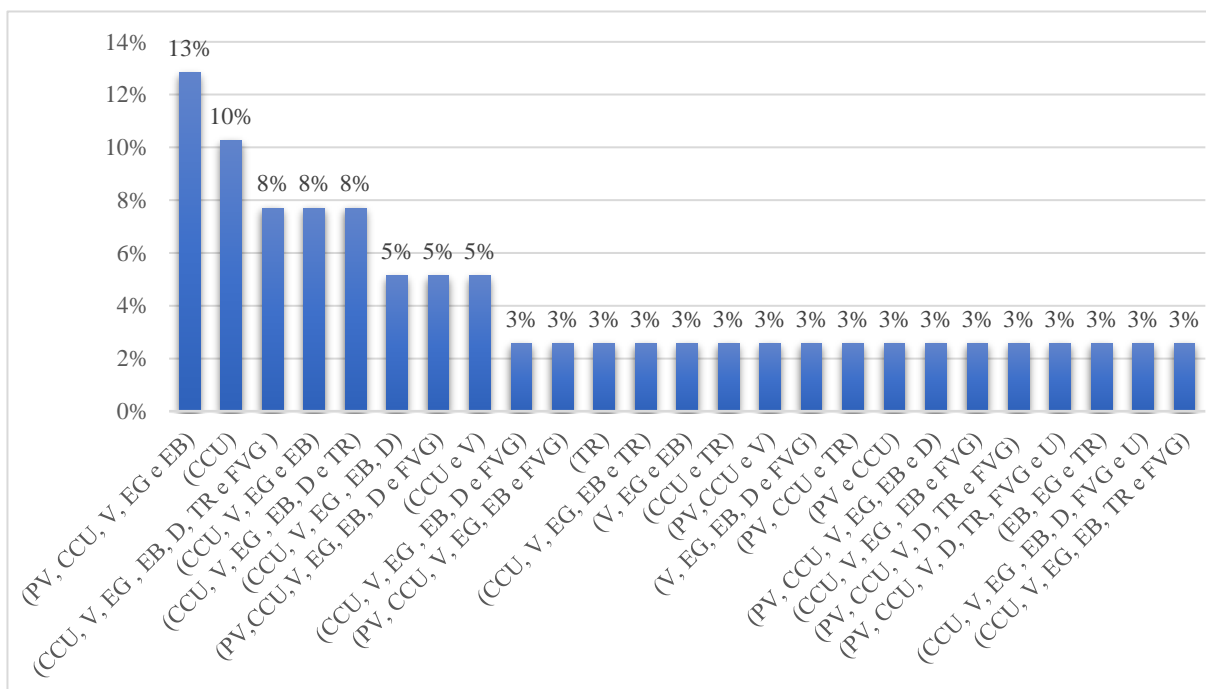


Figura 4.2 - Percentagem do número de estudos analisados com mesma fronteira

Através da Figura 4.2, a fronteira que se inicia na plantação da uva até ao embalamento é a mais comum, aplicada em cinco estudos e resultando em 13%. Em segundo lugar, com uma percentagem de 10%, englobada em quatro estudos, encontra-se a fronteira mais simples apenas incluindo a cultivaco da uva. As restantes fronteiras com 8, 5 e 3% contemplam 3, 2 e 1 estudos respetivamente.

Na metodologia Capítulo 2, foram referidos os *Eco-costs*, evidenciando os *Eco-costs* da pegada carbnica, as alteraces climáticas, um dos focos no desenvolvimento desta revisão. Adicionalmente,  possível ainda dividir os mesmos em *Eco-costs* dos Eco-sistemas constituído por eco-toxicidade, acidificaco, eutrofizaco, e *Eco-costs* da saúde humana, cancerígenos, smog e poeira fina, presentes em muito dos estudos encontrados, para além da pegada carbnica. Estes impactos estão apresentados na coluna de metodologia da primeira tabela referente  pegada carbnica.

Desta forma, os impactes de cada estudo foram reunidos e estão representados na Figura 4.3. Como foi referido anteriormente, a pegada carbnica está presente em todos os estudos, resultando numa percentagem do aquecimento global (GWP) de 100% (39 estudos). De seguida, o potencial de acidificaco (AP), expresso em SO_{2eq} (SO_2 , NO_x , HCl , NH_3 e HF), representa a capacidade de conversão em iões de H^+ [33], resulta numa percentagem de 49%, aproximadamente metade do total dos estudos (19).

O próximo impacte, potencial de eutrofizaco, EP, ($PO_4^{3- eq}$),  integrado em 17 estudos e apresenta uma percentagem de 44%, definido pela fertilizaco excessiva, tanto da água como do solo, e consequentemente um aumento do crescimento de biomassa [33]. Ainda  importante realçar, o potencial de formao de oxidao fotoquímica, POFP, (C_2H_{4eq}) e potencial de destruo da camada de ozono, ODP, ($CFC-11_{eq}$), ambas com uma percentagem de 36% equivalente a 14 estudos. Correspondem ao conhecido *smog*, formado na troposfera devido ao contacto entre a radiao solar e emissões de combustíveis fósseis [34], e  capacidade de destruo da camada de ozono através das emissões de clorofluorocarbonetos (CFCs) e hidrocarbonetos clorados (HCs), respetivamente [33].

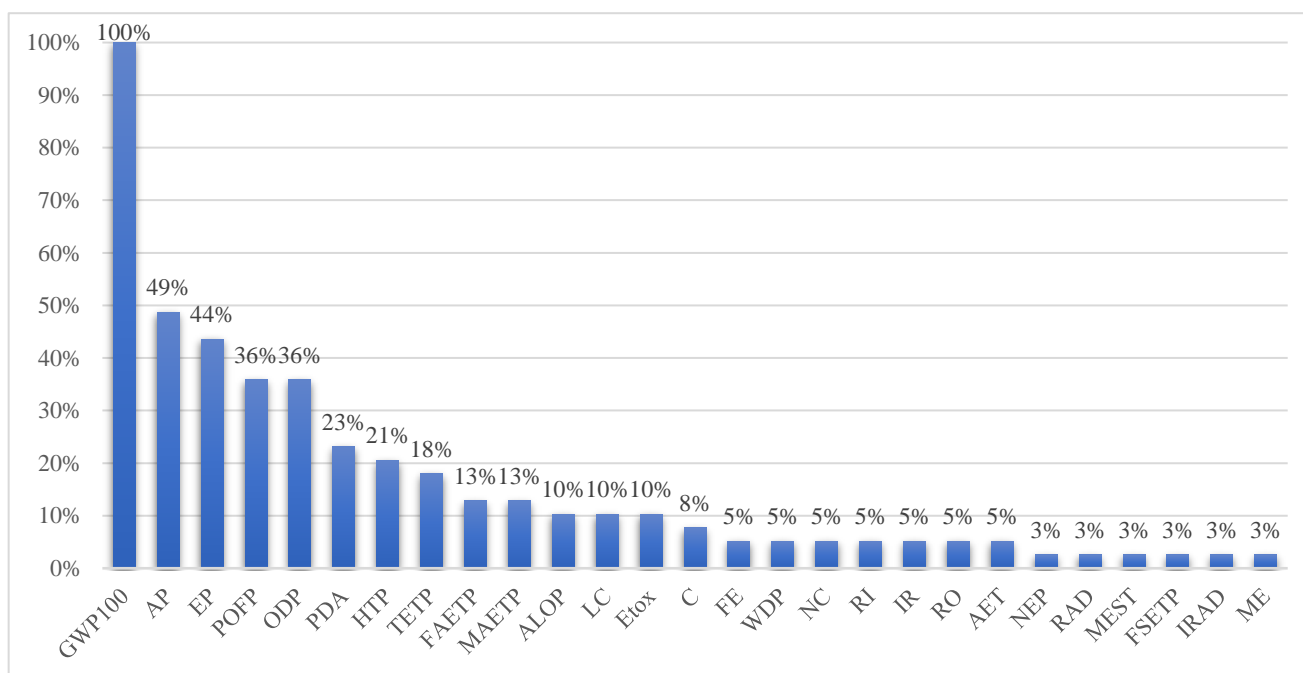


Figura 4.3 - Contribuo em percentagem dos Impactos Ambientais incluídos nos estudos analisados

De forma a visualizar emissões totais e em cada fase do processo, os dados numéricos estão apresentados na Figura 4.4 e 4.5. Este tipo de gráfico é essencial, para observar como os dados estão distribuídos e também se existem discrepâncias, uma forma de caracterizar os dados que foram reunidos após a revisão bibliográfica. Os pontos isolados, chamados *outliers*, estão numericamente distantes dos restantes dados, encontrando-se abaixo ou acima do limite superior ou inferior (máximo e mínimo). A mediana e a média estão representadas por uma linha no interior da *boxplot* e uma cruz, respetivamente.

Ainda é importante destacar que legenda apenas inclui o número de estudos com valores, ou seja, nem todos os estudos estão compreendidos nos gráficos das figuras 4.4 e 4.5.

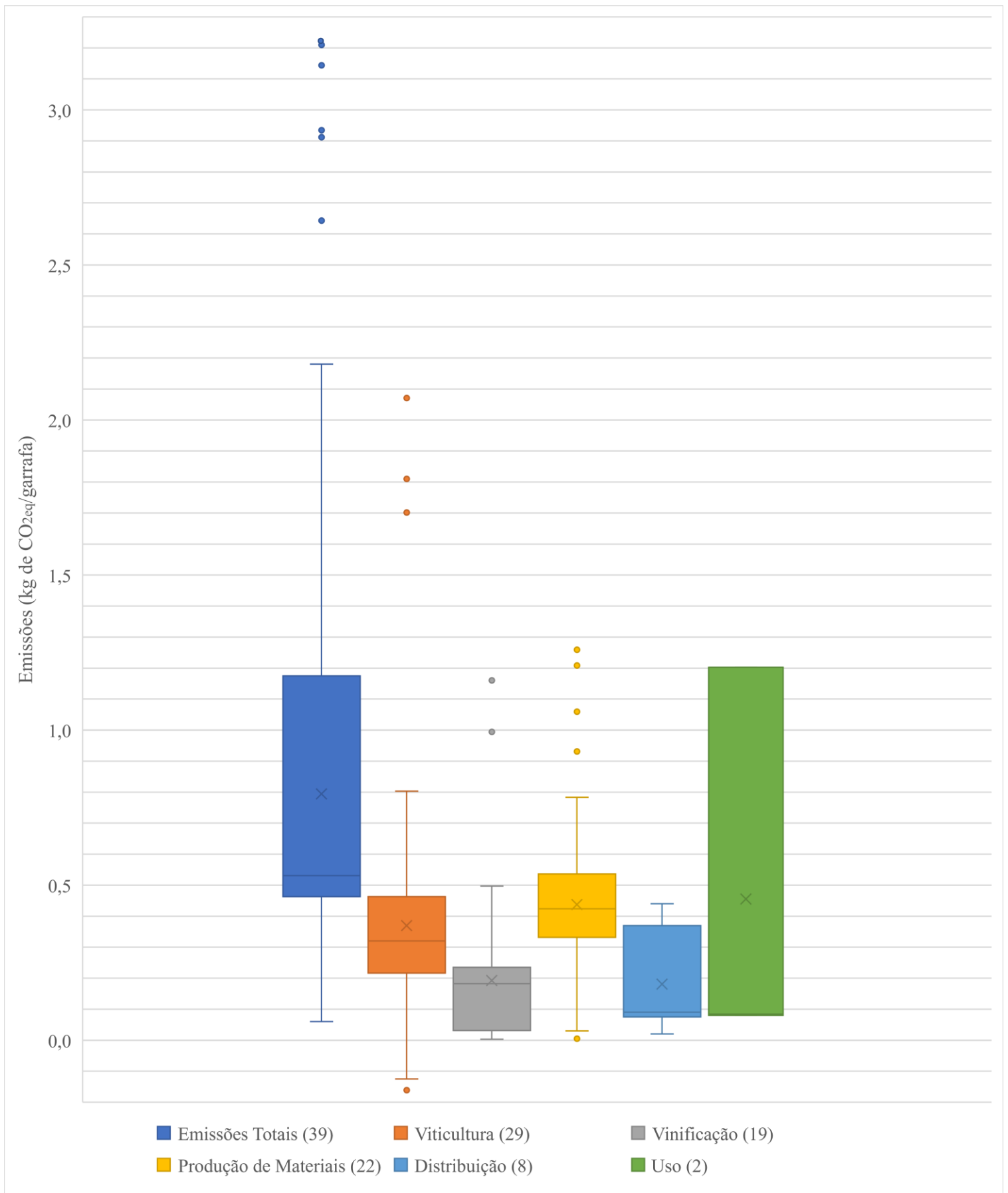


Figura 4.4 - Distribuição das Emissões Totais (GHG) e de Cada Etapa (Viticultura, Vinificação, Produção de Materiais, Distribuição e Uso) de CO₂eq/garrafa, o número de estudos está indicado entre parênteses

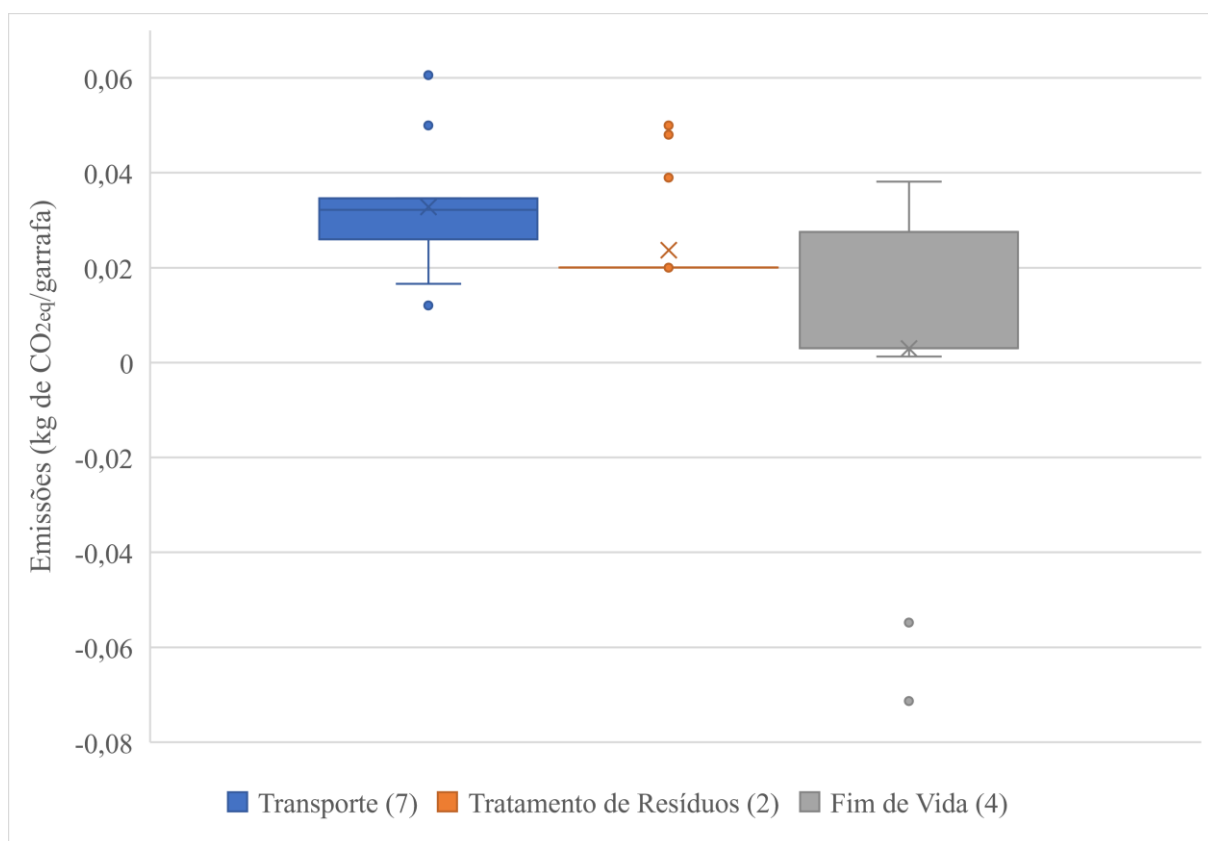


Figura 4.5 - Distribuição das Emissões de Cada Etapa (Transporte, Tratamento de Resíduos e Fim de Vida) de CO_{2eq} /garrafa

Para as emissões totais de CO_2 , composta por 39 estudos, existem seis *outliers* que correspondem, neste caso, a valores mais elevados, e desenhados das restantes emissões obtidas. Como esperado esta variável tem o número mais elevado de *outliers*, visto que as fronteiras definidas para cada estudo como se verificou anteriormente são bastante diferentes. Esses valores são 2,643; 2,912; 2,935; 3,144; 3,209 e 3,220 kg de CO_{2eq} /garrafa. Através da representação gráfica, é possível verificar que existe uma grande amplitude de dados visto que a diferença entre o 1º e o 3º quartil é bastante grande (0,712) e consequentemente uma grande variação nos dados.

O posicionamento da mediana indica-nos que os dados são muito assimétricos, visto que a sua linha se encontra muito próxima do 1º quartil. Os dados que se encontram depois da mediana são todos bastante elevados e semelhantes posicionando o 3º quartil muito distante do 1º quartil.

De seguida, a etapa correspondente à viticultura, inclui 29 estudos, ainda existindo cinco *outliers*, provêm do tipo de agricultura aplicado, ou seja, a utilização de mais fertilizantes, máquinas e manutenção para a produção da uva. Apesar disso, a *boxplot* é bastante simétrica, a mediana situa-se de igual modo entre o 1º e o 3º quartil, e a sua amplitude interquartil é muito menor que a anterior (0,246), os dados apresentam valores bastante semelhantes.

Os *outliers* correspondem aos valores, -0,161; 1,702; 1,810; 2,071; 2,084 kg de CO_{2eq} /garrafa. Destacando o primeiro valor negativo, proveniente de uma vinha portuguesa, Herdade de Grous situada no Alentejo [35], um dos únicos estudos que tem em conta as emissões biogénicas, resulta assim, no sequestro de CO_2 e não a sua emissão. O carbono é aprisionado nas estruturas permanentes da vinha, sendo atribuída uma conotação negativa à etapa de produção da uva.

Os restantes *outliers*, 1,810; 2,084; 2,071; 1,702 kg de CO_{2eq}/garrafa, correspondem a uma vinha situada em Espanha, *Galicia* appelação Ribeiro [36] ao longo de 4 anos (2007-2010). Através das Tabelas B.22 e B.23, para uma área de 14 ha, os consumos de diesel são 600,20; 613,98; 524,44 e 613,93 L/ha, respetivamente e, a aplicação de fertilizante orgânico (composto) e sintético ao longo dos anos, 3,42; 3,85; 3,93 e 3,14 kg/garrafa, ambos os valores bastante elevados, contribuindo para emissões mais elevadas e afastadas das restantes.

Passando para a fase de produção do vinho, vinificação, verificaram-se três *outliers*. Neste caso, a mediana encontra-se muito mais próxima do 3º quartil, indicando que a segunda metade dos valores se encontram bastante próximo. O valor de 1,160 kg de CO_{2eq}/garrafa, pertence a um estudo localizado em Luxemburgo [37], sendo que a fronteira do mesmo se inicia na produção do vinho e termina no engarrafamento e embalamento. O inventário relativo a estudo foi mantido confidencial o que torna difícil justificar uma produção tão elevada de emissões. É ainda importante referir, que além de Luxemburgo, Itália e Espanha também fizeram parte, mas as suas fronteiras incluem a viticultura e os seus inventários são muito transparentes.

Os dois últimos *outliers*, têm o mesmo valor, e as suas emissões totais apenas diferenciam na produção de materiais, assim apesar do mesmo estudo, são considerados duas vezes de forma a saber o impacto da produção de materiais nas emissões de CO_{2eq}/garrafa. Localizado no Sul de Itália e com emissões de 0,994 kg de CO_{2eq}/garrafa [38], o objetivo foi comparar o impacto de diferentes vinhos, tinto de alta (RQH) e média qualidade (RMQ), branco alta (WHQ) e média qualidade (WMQ), sendo que o *outlier* corresponde ao vinho tinto de alta qualidade.

De uma forma geral o vinho tinto tem emissões mais elevadas, neste caso, para o vinho tinto de alta qualidade, é devido à etapa de refinação durante 24 meses a uma temperatura controlada. Através do inventário fornecido, comparando com o vinho tinto de média qualidade, o impacto maior é na etapa de refinação, a eletricidade utilizada no arrefecimento para uma temperatura controlada, 1,51 e 1,71 MJ. Ainda é importante referir que no vinho tinto de média qualidade apenas tem uma refinação com valor de 0,71 MJ, menos de metade do consumo verificado para a alta qualidade.

Na produção de materiais, presente em 22 estudos, o 1º, mediana e 3º quartil apresentam-se bastante próximos e posicionados em valores mais elevados, comparando com as *boxplots* anteriores, e a sua amplitude interquartil é de 0,206 mais baixa. A sua mediana encontra-se ligeiramente mais próxima do 1º quartil, indicando que a distribuição é quase simétrica. Relativamente aos *outliers*, foram verificadas seis com valores de 0,005; 0,931; 1,060; 1,208; 1,216 e 1,259 kg de CO₂/garrafa.

Começando pelo valor mais baixo, 0,005, pertence ao estudo realizado em Portugal em Bairrada, Dão, Távora-Varosa, Douro e Vinho Verde [39]. O valor desta etapa é demasiado baixo, pois apenas conta com a produção de fertilizantes e pesticidas. Os restantes valores deste estudo também são mais baixos comparando com a restante revisão.

De seguida, 0,931 kg de CO₂/garrafa, pertence ao estudo analisado em Portugal, Douro[40]. O valor apresentado para esta fase representa 70% das suas emissões totais, devido à produção de vidro. Foi calculado um valor de intensidade do material em kg/garrafa para todas as fases, apresentando a produção de materiais, o valor mais elevado. Esse valor está relacionado com a quantidade de materiais embalados consumidos, maioritariamente vidro, uma vez que o valor é medido em kg/garrafa.

O estudo referente ao valor 1,060 kg de CO₂/garrafa, Itália (Norte de *Sardinia*)[41], é mais elevado, devido aos seus *hotspots*, produção de garrafas de vidro e de aço para as máquinas agrícolas. Como podemos observar através das Tabelas B.44 e 46, apesar de ser possível reunir os dados para cada fase

de produção de vinho, para os dados básicos da vinha, não estão disponíveis. Ainda é importante referir que este valor inclui a eletricidade, os dados fornecidos pelo estudo não permitiram a sua subtração, resultando assim num valor acima da realidade.

Por fim, os três valores mais elevados correspondem ao mesmo estudo situado no Alentejo, na Herdade de Grous [35]. Neste caso, estes valores muito acima da média, resultam dos fatores de emissão aplicados para o vidro e cartão, muitas vezes afastados da realidade, devido ao método e local de fabrico, e matéria-prima.

Uma das únicas fases sem *outliers* é a distribuição, mas também apenas contempla oito estudos pois é uma das fases mais inconsistentes em todo o processo e por vezes difíceis de calcular. O 1º quartil e a mediana são bastante próximos 0,075 e 0,090, respetivamente, tornando a *boxplot* bastante assimétrica e uma amplitude interquartil de 0,272. Os dados entre a mediana e o 3º quartil são mais elevados, encontrando-se muito distanciado relativamente aos anteriores e tornando a *boxplot* maior que as fases anteriores.

O transporte, excluindo a distribuição do produto final, corresponde ao transporte de matérias-primas necessárias tanto para viticultura como para a vinificação e ainda o transporte de uvas (pouco significativo e difícil de obter). Esta fase apenas reúne os respetivos valores em sete estudos, apresentando uma diferença entre quartis muito pequena, 0,0087 uma das mais baixas.

Foram verificados três *outliers*, o primeiro, com o valor inferior ao primeiro quartil, 0,012 kg de CO₂/garrafa pertence ao estudo localizado em Itália, *Viterbo*[42]. Apenas foi incluído transporte de matérias-primas como óxido de cobre e enxofre, e de materiais de embalagem primário, resultando num valor muito baixo. As emissões de GHG são baseadas na distância percorrida e na carga do camião, e adicionalmente a viagem de volta sem carga.

O próximo *outlier*, 0,050 kg de CO₂/garrafa um valor mais elevado, pertence a um estudo realizado nos EUA, *Napa*[43]. Nesta fase pertencem os transportes de matérias-primas e uvas para adega, e transporte de negócios e pessoal sendo este último o que contribui mais, aproximadamente 0,03 kg de CO₂/garrafa resultando em emissões mais elevadas.

Por fim, o valor mais elevado 0,061 kg de CO₂/garrafa, é também pertencente ao estudo com emissões totais mais elevadas localizado no Canadá, *Nova Scotia*[29]. São incluídos o transporte das uvas até à adega (0,0179), do vinho para engarrafamento (0,0182) e das garrafas de vidro (vazias) (0,0245) todos em kg de CO_{2eq}/garrafa. Este estudo tem uma das fronteiras mais abrangentes, com informação mais detalhada, resultando também em emissões mais elevadas.

O tratamento de resíduos, é composto por quatro *outliers*, nesta fase tanto o 1º quartil, como a mediana, como o 3º quartil têm exatamente o mesmo valor, obtendo assim uma diferença interquartil de zero. O primeiro *outlier*, 0,02 kg de CO₂/garrafa, provém do estudo realizado em Espanha e França, com um total de 18 vinhas[44]. O valor obtido é uma média de todas as vinhas avaliadas, tornando os valores muito longe da realidade, pois as áreas de cada vinha são muito diferentes. No entanto, são discriminadas a origem das emissões, onde esta fase inclui resíduos de vidro (0,006), e tratamento de resíduos sólidos (0,014) e água (4,8E-06), valores muito baixos.

Os *outliers* restantes, 0,039; 0,048 e 0,050 kg de CO₂/garrafa, pertencem ao mesmo estudo, na Ilha do Chipre, *Limassol e Paphos*[45]. A análise inclui vinho tinto e branco, na qual o valor mais elevado corresponde ao tinto. Esta fase apenas engloba a gestão dos resíduos da colheita, sendo muito semelhantes os valores entre as variedades de uva escolhidas, e também devido a práticas semelhantes.

Em Chipre é muito comum a queima de resíduos, mas caso sejam processadas por um método diferente, a pior hipótese, seria a deposição dos resíduos e deixá-los decomporem em pilhas, libertando gases como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), com maior potencial de aquecimento global do que o dióxido de carbono (CO₂).

Relativamente ao fim de vida da garrafa, apenas são verificados dois *outliers*, ambos de conotação negativa. A *boxplot* apresentada para esta fase é bastante assimétrica, uma vez que o 1º quartil e a mediana têm exatamente o mesmo valor, resultando numa diferença interquartil muito pequena, 0,025 kg de CO₂/garrafa.

Ambos *outliers* pertencem ao mesmo estudo, localizado em Itália, *Umbria*[46]. Os valores, -0,071 e -0,055 kg de CO₂/garrafa correspondem, ao tipo de vinho tinto e branco, respetivamente, sendo o sinal negativo uma indicação de emissões evitadas. Para este estudo, o fim de vida da garrafa inclui a garrafa de vidro, a rolha, o rótulo e a cápsula processados através de reciclagem, aterro e incineração, não sendo possível discriminar para cada processo a sua contribuição. Ainda é importante referir, que os valores apresentados abrangem também o processamento de cartão pertencente à fase de tratamento de resíduos, não modificando os valores obtidos, pois a sua contribuição não é considerável.

A última fase, uso, a mais difícil de quantificar apenas contempla dois estudos. Apesar de não existirem *outliers*, os dados disponíveis são tão diferentes, que a sua diferença interquartil tem um valor de 1,123 kg de CO₂/garrafa, a mais elevada. Tal como na fase de distribuição, a sua *boxplot* vai ser bastante assimétrica. Apesar de o 1º quartil ter valor de 0,08 e a mediana 0,084 kg de CO₂/garrafa, o 3º quartil apresenta um valor de 1,20 kg de CO₂/garrafa, muito distante. Assim, não é possível uma leitura muito válida de acordo com os dados apresentados.

Na Figura 4.6, através de valores médios, é possível observar uma perspetiva diferente da contribuição de cada fase na produção do vinho. Como foi verificado anteriormente, as fases com maior contribuição são a viticultura, 0,370 kg de CO₂/garrafa, a produção de materiais, 0,437 kg de CO₂/garrafa e o uso, 0,456 kg de CO₂/garrafa, sendo o último um valor que não representa a realidade, visto que apenas inclui dois estudos com valores completamente opostos, já discutido anteriormente.

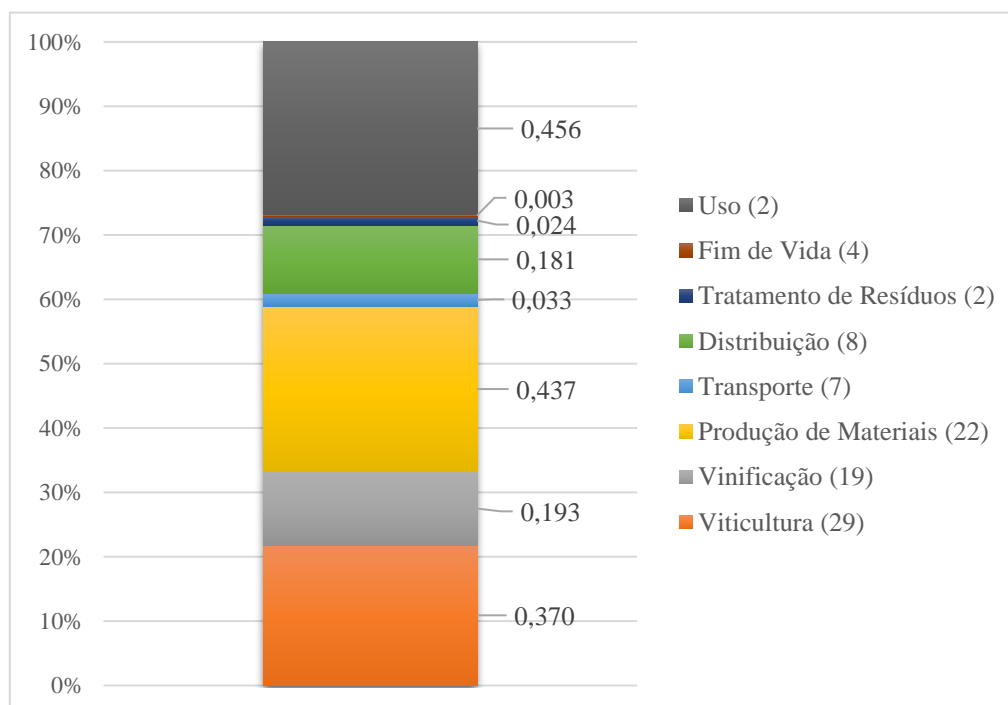


Figura 4.6 - Contribuição de cada fase na produção de vinho através de valores médios em kg de CO₂eq/garrafa

Como foi referido no Capítulo 2, revisão bibliográfica, as emissões podem também ser divididas em âmbitos. Para esta metodologia, é difícil fazer a sua divisão quando não é feita diretamente pelo estudo, sendo apenas reunidos 7 estudos, apresentados na Figura 4.7.

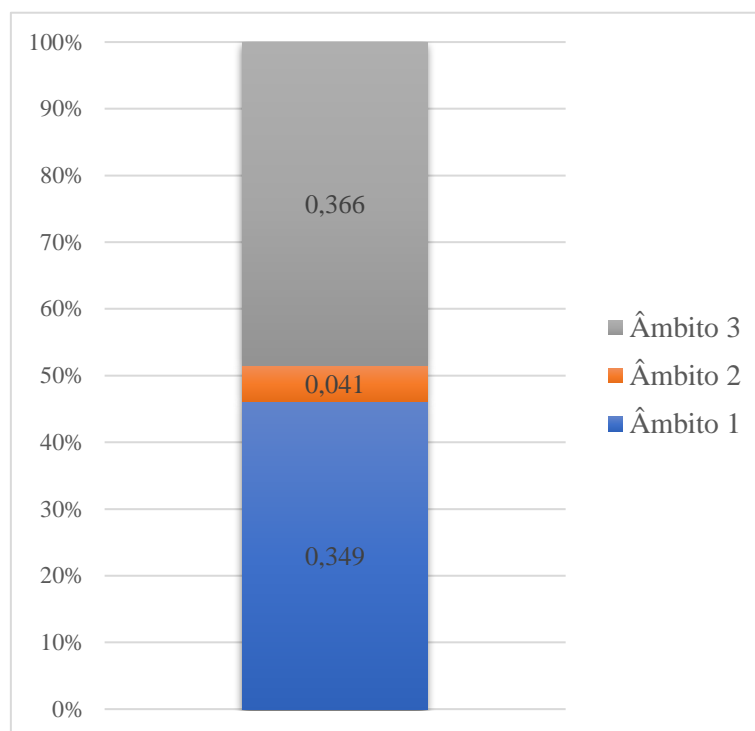


Figura 4.7 - Contribuição de cada âmbito na produção de vinho através de valores médios em kg de CO₂eq/garrafa

É notável a diferença dos valores médios obtidos em cada âmbito. O âmbito 2 apenas inclui a eletricidade, resultando no valor mais baixo, 0,041 kg de CO₂eq/garrafa, enquanto o âmbito 1 e 2, têm valores muito semelhantes e mais elevados, 0,366 e 0,349 kg de CO₂eq/garrafa, respetivamente.

Os valores reunidos para o âmbito 2, dependem do fator de eletricidade definido, sendo importante referir que um dos estudos com total de 40 vinhas admitiu o seu âmbito 2 e 3 como zero, contribuindo para obter valores mais baixos e menos precisos. Relativamente aos fatores de eletricidade, o valor mais baixo registado foi 0,174 kg de CO₂eq/kWh correspondente aos EUA, enquanto o mais elevado 0,810 kg de CO₂eq/kWh pertence ao estudo da Ilha de Chipre. Esses valores estão diretamente relacionados com as emissões relativas ao âmbito 2, pois resulta em 0,056; 0,052; 0,011 kg de CO₂eq/garrafa para os EUA enquanto para a Ilha de Chipre 0,605 kg de CO₂eq/garrafa.

O estudo situado na Ilha de Chipre, é realizado por uma pequena média empresa, (*Small to Medium Enterprise* – (SME)) não sendo energeticamente eficientes, como acontece em maior parte das infraestruturas de produção de vinho na ilha. O vinho armazenado no verão e outono, em tanques, necessita de uma temperatura específica controlada, aumentando assim o consumo de eletricidade. Para contornar essas emissões provenientes da eletricidade, consideradas um *hotspot* deste estudo, deve ser feito um investimento em painéis solares fotovoltaicos, reduzindo a pegada carbónica. Também deve-se apostar em tecnologias mais eficientes para refrigeradores e sistemas de iluminação.

Pelo contrário o estudo dos EUA, Nova Iorque (*Finger Lakes*) tem investido bastante em painéis solares fotovoltaicos, pelo programa *NY-Sun*, incentivando a comunidade e a indústria na sua instalação. Este esforço, resultou no ganho de um prémio, *Solar Champion Award*. O tempo favorável na região também facilitou o seu investimento, sendo produzida quantidade suficiente de energia para as instalações de

vinificação e salas de degustação, e ainda direcionar o seu excesso para a rede. Assim, o fator e emissões produzidas pela eletricidade vão ser bastante baixas.

Como foi referido anteriormente, os dados do âmbito 3 obtidos foram influenciados pelo estudo que considerou zero. Posto isto, os restantes valores reunidos, têm no mínimo um valor de 0,573 kg de CO_{2eq}/garrafa e máximo 2,044 kg de CO_{2eq}/garrafa. Estes valores tão elevados, são principalmente responsáveis pela produção de materiais, nomeadamente, produção de vidro.

A finalizar a parte da pegada carbónica, verificou-se ao longo dos resultados que existe uma grande diversidade de resultados em cada estudo. Posto isto, de forma a validar e homogeneizar os dados de emissões, os mesmos foram organizados de acordo com a fronteira definida inicialmente, e verificar se têm também emissões semelhantes para cada fase. Foram realizados gráficos para as fronteiras mais frequentes e nas quais foi possível reunir dados, iniciando na fronteira que engloba PV, CCU, V, EG e EB, representado na Figura 4.8.

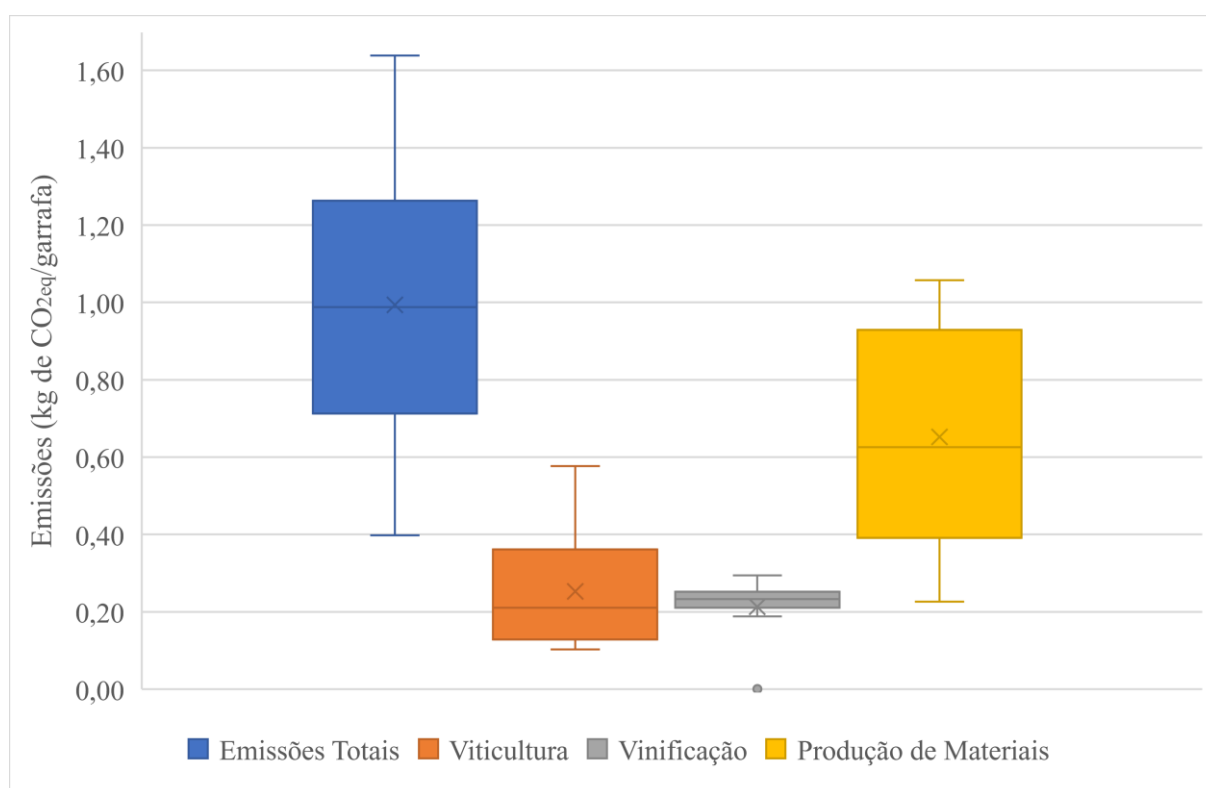


Figura 4.8 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação e produção de materiais) de CO_{2eq}/garrafa

Nesta fronteira também estaria incluída a fase de transporte, mas não foi possível devido à falta de dados. Como podemos observar, apenas existe um *outlier*, na fase de vinificação, o que indica que os valores dentro da mesma fronteira são bastante semelhantes. A *boxplot* das emissões totais é bastante simétrica, indicando que os valores estão bem distribuídos entre o 1º, 2º (mediana) e 3º quartil, e a sua diferença interquartil é 0,55 kg de CO_{2eq}/garrafa. Da mesma forma, a fase correspondente à produção de materiais é simétrica, com uma diferença interquartil semelhante de 0,54 kg de CO_{2eq}/garrafa.

Apesar da fase correspondente à viticultura ter valores mais próximos, e uma diferença interquartil de 0,232 kg de CO_{2eq}/garrafa, o valor mais elevado, 0,579 kg de CO_{2eq}/garrafa, vai provocar uma maior distância entre o 3º quartil e esse valor. Esse valor na fase de viticultura, tem como *hotspot*, a produção

e combustão do diesel, sendo que a produção de diesel é pertencente à fase de produção de materiais, e não foi possível discriminar. Posto isto, os valores não estão muito longe da realidade, pois a maior contribuição de emissões de CO₂ provém da combustão do diesel. O baixo valor registado, 0,00286 kg de CO_{2eq}/garrafa na vinificação, deve-se à omissão da eletricidade consumida nessa fase, apenas são contabilizadas as emissões das leveduras do vinho, dióxido de enxofre, enzimas pectolíticas, ácido ascórbico, azoto líquido, bentonita, gelatina e farinhas fósseis, com pouco impacto nesta fase.

De seguida, a figura 4.9 engloba a fronteira CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG. Não foi possível representar as fases de tratamento de resíduos e do fim de vida da garrafa, devido aos dados insuficientes.

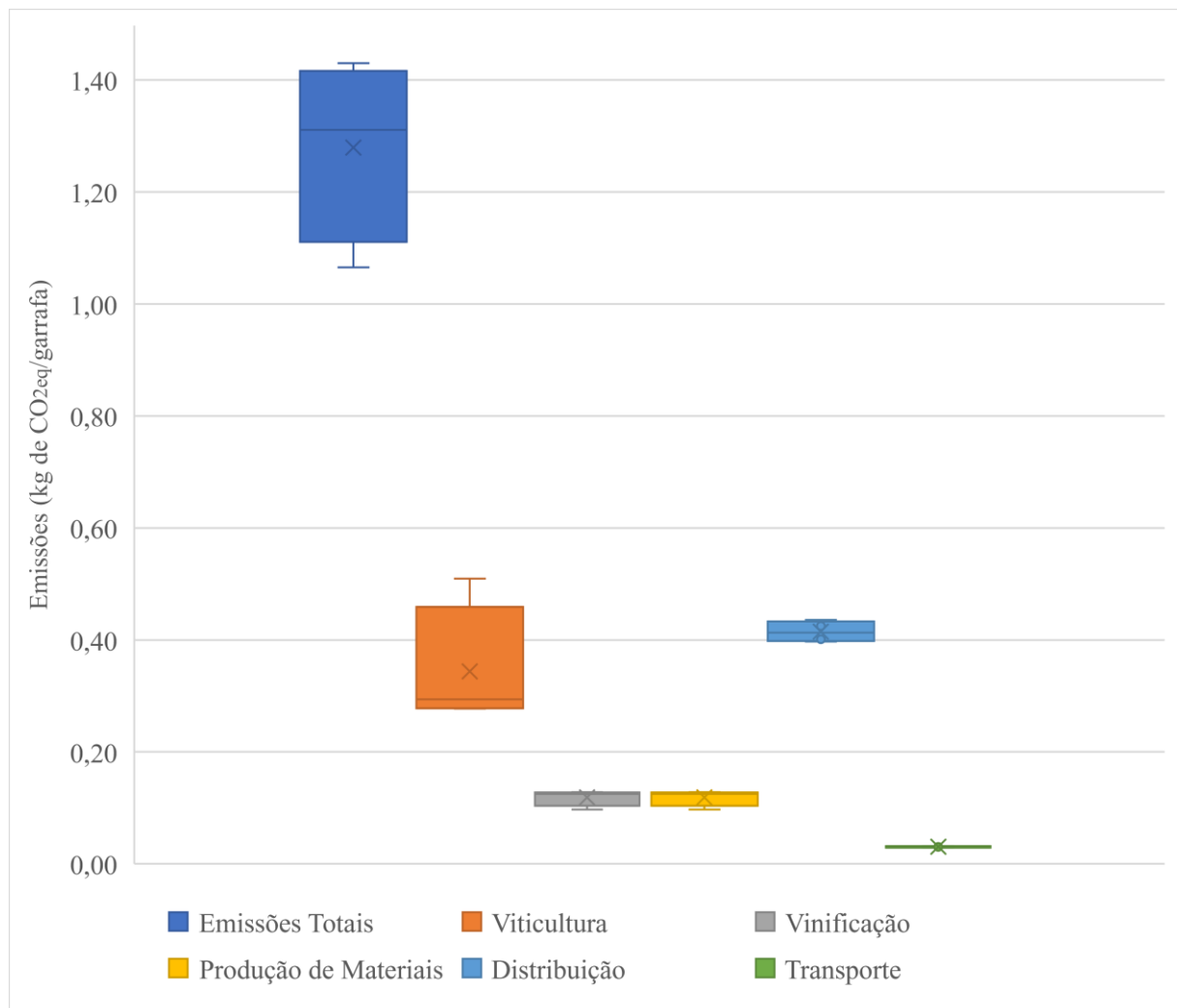


Figura 4.9 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação, produção de materiais, distribuição e transporte) de CO_{2eq}/garrafa

Podemos observar que para esta fronteira não existem *outliers* e as fases de vinificação, produção de materiais, distribuição e transporte têm valores muito próximos, pois a amplitude das suas *boxplots* é muito pequena. Pelo contrário, a fase de emissões totais e da viticultura têm diferenças interquartis maiores de 0,306 e 0,181 kg de CO_{2eq}/garrafa, respetivamente. A fase de viticultura apresenta-se bastante assimétrica, apresentando o mesmo valor para o mínimo e o 1º quartil. A sua assimetria é provocada pelo valor 0,513 kg de CO_{2eq}/garrafa, pertencente ao estudo realizado na Austrália, proveniente da produção e utilização de pesticidas, fertilizantes e combustíveis.

Por fim, a fronteira apresentada na Figura 4.10, CCU, V, EG e EB, apesar de não incluir a plantação da vinha, as fases apresentadas são iguais à Figura 4.8. Novamente, a fase de transporte foi excluída por falta de dados e não existem *outliers*.

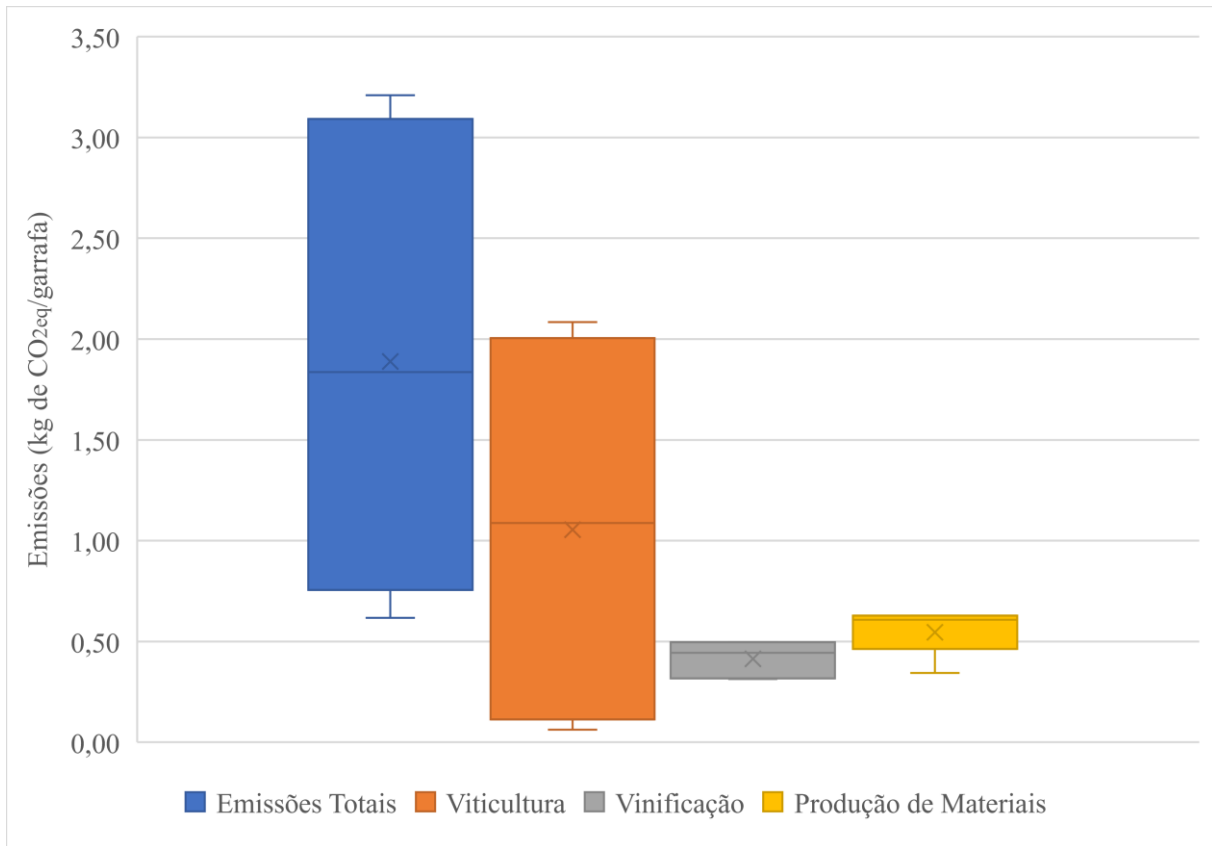


Figura 4.10 - Distribuição das emissões totais (GHG) e de cada etapa (viticultura, vinificação, produção de materiais) de CO_{2eq} /garrafa

As fases de vinificação e produção de materiais, apresentam *boxplots* muito reduzidas, o que significa que os valores dentro de cada fase são muito semelhantes. Contrariamente, as emissões totais e a fase da viticultura têm grandes diferenças interquartis, 2,34 e 1,89 kg de CO_{2eq} /garrafa, respetivamente, sugerindo uma grande diversidade de valores, apesar de *boxplots* muito simétricas.

4.2 Pegada Hídrica

De acordo com os estudos reunidos e analisados, mais uma vez é notável a contribuição de Itália, 29%, de seguida Portugal com 11% e Roménia 7%, apresentados na figura 4.11. Os restantes países com uma percentagem de 4% apenas incluem um estudo.

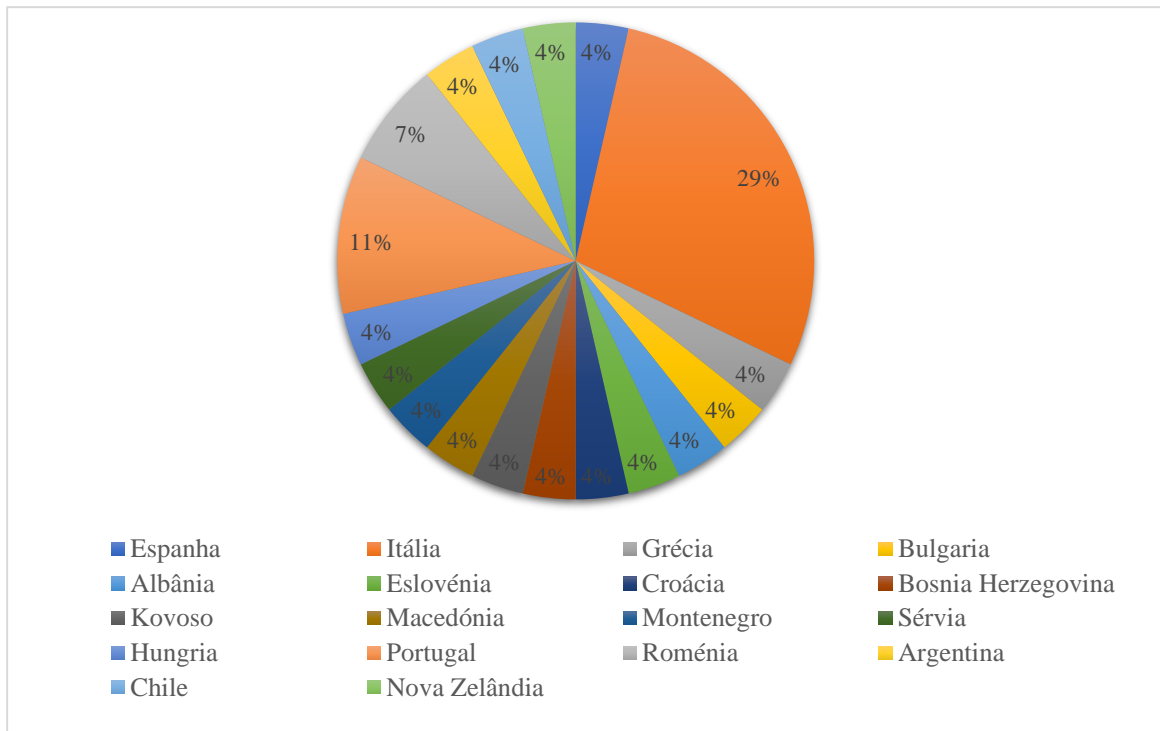


Figura 4.11 - Percentagem de número de estudos analisados de acordo com o país

Tal como verificamos para a pegada carbónica, todos os estudos são analisados de acordo com uma fronteira, sendo que para a pegada hídrica, a fronteira mais abrangente não significou um consumo de água maior. De acordo com a metodologia presente no Capítulo 2, a pegada hídrica é dividida em azul, verde e cinzenta. A água verde é dada por toda a água da chuva que não escoe, ou seja, depende muito da quantidade de precipitação em cada país, existem países mais secos e outros onde é mais frequente chover, não sendo linear o consumo de água para cada vinha. Ainda é importante referir, que para dois estudos não foi possível reunir a sua fronteira e de uma forma geral, na pegada hídrica a definição da sua fronteira nem sempre foi um processo direto, ao contrário da pegada carbónica.

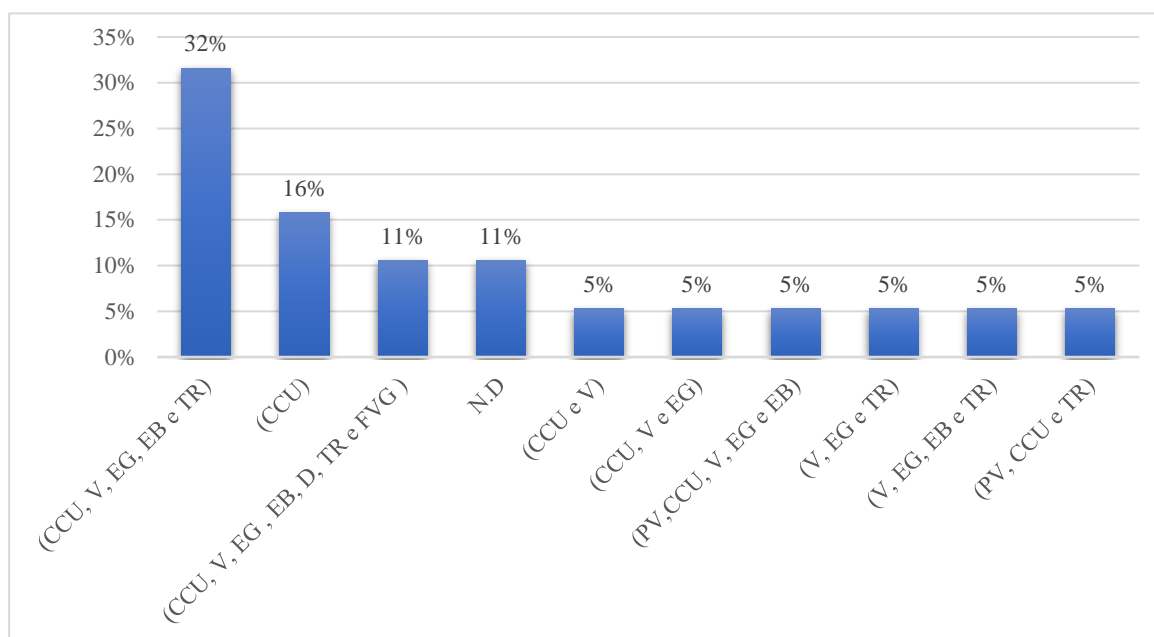


Figura 4.12 - Percentagem do número de estudos analisados com mesma fronteira

Através da figura 4.12, a fronteira mais comum é a que se inicia no cultivo e colheita da uva até ao embalamento, e é realizado o tratamento de resíduos, com uma percentagem de 32%. De seguida, apenas presente em três estudos, a fronteira mais pequena, cultivo e colheita da uva com uma percentagem de 16%. As restantes fronteiras com 11 e 5% englobam 2 e 1 estudos, respetivamente. Para a pegada hídrica, muitos estudos não realizaram a avaliação de outros impactes, não sendo possível realizar um gráfico para os impactes ambientais.

Para a pegada hídrica, não foi possível dividir o consumo de água ao longo das diferentes fases, pois apenas quatro estudos disponibilizam essa informação detalhada, insuficientes para a realização do gráfico. Esses estudos pertencem a Itália (três) e a Portugal (um). Ainda assim, podemos destacar onde se encontram os maiores consumos nestes quatro estudos de cada pegada (azul, verde e cinzenta).

Iniciando com a pegada azul, verificou-se que todos os estudos têm como um dos seus focos a fase de embalamento com valores situados no intervalo de 1,20-3,94 L/garrafa. Além desse, o consumo de água na adega em dois estudos, com valores aproximados iguais, contribui com 2,5 L/garrafa, e ainda a produção de energia (eletricidade e gás liquefeito de petróleo) para apenas um estudo de 2,1 L/garrafa. Para a pegada verde, a sua diferenciação não existe, pois, a água é proveniente da chuva, ou seja, o foco será na fase de viticultura no cultivo das uvas.

Por fim, a água cinzenta só está disponível para apenas dois estudos (pertencentes a Itália), e os maiores consumos de água refletem-se nos fertilizantes e no embalamento, com intervalos de 18,4-20,3 L/garrafa e 12,0-42,8 L/garrafa, respetivamente.

De forma a visualizar a pegada total, e a sua distribuição pela pegada azul, verde e cinzenta, os dados encontram-se apresentados nas figuras 4.13 e 4.14 através do mesmo tipo de gráfico utilizado na pegada carbónica. A mediana e a média estão representadas por uma linha no interior da *boxplot* e uma cruz, respetivamente. Ainda é importante destacar que legenda apenas inclui o número de estudos com valores, ou seja, nem todos os estudos estão compreendidos nos gráficos das figuras 4.13 e 4.14.

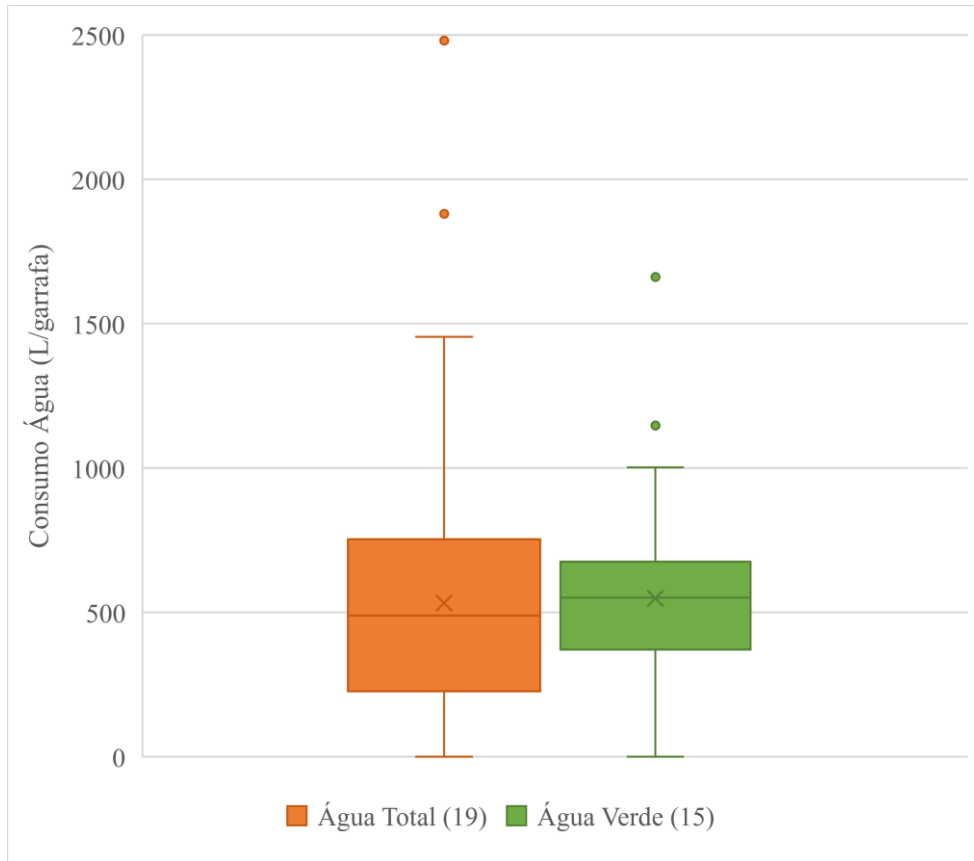


Figura 4.13 - Distribuição do consumo de água total e da pegada verde em L/garrafa

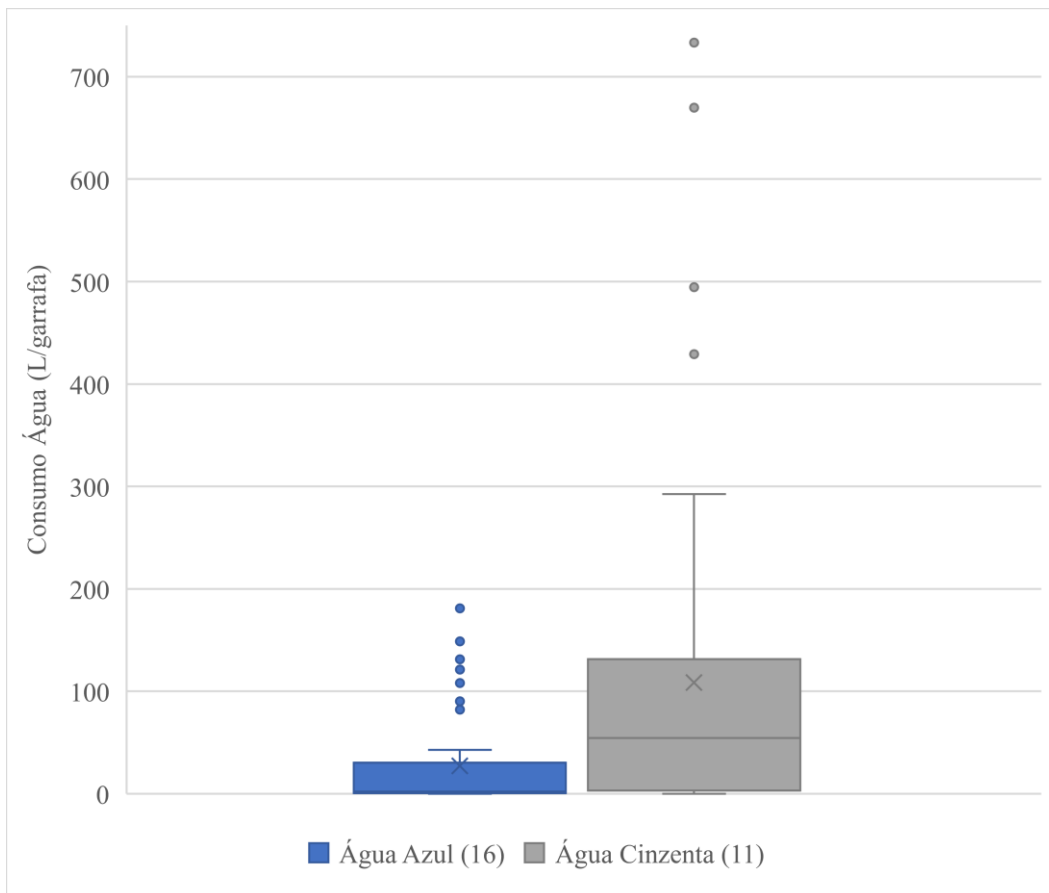


Figura 4.14 - Distribuição do consumo de água da pegada azul e cinzenta em L/garrafa

O consumo de água total é composto por 19 estudos, muito menor ao número reunido para a pegada carbônica. Através da figura 4.13, contrariamente ao esperado, a água total dada pela soma da água azul, verde e cinzenta, apenas apresenta dois *outliers*. As diferentes fronteiras e localização dos estudos, diretamente relacionada com a quantidade de precipitação anual, vão criar uma grande diversidade de resultados, mas neste caso, grande parte dos valores ainda se encontram no interior da *boxplot*. Apresenta uma diferença interquartil é de 527,5 L/garrafa, a maior verificada.

De seguida, a pegada verde inclui 15 estudos, apresentando também dois *outliers* com valores de 1447 e 1147 L/garrafa pertencentes ao mesmo estudo. O estudo analisado na Roménia, Iasi[47], corresponde ao mesmo que originou as dois *outliers* no consumo de água total. É analisada a pegada hídrica entre 2005 e 2008, correspondendo os valores mais elevados a 2005 e 2007. A escolha de quatro anos em épocas distintas, permite a diferenciação entre a pegada azul, verde e cinzenta, pois os níveis de precipitação anual não são constantes.

A sua pegada verde é definida como água da chuva armazenada no solo como humidade (evapotranspiração). Para as uvas produzidas na Roménia são necessários 112 mm de água, sendo que a chuva utilizada pela cultura é de 396 mm um valor muito mais elevado, também chamada de pegada verde, e o motivo pelo qual o seu valor em L/garrafa é tão alto. A uva é cultivada principalmente através da água verde, a irrigação foi usada apenas para anos de secas severas.

Na figura 4.14, está a distribuição dos valores da pegada azul (16 estudos), a pegada com mais *outliers*, treze. Esta pegada depende muito de como cada vinha gere o seu consumo de água nos diferentes processos. Grande parte dos seus valores apresentam-se abaixo dos 40 L/garrafa, sendo a sua diferença interquartil a mais pequena, 29,8 L/garrafa.

Os *outliers* verificadas pertencem a sete estudos diferentes. Iniciando pelo estudo que inclui seis *outliers*, (82,2; 87,6; 90,2; 108,2; 121,4 e 131,2 L/garrafa) é localizado na província de Mendoza, Argentina[48]. A diversidade de valores obtidos para este estudo, está relacionada com a região, variedade de uva e as respetivas práticas agrícolas.

Neste estudo, o cálculo da pegada azul é obtido com auxílio da componente do uso de água da cultura (*Crop Water Use* – (CWU)) e o seu rendimento (*Crop Yield* – (Y)). Apenas foi considerado o consumo de água na fase de viticultura, não sendo incluída a evaporação, transpiração e irrigação, caso o seu consumo seja menos de 0,5% do consumo total da água. Ainda é excluída a água necessária para aplicação de fertilizantes e pesticidas, e lavagem de máquinas e caixas de colheita.

Os resultados obtidos dependem muito do rendimento da cultura (Y), devido aos fatores climáticos, naturais e tipo de solo. As regiões de *San Rafael*, *General Alvear* e *Uco Valley* são mais propensas a fatores naturais, como geada e ventos fortes, que diminuem o rendimento da cultura, enquanto a zona de *La Paz* é afetada pela salinidade dos solos.

Para as variedades de uva, *Malbec* e *Cabernet Sauvignon*, é comum passarem por um processo de desbaste dos seus cachos, reduzindo o seu rendimento e afetando a pegada hídrica. Este processo provoca um aumento considerável de consumo de água, quando comparado com variedades que não adotam esta prática.

A utilização de sistemas de irrigação pressurizada reduz o consumo de água, quando comparado com o sistema de irrigação por gravidade, resultando numa poupança de 14,3% de água. Como exemplo, no caso da variedade *Malbec* quando a irrigação gota a gota é aplicada, em vez de irrigação de superfície,

a poupança pode chegar a 50%, sendo essa água retornada ao ciclo de vida, não é utilizada para processos agrícolas, industriais ou residenciais.

Os próximas dois *outliers*, têm o mesmo valor de pegada azul 90 L/garrafa e pertencem ambas à Nova Zelândia[49][50]. Estes estudos são muito semelhantes, e alguns autores pertencem aos dois artigos. O primeiro estudo inclui duas zonas, *Marlborough* e *Gisborne*, existindo uma grande diferença entre as suas pegadas azuis. O valor elevado pertence a *Marlborough*, devido à irrigação das suas vinhas, enquanto *Gisborne* recorre a água da chuva.

O estudo seguinte também avalia as mesmas regiões e com resultados semelhantes. Da mesma forma, as diferentes pegadas azuis, justifica-se pela de irrigação nas vinhas. Assim, em *Gisborne*, a ausência de irrigação, resulta numa pegada azul baixa, contribuindo para a mesma, apenas as aplicações de herbicidas e pesticidas.

O *outlier* de 113 L/garrafa, verificou-se num estudo que engloba a Itália e a Península *Balkan*, sendo o valor obtido pertencente à Grécia[51]. Apesar da sua pegada azul ser mais elevada, a pegada total é uma das mais pequenas. Não foi possível justificar esses consumos, pois o estudo foca-se na avaliação económica da produtividade da água do comércio de vinho, entre a Itália e a Península *Balkan*.

A pegada azul de 149 L/garrafa pertence ao estudo localizado na Roménia, Iasi[47]. Como já foi referido anteriormente, este estudo analisa a pegada hídrica entre 2005 e 2008, correspondendo o único valor de pegada azul a 2007.

Apenas foi utilizada irrigação nas vinhas, num período muito reduzido (secas), sendo insignificante a evaporação dos campos agrícolas. Apenas se verificou uma pegada significativa em 2007, pois entre julho e setembro ocorreram eventos climáticos fora do comum. Para este estudo, a sua pegada azul é de apenas 6% do total, muito reduzida.

De seguida, verificou-se um *outlier* de 181 L/garrafa referente ao estudo localizado no Nordeste de Itália[52]. Esse valor inclui a irrigação, 15% da pegada total, água para diluição durante tratamentos fitossanitários, 0,2% do consumo total e ainda água utilizada na adega de apenas 0,5%. Assim o maior contribuidor para a pegada azul é a irrigação com um valor de 173 L/garrafa.

A pegada azul mais elevada, 184 L/garrafa corresponde ao estudo internacional[31]. Foi assumido que o consumo de água para irrigação, é igual ao utilizado para os processos agrícolas, resultando num valor mais elevado de pegada azul.

Por fim, a pegada cinzenta apresenta quatro *outliers*, pertencentes apenas a um estudo, responsável também pelos *outliers* registadas no consumo total de água e pegada verde. A distribuição dos seus valores é constituída pelo menor número de estudos, apenas 11, e apresenta uma diferença interquartil de 128,1 L/garrafa.

A utilização de azoto é essencial para a produção do vinho, sendo a pegada cinzenta apenas englobada pelos fertilizantes de azoto. Como já foi referido anteriormente, a pegada cinzenta é dada pela quantidade de água necessária para diluir os poluentes, de forma a atingirem níveis de padrão estipulados. Assim, os valores obtidos tão elevados, têm origem na taxa elevada de aplicação de azoto de 315 kg N/ha.

Através da figura 4.15, foram reunidos todos os valores para cada pegada e calculada a sua média. Como verificamos anteriormente, a pegada com maior contribuição foi a verde, resultando num valor médio de 549,38 L/garrafa, seguido da pegada cinzenta com um valor de 108,57 L/garrafa, e por fim a azul 27,19 L/garrafa.

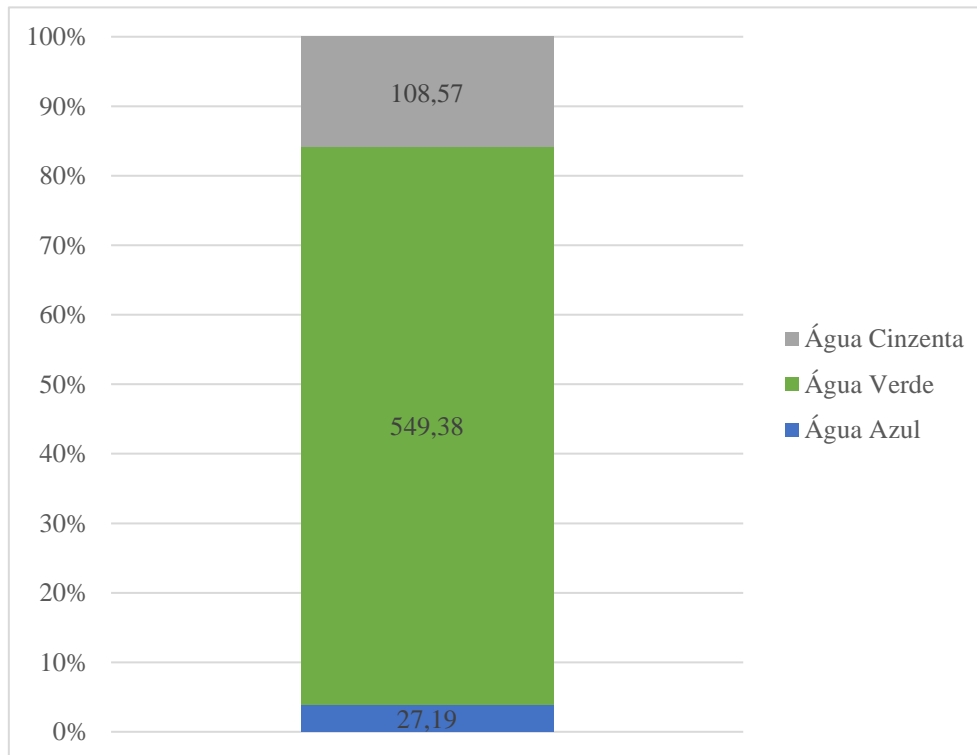


Figura 4.15 - Contribuição de cada pegada na produção de vinho através de valores médios em L/garrafa

Ao contrário do que aconteceu na pegada carbónica, para a pegada hídrica não foram realizados gráficos de acordo com a mesma fronteira, uma vez que a pegada verde depende da água da chuva que está diretamente relacionada com a localização da vinha. Também verificamos anteriormente, que uma fronteira mais ou menos abrangente, não significou maiores ou menores consumos de água, e até para a mesma fronteira nem sempre vamos obter resultados semelhantes.

Capítulo 5 - Conclusões

Nesta dissertação, o principal objetivo foi a revisão bibliográfica exaustiva de métricas de sustentabilidade na indústria do vinho, de forma a facilitar a criação de um *benchmarking*. Para atingi-lo foram reunidos todos os estudos disponíveis de pegada carbónica e hídrica, em kg de CO_{2eq}/garrafa e L/garrafa, respetivamente, de acordo com as fronteiras definidas em cada estudo, num total de 58 estudos. A categoria de impacto mais estudada é o potencial de aquecimento global (GWP), que se traduz nas emissões de CO_{2eq}.

Assim, foi possível definir um valor da pegada carbónica de benchmarking de 1 kg de CO_{2eq}/garrafa, para a fronteira que se inicia na plantação da uva e termina no embalamento, que é a mais comum e exclui as fases mais inconstantes e menos fiáveis, e para a pegada hídrica o valor de 135 L/garrafa excluindo a pegada verde porque é dependente do clima, localização.

Neste indicador, como esperado a contribuição de estudos localizados em Itália foi notável, visto que é o maior produtor de vinho. A fronteira definida para cada estudo está diretamente relacionada com as emissões produzidas, sendo a mais comum, aquela que se inicia na plantação da vinha e termina no embalamento. As fases não incluídas, como tratamento de resíduos, fim de vida da garrafa e uso, e também os processos realizados fora das vinhas (âmbito 3), muitas vezes não foram incluídos na análise dos estudos, devido à sua infiabilidade. Além disso, apenas dois estudos incluem a fase de uso (deslocação para comprar a garrafa e refrigeração), demonstrando que esta fase do ciclo de vida pode comprometer a sustentabilidade do produto.

Para além do GWP (*Global Warming Potencial*) presente em todos os estudos, também foram calculados outros impactos que variam muito de estudo para estudo, não sendo o foco desta revisão. É importante destacar, aqueles presentes em maior número de estudos como o potencial de acidificação e o potencial de eutrofização, ambos importantes para os solos, seja para acidez, como para fertilização excessiva dos solos. E ainda, o potencial de formação de oxidação fotoquímica e potencial de destruição da camada de ozono, que contribuem para o *smog* e destruição da camada do ozono, respetivamente, importante para os gases de efeito de estufa.

Foi possível realizar a distribuição de emissões através de duas metodologias, a análise do ciclo de vida (LCA – *Life Cycle Assessment*) e o *International Wine Carbon Calculator Protocol* (IWCCP), sendo que para segunda foi apurado um número de estudos muito pequeno. Para a LCA, desde a fase de viticultura até ao uso, as diferentes fronteiras e gestão dos processos de produção de vinho, originou alguns valores distantes dos restantes, *outliers*. Concluiu-se que as fases de transporte, tratamento de resíduos e fim de vida apesar de menos *outliers*, também foram reunidos menos valores, e os resultados podem não ser tão fiáveis. Ainda é importante referir a fase de uso que não tem *outliers*, mas engloba poucos valores e muito diferentes.

Relativamente às fases restantes, os valores são mais consistentes, apesar de ainda existirem *outliers*. As fases que mais contribuem, excluindo o uso, são a produção de materiais, na produção de vidro, e viticultura, devido à gestão dos solos, nomeadamente uso de fertilizantes e diesel. Por fim, verificou-se para os estudos com a mesma fronteira, quando possível, uma maior semelhança de valores e diferenças interquartis menores, sendo essa uma avaliação mais constante.

Para a pegada hídrica, realizou-se o mesmo processo e novamente Itália é o país com maior número de estudos reunidos, como esperado. Ao contrário do que aconteceu na pegada carbónica, uma fronteira maior não significou maior consumo de água, pois a localização tem um papel importante devido à sua precipitação anual, humidade (evapotranspiração) e evaporação.

A distribuição das diferentes pegadas foi realizada, sendo obtidos resultados semelhantes, e o número de *outliers* é bastante pequeno com exceção da pegada azul. Para a pegada azul, depende da gestão do consumo de água nos processos da vinha e adega, tal como nos solos e a utilização de irrigação, resultando numa diversidade de valores.

A divisão por fases do consumo de água não foi possível, devido à falta de discriminação e detalhe dos estudos reunidos. Apesar disso, podemos concluir que para a pegada azul, o maior consumo é proveniente do embalamento, na pegada verde como expetável na área de cultivo da uva e por fim, para a pegada cinzenta novamente no embalamento.

Ainda foram calculados os valores médios de cada pegada, sendo notável a contribuição da pegada verde, pois inclui a água da chuva, também muito dependente do local de análise. Neste caso a distribuição de acordo com a mesma fronteira não foi realizado, pois não existe uma relação direta entre a fronteira e o consumo de água. É possível concluir uma maior generalização da informação disponível para a pegada hídrica, obtendo resultados menos detalhados.

Por fim, sugere-se que em trabalhos futuros se foque na componente social da sustentabilidade neste setor vitivinicultura, que geralmente é pouco explorado. Recomenda-se neste âmbito o artigo de *Martucci et al, 2019 (Social Aspects in the Wine Sector: Comparison between Social Life Cycle Assessment and VIVA Sustainable Wine Project Indicators Resources 2019, 8, 69; doi:10.3390/resources8020069)*.

Capítulo 6 - Limitações

O cálculo da pegada carbónica e hídrica para o vinho é um processo muito complexo, originando por vezes resultados pouco fiáveis e não lineares.

Iniciando com as metodologias utilizadas para a obtenção das pegadas, destaca-se a generalização das mesmas, ou seja, quando não é possível reunir os dados necessários para o seu cálculo são gerados valores médios de base que podem nem sempre estar de acordo com a realidade. Como foi verificado nos resultados, a gestão nas vinhas de solos e adegas, nos processos de vinificação podem ser muito acima da média ou muito abaixo, originando emissões muito elevadas ou muito baixas. A resolução deste impasse passa também pela obtenção de resultados em campo, que muitas vezes são difíceis, principalmente aqueles que pertencem ao âmbito 3, e também devido à falta de recursos.

Na fase de revisão bibliográfica exaustiva e na realização das tabelas para a pegada carbónica, destacam-se algumas dificuldades. Em primeiro lugar, para a construção das tabelas foram reunidos dados básicos para cada vinha, que em alguns casos não estavam disponíveis, ou apenas foi possível reunir o valor final de emissões. O inventário fornecido em ambas as pegadas, por vezes não fornecia a informação precisa. Para a quantificação dos *hotspots*, como diesel, eletricidade e fertilizantes foi necessária a sua conversão de forma a obter uma análise homogénea, sendo que em alguns casos não estavam disponíveis dados. Os fertilizantes foi a única variante em que não foi definida uma única unidade, os estudos recolhidos tinham uma grande variabilidade de dados e não foi possível a sua conversão, sendo recomendado futuramente esse ajuste para uma melhor comparação entre as diferentes vinhas.

As emissões foram distribuídas através de dois métodos, anteriormente referidos. Para a divisão através de âmbitos, o número de estudos foi reduzido e apenas possível reunir os valores, quando já realizado pelo estudo. A descrição dos âmbitos também foi bastante difícil, principalmente o âmbito 3, por isso uma recomendação futura seria descrever, e explicar mais detalhadamente os processos que contribuíram para as emissões. Para a distribuição das emissões através da (*Life Cycle Assessment*), ocorreram os mesmos problemas, principalmente para os estudos que incluem o tratamento de resíduos, fim de vida da garrafa e transportes (excluindo distribuição).

Relativamente à pegada hídrica, não foi possível uma distribuição tão detalhada do consumo de água, apenas foi dividido pelas três pegadas azul, verde e cinzenta, e tal como aconteceu na pegada carbónica os seus dados básicos, como o tipo de vinho, muitas vezes não foi possível incluir. Para a pegada cinzenta foi difícil reunir os seus dados, devido também ao facto de o consumo de água constituir processos externos às vinhas. De uma forma geral, os processos que contribuíram para cada pegada, foi de difícil obtenção, descrições muito genéricas.

Um aspeto a destacar para a pegada hídrica é a contribuição da pegada verde. A pegada verde é obtida através da água da chuva, resultando em valores muito elevados, e consequentemente em pegadas hídricas elevadas. Posto isto, a pegada verde não depende na forma como é gerida a vinha ou a adega, mas sim na sua localização.

De uma forma geral, a pegada carbónica fornece informação mais transparente e detalhada, que a pegada hídrica, sendo isso visível através dos resultados obtidos para o consumo de água mais generalizados.

Referências

- [1] “Sustainable Development Goals | UNDP.” <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html> (accessed Oct. 07, 2020).
- [2] “Sustainable Development Goals kick off with start of new year – United Nations Sustainable Development.” <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/12/sustainable-development-goals-kick-off-with-start-of-new-year/> (accessed Oct. 14, 2020).
- [3] “THE 17 GOALS | Sustainable Development.” <https://sdgs.un.org/goals> (accessed Oct. 07, 2020).
- [4] “Take Action for the Sustainable Development Goals – United Nations Sustainable Development.” <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (accessed Oct. 07, 2020).
- [5] A. A. Martins, M. C. Costa, A. R. Araújo, A. Morgado, J. M. Pereira, N. Fontes, A. Graça, N. S. Caetano and T. M. Mata, “Sustainability evaluation of a Portuguese ‘terroir’ wine,” *BIO Web Conf.*, 2019, doi: 10.1051/BIOCONF/20191203017.
- [6] International Organisation of Vine and Wine, “State Of The World Vitivinicultural Sector in 2020,” 2021.
- [7] “sustainability wines.” <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/programa-de-sustentabilidade-dos-vinhos-do-alentejo> (accessed Oct. 17, 2020).
- [8] “LCA basics: life cycle assessment explained - PRé Sustainability.” <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/> (accessed Dec. 21, 2020).
- [9] “ISO - ISO 14040:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.” <https://www.iso.org/standard/37456.html> (accessed Dec. 21, 2020).
- [10] “ISO - ISO 14044:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.” <https://www.iso.org/standard/38498.html> (accessed Dec. 21, 2020).
- [11] S. Leitão, “Análise comparativa dos métodos de Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida na sua aplicação a processos químicos,” 2016.
- [12] GreenHouse Gas Protocol, “GHG Protocol Agricultural Guidance Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector GHG Protocol Agricultural Guidance,” 2015.
- [13] “World Business Council For Sustainable Development (WBCSD).” <https://www.wbcsd.org/> (accessed Jan. 16, 2021).
- [14] “Corporate Standard | Greenhouse Gas Protocol.” <https://ghgprotocol.org/corporate-standard> (accessed Jan. 16, 2021).
- [15] M. Barrow, B. Buckley, T. Caldicott, T. Cumberleg, J. Hsu, S. Kaufman, K. Ramm, D. Rich and W. Temple-Smith, “GHG Protocol and Carbon Trust Team Natural Resources Defense Council Johannes Partl and Duncan Noble, PE International and Five Winds International,” 2013.
- [16] “Carbon Calculator - The Australian Wine Research Institute.” https://www.awri.com.au/industry_support/sustainable-winegrowing-australia/carbon-calculator/ (accessed Nov. 01, 2020).
- [17] B. Calvin, W. Garcia, A. Jordan, P. Manson, J. Nalge, J. Rossouw, A. Russell, C. Savage, “International Wine Carbon Calculator Protocol Version 1.2.,” 2008.
- [18] A. S. T. Dias, “Manual de Boas Práticas Ambientais para o Setor da Produção de Vinhos Fase: Produção de Vinho,” 2016.
- [19] A. Y. Hoekstra, “Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade Value of Water Edited by,” 2003.
- [20] A. Y. Hoekstra, A. K. Chapagain, M. M. Aldaya, and M. . Mekonnen, “The WaTer FooTprinT assessmenT manual,” 2011.
- [21] M. P. Papadopoulou and V. K. Tsoukala, “Stress-weighted water footprint assessment of agricultural policies in a water scarce region,” June 2018.
- [22] B. G. Ridoutt and S. Pfister, “Reducing humanity’s water footprint,” 2010, doi: 10.1021/es101907z.
- [23] S. Pfister, A. Koehler and S. Hellweg, “Assessing the Environmental Impacts of Freshwater

- Consumption in LCA,” 2009, doi: 10.1021/es802423e.
- [24] V. Smakhtin, C. Revenga, and P. Döll, “Taking into Account Environmental Water Requirements in Global-scale Water Resources Assessments,” 2004.
- [25] “Water stress 2019 WRI - Wikimedia Commons.” https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_stress_2019_WRI.png (accessed Dec. 01, 2021).
- [26] “Eco-costs - Eco Cost Value.” <https://www.ecocostsvalue.com/eco-costs/> (accessed Oct. 28, 2020).
- [27] “Eco-costs - Wikipedia.” <https://en.wikipedia.org/wiki/Eco-costs> (accessed Oct. 28, 2020).
- [28] European Commission, “Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for still and sparkling wine,” April 2018.
- [29] E. Point, P. Tyedmers, and C. Naugler, “Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada,” *J. Clean. Prod.*, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.12.035.
- [30] A. M. Ferrari, M. Pini, D. Sassi, E. Zerazion, and P. Neri, “Effects of grape quality on the environmental profile of an Italian vineyard for Lambrusco red wine production,” *J. Clean. Prod.*, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.241.
- [31] M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra, “The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products,” *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2011, doi: 10.5194/hess-15-1577-2011.
- [32] R. Maltha, “Water footprint of wine production in wineries in Chile: The Creation of a Water Footprint Calculator,” 2015.
- [33] A. Azapagic, A. Emsley, and L. Hamerton, “Definition of Environmental Impacts,” *Polym. Environ. Sustain. Dev.*, May 2003, doi: 10.1002/0470865172.APP2.
- [34] Life Cycle Association of New Zealand, “Impact Category. Photochemical oxidation Potential Brief,” 2004.
- [35] R. V. F. Batista, “Cálculo da Pegada Carbónica do Vinho Produzido na Herdade dos Grous,” 2019.
- [36] I. Vázquez-Rowe, P. Villanueva-Rey, M. T. Moreira, and G. Feijoo, “Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: Harvest year matters when reporting environmental impacts,” *J. Environ. Manage.*, 2012, doi: 10.1016/j.jenvman.2011.12.009.
- [37] I. Vázquez-Rowe, B. Rugani, and E. Benetto, “Tapping carbon footprint variations in the European wine sector,” *J. Clean. Prod.*, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.036.
- [38] R. Iannone, S. Miranda, S. Riemma, and I. De Marco, “Improving environmental performances in wine production by a life cycle assessment analysis,” *J. Clean. Prod.*, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.04.006.
- [39] F. Figueiredo, É. G. Castanheira, A. Ferreira, H. Trindade, and F. Freire, “Greenhouse gas assessment of wine produced in Portugal,” *Energy Sustain. 2015 – Des. People Planet*, May 14-15, May 2015.
- [40] A. A. Martins, A. R. Araújo, A. Morgado, A. Graça, N. S. Caetano, and T. M. Mata, “Sustainability evaluation of a Portuguese ‘terroir’ wine,” *Chem. Eng. Trans.*, 2017, doi: 10.3303/CET1757325.
- [41] G. Benedetto, “The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle Assessment,” *Wine Econ. Policy*, 2013, doi: 10.1016/j.wep.2013.05.003.
- [42] M. V. Chiriaco, C. Belli, T. Chiti, C. Trotta, and S. Sabbatini, “The potential carbon neutrality of sustainable viticulture showed through a comprehensive assessment of the greenhouse gas (GHG) budget of wine production,” *J. Clean. Prod.*, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.192.
- [43] K. L. Steenwerth, E. B. Strong, R. F. Greenhut, L. Williams, and A. Kendall, “Life cycle greenhouse gas, energy, and water assessment of wine grape production in California,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, 2015, doi: 10.1007/s11367-015-0935-2.
- [44] A. Navarro, R. Puig, E. Kılıç, S. Penavayre, and P. Fullana-i-Palmer, “Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France,” *J. Clean. Prod.*, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.11.124.
- [45] V. D. Litskas, T. Irakleous, N. Tzortzakis, and M. C. Stavrinides, “Determining the carbon footprint of indigenous and introduced grape varieties through Life Cycle Assessment using the island of Cyprus as a case study,” *J. Clean. Prod.*, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.04.057.
- [46] S. Rinaldi, E. Bonamente, F. Scrucca, M. C. Merico, F. Asdrubali, and F. Cotana, “Water and

- carbon footprint of wine: Methodology review and application to a case study,” *Sustain.*, 2016, doi: 10.3390/su8070621.
- [47] S. A. Ene, C. Teodosiu, B. Robu, and I. Volf, “Water footprint assessment in the winemaking industry: A case study for a Romanian medium size production plant,” *J. Clean. Prod.*, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.11.051.
- [48] B. Civit, R. Piastrellini, S. Curadelli, and A. P. Arena, “The water consumed in the production of grapes for vinification (*Vitis vinifera*). Mapping the blue and green water footprint,” *Ecol. Indic.*, 2018, doi: 10.1016/j.ecolind.2017.10.037.
- [49] I. Herath, S. Green, D. Horne, R. Singh, S. McLaren, and B. Clothier, “Water footprinting of agricultural products: Evaluation of different protocols using a case study of New Zealand wine,” *J. Clean. Prod.*, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.01.008.
- [50] I. Herath, S. Green, R. Singh, D. Horne, S. Van Der Zijpp, and B. Clothier, “Water footprinting of agricultural products: A hydrological assessment for the water footprint of New Zealand’s wines,” *J. Clean. Prod.*, vol. 41, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.10.024.
- [51] P. P. Miglietta and D. Morrone, “Managing water sustainability: Virtual water flows and economic water productivity assessment of the wine trade between Italy and the Balkans,” *Sustain.*, 2018, doi: 10.3390/su10020543.
- [52] E. Borsato, E. Giulibato, A. Zabeo, L. Lamastra, P. Criscione, P. Tarolli, F. Marinello and L. Pizzol, “Comparison of Water-focused Life Cycle Assessment and Water Footprint Assessment: The case of an Italian wine,” *Sci. Total Environ.*, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.331.
- [53] Australian Government: Department of Climate Change and Energy Efficiency, “Australian National Greenhouse Accounts - National Greenhouse Accounts Factors,” 2012.
- [54] Australian Wine Research Institute, “Australian Wine Carbon Calculator v1.5 User Guide,” July 2012.
- [55] H. J. Ponstein, A. Meyer-Aurich, and A. Prochnow, “Greenhouse gas emissions and mitigation options for German wine production,” *J. Clean. Prod.*, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.206.
- [56] C. Gazulla, M. Raugei, and P. Fullana-I-Palmer, “Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: Where are the bottlenecks?,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, 2010, doi: 10.1007/s11367-010-0173-6.
- [57] M. Meneses, C. M. Torres, and F. Castells, “Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain,” *Sci. Total Environ.*, 2016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.083.
- [58] L. Ruggieri, E. Cadena, J. Martínez-Blanco, C. M. Gasol, J. Rieradevall, X. Gabarrell, T. Gea, X. Sort and A. Sháncnez, “Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process,” *J. Clean. Prod.*, 2009, doi: 10.1016/j.jclepro.2008.12.005.
- [59] I. Vázquez-Rowe, P. Villanueva-Rey, D. Iribarren, M. Teresa Moreira, and G. Feijoo, “Joint life cycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rías Baixas appellation (NW Spain),” *J. Clean. Prod.*, 2012, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.12.039.
- [60] P. Villanueva-Rey, I. Vázquez-Rowe, M. T. Moreira, and G. Feijoo, “Comparative life cycle assessment in the wine sector: Biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain,” *J. Clean. Prod.*, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.08.026.
- [61] V. D. Litskas, N. Tzortzakis, and M. C. Stavrinides, “Determining the carbon footprint and emission hotspots for the wine produced in cyprus,” *Atmosphere (Basel)*, 2020, doi: 10.3390/ATMOS11050463.
- [62] S. Bosco, C. di Bene, M. Galli, D. Remorini, R. Massai, and E. Bonari, “Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy,” *Ital. J. Agron.*, 2011, doi: 10.4081/ija.2011.e15.
- [63] E. Bonamente, F. Scrucca, S. Rinaldi, M. C. Merico, F. Asdrubali, and L. Lamastra, “Environmental impact of an Italian wine bottle: Carbon and water footprint assessment,” *Sci. Total Environ.*, 2016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.026.
- [64] F. Ardente, G. Beccali, M. Cellura, and A. Marvuglia, “POEMS: A case study of an Italian wine-producing firm,” *Environ. Manage.*, 2006, doi: 10.1007/s00267-005-0103-8.
- [65] I. Arzoumanidis, A. Raggi, and L. Petti, “Considerations when applying simplified LCA approaches in the wine sector,” *Sustain.*, 2014, doi: 10.3390/su6085018.

- [66] S. Bosco, C. Di Bene, M. Galli, D. Remorini, R. Massai, and E. Bonari, "Soil organic matter accounting in the carbon footprint analysis of the wine chain," *Int. J. Life Cycle Assess.*, 2013, doi: 10.1007/s11367-013-0567-3.
- [67] L. Chiusano, A. K. Cerutti, M. C. Cravero, S. Bruun, and V. Gerbi, "An Industrial Ecology approach to solve wine surpluses problem: The case study of an Italian winery," *J. Clean. Prod.*, 2015, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.12.002.
- [68] A. Fusi, R. Guidetti, and G. Benedetto, "Delving into the environmental aspect of a Sardinian white wine: From partial to total life cycle assessment," *Sci. Total Environ.*, 2014, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.148.
- [69] S. Marras, S. Masia, P. Duce, D. Spano, and C. Sirca, "Carbon footprint assessment on a mature vineyard," *Agric. For. Meteorol.*, 2015, doi: 10.1016/j.agrformet.2015.08.270.
- [70] A. Cichelli, C. Pattara, and A. Petrella, "Sustainability in Mountain Viticulture. The Case of the Valle Peligna," *Agric. Agric. Sci. Procedia*, 2016, doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.009.
- [71] G. Falcone, A. I. De Luca, T. Stillitano, A. Strano, G. Romeo, and G. Gulisano, "Assessment of environmental and economic impacts of vine-growing combining life cycle assessment, life cycle costing and multicriterial analysis," *Sustain.*, 2016, doi: 10.3390/su8080793.
- [72] L. Petti, A. Raggi, C. De Camillis, P. Matteucci, B. Sára, and G. Pagliuca, "Life cycle approach in an organic wine-making firm: an Italian case-study," *Fifth Aust. Conf. Life Cycle Assessment*, 2006.
- [73] A. C. I. Pizzigallo, C. Granai, and S. Borsa, "The joint use of LCA and emergy evaluation for the analysis of two Italian wine farms," *J. Environ. Manage.*, v, 2008, doi: 10.1016/j.jenvman.2006.04.020.
- [74] B. Neto, A. C. Dias, and M. Machado, "Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: From viticulture to distribution," *Int. J. Life Cycle Assess.*, 2013, doi: 10.1007/s11367-012-0518-4.
- [75] J. Cleary, "Life cycle assessments of wine and spirit packaging at the product and the municipal scale: A Toronto, Canada case study," *J. Clean. Prod.*, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.01.009.
- [76] A. J. Trombly and M. O. P. Fortier, "Carbon footprint of wines from the finger lakes region in New York state," *Sustain.*, 2019, doi: 10.3390/su11102945.
- [77] D. Amienyo, C. Camilleri, and A. Azapagic, "Environmental impacts of consumption of Australian red wine in the UK," *J. Clean. Prod.*, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.02.044.
- [78] M. Barry, "Life Cycle Assessment and the New Zealand Wine Industry: A tool to support continuous environmental improvement," *Master Thesis*, 2011.
- [79] P. Villanueva-Rey, P. Quinteiro, I. Vázquez-Rowe, S. Rafael, L. Arroja, M. T. Moreira, G. Feijoo, A. C. Dias, "Assessing water footprint in a wine appellation: A case study for Ribeiro in Galicia, Spain," *J. Clean. Prod.*, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.210.
- [80] E. Bonamente, F. Scrucca, F. Asdrubali, F. Cotana, and A. Presciutti, "The water footprint of the wine industry: Implementation of an assessment methodology and application to a case study," *Sustain.*, 2015, doi: 10.3390/su70912190.
- [81] L. Lamastra, N. A. Suci, E. Novelli, and M. Trevisan, "A new approach to assessing the water footprint of wine: An Italian case study," *Sci. Total Environ.*, 2014, doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.05.063.
- [82] P. P. Miglietta, D. Morrone, and L. Lamastra, "Water footprint and economic water productivity of Italian wines with appellation of origin: Managing sustainability through an integrated approach," *Sci. Total Environ.*, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.270.
- [83] P. P. Miglietta, F. De Leo, and S. Massari, "Water footprint assessment of some Italian wines: a territorial perspective," *Int. J. Environ. Policy Decis. Mak.*, 2015, doi: 10.1504/ijepdm.2015.074747.
- [84] B. Bujdosó and I. Waltner, "Water Footprint Assessment of a Winery and its Vineyard," May 2017.
- [85] P. Quinteiro, A. C. Dias, L. Pina, B. Neto, B. G. Ridoutt, and L. Arroja, "Addressing the freshwater use of a Portuguese wine ('vinho verde') using different LCA methods," *J. Clean. Prod.*, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.01.017.
- [86] A. Saraiva, G. Rodrigues, H. Mamede, J. Silvestre, I. Dias, M. Feliciano, P. Oliveira e Silva and M. Oliveira, "The impact of the winery's wastewater treatment system on the winery water

footprint,” *Water Sci. Technol.*, 2020, doi: 10.2166/wst.2019.432.

Anexos

Anexo A

De forma a facilitar a compreensão desta ferramenta, em seguida estão sintetizados os dados e as componentes necessárias para obter as emissões totais de carbono, emitidas no processo completo de produção de vinho. Simultaneamente, como foi referido anteriormente é possível identificar três categorias: âmbitos 1, 2 e 3, dentro das quais ainda existem diferentes secções dentro das mesmas.

Iniciando a análise com o âmbito 1, a primeira secção tem como nome equipamento móvel baseado na quantidade de combustível (*Mobile Equipment - Fuel Quantity Based*), e calcula as emissões da combustão dos veículos pertencentes às instalações. São inseridos os quilolitros (kL) de acordo com o tipo de combustível. Através da energia usada, que inclui o fator de energia em GJ/un e energia consumida em GJ, e dos fatores de emissão em kg CO_{2eq}/GJ relativamente ao CO₂, CH₄ e N₂O, são obtidas as emissões de toneladas de CO_{2eq}, baseadas nos métodos e fatores da contabilização nacional dos gases com efeito de estufa (*National Greenhouse Accounts - (NGA)*)[53]. Na figura A.1 está exemplificado uma parte da secção 1 para melhor percepção.

Fuel data				Energy used		Emissions Factors (kg CO _{2e} /GJ)			Total Emissions	Quality Rank
Fuel type	Description/comment	Qty	Units	Energy Content Factor (GJ/unit)	Energy Consumed (GJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	tonnes CO _{2e}	
General transport										
Gasoline			kL	34.2	0.0	66.7	0.60	2.3		NGA
Diesel oil			kL	38.6	0.0	69.2	0.20	0.5		NGA
Gasoline for use as fuel in an aircraft			kL	33.1	0.0	68.3	0.04	0.7		NGA
Kerosene for use as fuel in an aircraft			kL	36.8	0.0	68.9	0.01	0.7		NGA
Fuel oil			kL	39.7	0.0	72.9	0.06	0.6		NGA
Liquefied petroleum gas			kL	26.2	0.0	59.6	0.60	0.6		NGA
Biodiesel			kL	34.6	0.0	0	1.20	2.2		NGA
Ethanol for use as fuel in an internal combustion engine			kL	23.4	0.0	0	1.20	2.2		NGA
Biofuels other than those mentioned in the above items			kL	23.4	0.0	0	1.20	2.2		NGA
Natural gas (light duty vehicles)			cu.m	0.0393	0.0	51.2	5.50	0.3		NGA
Natural gas (heavy duty vehicles)			cu.m	0.0393	0.0	51.2	2.10	0.3		NGA
Post-2004 vehicles										
Gasoline (other than for use as fuel in an aircraft)			kL	34.2	0.0	66.7	0.02	0.2		NGA
Diesel oil			kL	38.6	0.0	69.2	0.01	0.6		NGA
Liquefied petroleum gas			kL	26.2	0.0	59.6	0.30	0.3		NGA
Ethanol for use as fuel in an internal combustion engine			kL	23.4	0.0	0	0.20	0.2		NGA
Heavy vehicles conforming to Euro design standards										
Diesel oil (Euro iv)			kL	38.6	0.0	69.2	0.05	0.5		NGA
Diesel oil (Euro iii)			kL	38.6	0.0	69.2	0.10	0.5		NGA
Diesel oil (Euro i)			kL	38.6	0.0	69.2	0.20	0.5		NGA
Total					0.00				0.00	

Figura A.1 - Excerto da Secção 1 da Calculadora [54]

Segue-se a segunda secção, chamada equipamento móvel baseada na distância percorrida (*Mobile Equipment - Distance Based*), na qual obtemos igualmente as emissões totais em toneladas de CO_{2eq}. É considerada menos precisa e não é coberta pelos métodos e fatores NGA (*National Greenhouse Accounts*)[53]. Esta secção é utilizada caso o volume de combustível consumido não seja registado. Assim, o esquema será bastante semelhante à secção um apenas sendo substituídos os kL por km e acrescentado a eficiência de combustível de cada veículo em L/100 km. Novamente, não são incluídas viagens efetuadas pelos trabalhadores que não sejam em função da empresa, tal como os biocombustíveis.

Para a terceira secção, combustão estacionária, baseada na quantidade de combustível (*Stationary Combustion – Fuel Quantity Based*), ver Figura A.2, mais uma vez relativamente aos combustíveis e baseadas nos métodos e fatores NGA (*National Greenhouse Accounts*)[53]. São introduzidos os equipamentos estacionários como é o caso dos geradores e caldeiras, inseridos os volumes de combustível e de acordo com o tipo de combustível obtemos as toneladas de CO_{2eq}, tendo em conta a energia usada e os fatores de emissão. No caso dos combustíveis gasosos, existem duas opções de unidades, pode ser inserida em unidades de energia (GJ) ou em volume (m³).

são irrigadas ou não, pois o fator de emissão é dependente dessa técnica. Para a segunda categoria, gestão dos solos, apenas é introduzida a área total da vinha em hectares (ha) e um fator de emissão genérico é aplicado.

Synthetic fertiliser addition										
Description / comment	Fertiliser Applied	Units	Known Fertiliser N Content (%)	Crop irrigation?	Default fertiliser N content (%)	Total N applied (kg)	Emission Factor (kg N ₂ O-N/kg N)	N ₂ O-N Emissions (kg)	Total Emissions tonnes CO ₂ -e	Quality Rank
		kg								F
		kg								F
		kg								F
		kg								F
		kg								F
Managed soils										
Description / comment	Vineyard Area	Units					Emission Factor (kg N ₂ O-N/ha/yr)	N ₂ O-N Emissions (kg)	Total Emissions tonnes CO ₂ -e	Quality Rank
		ha								F
		ha								F
		ha								F
										F
										F
Total									0.00	

Figura A.4 - Excerto da Secção 6 da Calculadora [54]

Relativamente à última secção pertencente ao âmbito 1, ver Figura A.5, Tratamento de Resíduos dentro da fronteira (*Onsite Waste Treatment*), obtemos as emissões do tratamento de resíduos produzidos no local, tanto sólidos como líquidos, novamente baseadas nos fatores e métodos NGA (*National Greenhouse Accounts*) [53]. Os possíveis processos para o tratamento de resíduos sólidos são compostagem, digestão anaeróbica ou incineração, inserindo a sua quantidade em toneladas, e também se conhecido deve ser registado metano em toneladas recuperado.

O tratamento águas residuais (líquido) abrange as emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), proveniente do sistema anaeróbico e na queima de qualquer biogás emitido, sendo convertidos em emissões de CO_{2eq}. Caso sejam conhecidos pelos operadores, a procura química de oxigénio (*Chemical Oxygen Demand – (COD)*) deve ser registada na categoria de águas residuais, com dados específicos da estação de tratamento. Quando não é conhecida, o utilizador deve optar pela opção seguinte chamada águas residuais, tratamento com valores padrão.

Para além do COD presente no iodo removido das águas residuais, como foi referido anteriormente, ainda existe também removido do local. Este segundo permite que apenas as emissões do local sejam incluídas, não abrange as emissões externas, sendo que este valor não pode exceder a percentagem do COD presente para a primeira opção. Por fim, ainda é necessário inserir a percentagem de COD no iodo tratado anaerobicamente, onde são introduzidas as emissões de metano, sendo que se forem iguais a 0%, o cálculo de emissão é zero.

No tratamento de águas residuais originada pela queima de metano em biogás de iodo, se o conteúdo de metano no biogás é desconhecido, assume-se como valor padrão 70%. Para esta categoria são apenas introduzidos em m³, o total da queima de biogás e o seu conteúdo de metano, de forma a obter no final as emissões produzidas.

Os restantes valores padrão são estipulados pelo Painel Intergovernamental de Alterações Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - (IPCC)*), como a estação de tratamento aeróbico (0%), estação de tratamento aeróbico mal gerada ou sobrecarregada (30%), digestor anaeróbico para iodo (80%), reator anaeróbico (como o reator de filme fixo) (80%), lagoa anaeróbica rasa (*shallow*) com menos de 2 m (20%) e lagoa anaeróbica profunda com mais de 2 m (80%). É importante ainda ter em conta, que a indústria do vinho não inclui as emissões de CO₂ dos resíduos e águas residuais (fazem parte do ciclo de carbono de curto prazo), e atividades nos aterros. O peso introduzido dos resíduos na compostagem e digestão são toneladas da quantidade molhada. A fração padrão do tratamento anaeróbico do tratamento de águas residuais, no contexto de fábrica da indústria do vinho é considerada zero. Por fim, caso seja completamente desconhecido, o total no tratamento de águas residuais toma o

	Packaging Materials	Description / Comments	Quantity	Weight per unit	Units	Emission Factors t CO ₂ / t product	Total Emissions tonnes CO ₂ -e	Quality Rank
Bottles / Containers	Glass				kg	2.200	0.0	F
	Glass				kg	2.200	0.0	F
	Glass				kg	2.200	0.0	F
	Glass				kg	2.200	0.0	F
	PET				kg	3.224	0.0	E
	PET				kg	3.224	0.0	E
	PET				kg	3.224	0.0	E
	Tetra Bnk (1ltr)				kg	2.255	0.0	F
	Tetra Prisma (1ltr)				kg	2.311	0.0	F
	Aluminium Cans					none available	PH	X
	Wine Bags	Aluminium Bag				kg	15.040	0.0
Plastic Tap					kg	1.235	0.0	F
Paper / Cardboard box					kg	1.792	0.0	F
Closures	Aluminium Screw Caps (35% recycled)				kg	10.633	0.0	F
	Natural Cork & PVC Capsule				kg	2.490	0.0	F
	Agglomerate Cork & PVC Capsule				kg	4.253	0.0	F
	Agglomerate Cork & Aluminium Capsule				kg	4.863	0.0	F
	Glass Stoppers					none available	PH	X
	Synthetic Cork					none available	PH	X
	ZORK					none available	PH	X
	Sparkling Cork					none available	PH	X
Fibre Packaging	Sparkling Muselet hood and wire					none available	PH	X
	Pallet Pads / Layer Boards				kg	1.792	0.0	F
	6 Pack Cartons				kg	1.792	0.0	F
	12 Pack Cartons				kg	1.792	0.0	F
	6 Pack Dividers				kg	1.792	0.0	F
Pallets	12 Pack Dividers				kg	1.792	0.0	F
	wooden pallets, returnable				kg	0.000	0.0	F
	wooden pallets, non-returnable				kg	0.679	0.0	F
	plastic pallets					none available	PH	X
Total							0.00	

Figura A.6 - Excerto da Secção 9 da Calculadora [54]

A secção 10, maquinaria contratada (*Contract Machinery*), ver Figura A.7, introduz as emissões indiretas da combustão, mas ao contrário do que era contabilizado na âmbito 1, estas máquinas não pertencem às instalações, como é o caso de tratores ou helicópteros, e não é baseada nos fatores e métodos NGA (*National Greenhouse Accounts*) [53]. Para os helicópteros há a opção de escolher tamanhos diferentes, pequeno (até 840 kg), médio (até 1050 kg), grande (até 2270 kg) e extra grande (até 6800 kg), onde o peso de cada um corresponde ao peso de máximo de descolagem. Em todos os helicópteros, independente do tamanho, é usado como combustível a gasolina, e é necessário que o utilizador insira as horas de voo para obter as emissões.

Machinery data							Emissions Factor	Total Emissions	Quality Rank
Machine Type	Description / comments	Flight hours	Fuel Type	Fuel efficiency (L/hr)	Fuel use (L)	kg CO ₂ -e/L	tonnes CO ₂ -e		
Helicopter									
Small Helicopter			Aviation gasoline	87.17		2.3726		D	
Medium Helicopter			Aviation gasoline	151.60		2.3726		D	
Large Helicopter			Aviation gasoline	200.00		2.3726		D	
Extra Large Helicopter			Aviation gasoline	606.40		2.3726		D	
			Aviation gasoline			2.3726		D	
Tractor/harvester of known power rating									
PTO horsepower		Machine hours	Fuel Type	Tractor Factor	Fuel efficiency (L/hr)	Fuel use (L)			
			Diesel	0.16676			2.74577	D	
			Gasoline/Petrol	0.2274			2.3822	D	
								D	
								D	
Tractor/harvester of unknown power rating									
		Machine hours	Fuel Type	Tractor Factor	Fuel efficiency (L/hr)	Fuel use (L)			
Small Tractor			Diesel	0.16676	11.37		2.74577	D	
Large Tractor			Diesel	0.16676	22.74		2.74577	D	
								D	
								D	
Total							0.00		

Figura A.7- Excerto da Secção 10 da Calculadora [54]

Para os tratores (ou maquinaria semelhante) são inseridos os valores de *rating horsepower*, para a diferenciação dos diferentes tratores, e de seguida, o tempo de funcionamento dos mesmos, onde podem ser usados dois tipos de combustíveis, diesel ou gasolina.

O transporte de mercadorias tanto por estrada, trilho, rio ou ar é coberto pela secção 11 chamada transporte (*Transport*). A estrutura de organização e cálculos é idêntica à secção 2, anteriormente referida, mas não é possível ser baseada nos fatores e métodos NGA (*National Greenhouse Accounts*)[53], a metodologia do IWCCP (International Wine Carbon Calculator Protocol) v1.2 foi transferida para a AWCC (*Australian Wine Carbon Calculator*).

As duas vias disponíveis nesta secção são as emissões a partir dos quilómetros percorridos por cada tipo de veículo, ou sabendo as emissões por tonelada de carga por quilómetro percorrido. Para o primeiro

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LOSSES						
Purchased electricity data				Emission Factors kg CO ₂ /kWh	Total Emissions tonnes CO ₂ -e	Quality Rank
Electrical Grid	Description / comment / facility / supplier	Electricity Consumption	Units	Scope 3	Scope 3	
South Australia			kWh			NGA
South Australia			kWh			NGA
South Australia			kWh			NGA
South Australia			kWh			NGA
South Australia			kWh			NGA
Default parameters, where electricity known to come from interstate						
			kWh			
			kWh			
				SUBTOTAL	0.00	
Total		0			0.00	
FOSSIL FUEL EXTRACTION, PRODUCTION AND TRANSPORT						
Fuel data				Emission Factors kg CO ₂ /GJ	Total Emissions tonnes CO ₂ -e	Quality Rank
Fuel type	Energy Consumption	Units	Scope 3	Scope 3		
Solid fuels						
Black coal		GJ	4.60	0.0		
Brown coal		GJ	0.30	0.0		
Coking coal		GJ	20.70	0.0		
Brown coal briquettes		GJ	10.70	0.0		
Coke oven coal		GJ	8.30	0.0		
Gaseous fuels						
Natural gas		GJ	19.40	0.0		
Liquid fuels						
Petroleum based oils (other than petroleum based oil used as fuel, eg lubricants)		GJ	5.30	0.0		
Petroleum based greases		GJ	5.30	0.0		
Crude oil including crude oil condensates		GJ	5.30	0.0		
Other natural gas liquids		GJ	5.30	0.0		
Gasoline (other than for use as fuel in an aircraft)		GJ	5.30	0.0		
Gasoline for use in an aircraft (avgas)		GJ	5.30	0.0		
Kerosene (other than for use as fuel in an aircraft)		GJ	5.30	0.0		
Kerosene for use as fuel in an aircraft (avtur)		GJ	5.30	0.0		
Heating oil		GJ	5.30	0.0		
Diesel oil		GJ	5.30	0.0		
Fuel oil		GJ	5.30	0.0		
Liquefied aromatic hydrocarbons		GJ	5.30	0.0		
Solvents if mineral turpentine or white spirits		GJ	5.30	0.0		
Liquefied petroleum gas		GJ	5.30	0.0		
Naphtha		GJ	5.30	0.0		
Petroleum coke		GJ	5.30	0.0		
Refinery gas and liquids		GJ	5.30	0.0		
Refinery coke		GJ	5.30	0.0		
Petroleum based products other than mentioned in the items above		GJ	5.30	0.0		
Total				0.00		

Figura A.10 - Excerto da Secção 14 da Calculadora [54]

Relativamente aos resultados obtidos, na secção 15, (*Estimated Emissions Outputs*), após a inserção de todos os dados relevantes são sintetizadas as emissões em dois grandes separadores de output. Para o primeiro, soma geral, sumariza todas as emissões numa tabela, e também três gráficos circulares das emissões em percentagem para os âmbitos três âmbitos e a sua comparação. O output seguinte, gráfico de soma geral, fornece através de um gráfico de barras uma representação ilustrativa das emissões, de acordo com as categorias de atividades individuais, para uma perceção geral simplificada da pegada de carbono total. Ambos os outputs podem ser impressos quando desejado e a qualquer altura podem ser modificados ou adicionados dados na calculadora, sendo de seguida atualizados automaticamente os outputs.

A possibilidade de ser transferida a ferramenta para um determinado site ou atividade, dará a oportunidade para as organizações de controlo perceberem e reverem, os seus sistemas de coleta de dados, de forma a atualizar os sistemas, tornando-os mais eficazes e precisos para obter emissões mais próximas da realidade.

Anexo B

Tabela B.1 – Excerto da informação básica relativa aos estudos da Alemanha e Espanha para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)
[55]	Alemanha	<i>Baden, Wuerttemberg, Palatinate, Rhinehessen</i>	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 baseado no Protocolo GHG (GWP100)	0,829
[56]	Espanha	<i>La Roija</i>	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D e FVG	Sim	LCA - ISO 14044; AP, EP, POFP (GWP100)	0,9 - 1,0
[57]	Espanha	<i>Catalonia</i>	Tinto	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG, EB e FVG	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; AP, FE, HTP, ALOP, WDP (GWP100)	0,951
[58]	Espanha		n.d ^a	1 kg de azoto fornecido para terreno de vinha	TR	Não	LCA - ISO 14040; ADP, HTP, FAETP, MAETP, TETP, POFP, AP, EP (GWP100)	0,315 ^b
[36]	Espanha	<i>Galician (NW^c)</i>	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14044; ADP, AP, EP, ODP, POFP, LC, Etox (GWP100)	2,935
								3,209
								3,144
								2,643

^a não disponível

^b poupança de emissões

^c Noroeste

Tabela B.2 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha e França para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[59]	Europa	Espanha	<i>Galicia (NW) - Rías Baixas (Região Salnés)</i>	n.d	1,1 kg de uva ≈ 0,75 L de vinho	CCU	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044 + DEA; AP, EP, POFP, LC, Etox (GWP100)	0,463
[60]		Espanha	<i>Galicia (NW) - Ribeiro</i>	n.d	1,1 kg de uva ≈ 0,75 L de vinho	CCU	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; ADP, AP, EP, ODP, POFP, LC, Etox (GWP100)	0,097; 0,071 0,148; 0,087 0,375; 0,283
[44]		Espanha e França	<i>Galicia (ES), Murcia (ES), Catalonia (ES), Balearic Islands - Menorca (ES), Castilla la Mancha (ES), Midi Pyrenees (FR) e Langedoc - Rousillon (FR)</i>	Tinto, Branco, Rosé e Espumante	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, TR	Sim	<i>Corporate Carbon Footprint</i> - ISO 14064; LCA - ISO 14044 (GWP100)	0,170 - 2,180

Tabela B.3 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)
[37]	Espanha, Itália e Luxemburgo	<i>Sardinia (IT), Tuscany (IT), Marche (IT), Galicia (ES) e Moselle Luxembourgaise (LUX)</i>	Tinto, Branco e Espumante	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; IPCC 2007 para GHG (GWP100)	0,960
								1,200
								0,600
					0,990			
					0,400			
					0,472			
					0,700			
1,514								
[61]	Europa	Ilha de Chipre	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D e TR	Sim	LCA - ISO 14044; Standard Internacional - ISO 14064; GHGE - IWCCP baseado em IPCC 2006 (GWP100)	1,310
[45]	Ilha de Chipre	<i>Limassol e Paphos</i>	Tinto e Branco	1 kg de uva ≈ 0,75 L de vinho	CCU e TR	Não	LCA e IPCC 2006 - GHG baseado na Cool Farm Tool (GWP100)	0,846
								0,556
								0,283

Tabela B.4 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)
[62]	Itália	Tuscany - Maremma	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG, EB, D e FVG	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; PCR ^d - EPD ^e Certification (GWP100)	1,070
								1,280
								0,910
								0,630
[63]	Itália	Umbrian	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG	Sim	CFP - ISO/TS 14067; LCA - ISO 14040, 14044; <i>Environmental Labels and Declaration</i> - ISO 14020, 14024, 14025; PCR - <i>Internacional EPD System</i> (GWP100)	1,068
[42]	Itália	Castiglione in Teverina (Viterbo)	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; IPCC 2006 (GWP100)	0,795
[64]	Itália		Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D e TR	Sim	LCA - ISO 14040 series (ISO 14040, 14041, 14042 e 14043) (GWP100)	1,600

^d Regras para Categoria do Produto – (*Product Category Rules* – (PCR))

^e Declaração Ambiental Produto (*Environmental Product Declaration* – (EPD))

Tabela B.5 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[65]	Europa	Itália	<i>Abruzzo</i>	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D e TR	Não	LCA - ISO 14044; AP, EP, POFP, ODP (GWP100)	1,552
[41]		Itália	Norte de <i>Sardinia</i>	Branco	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; ADP, AP, EP (GWP100)	1,640
[66]		Itália	<i>Tuscany (Grosseto)</i>	Tinto	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG, EB, D e FVG	Sim	LCA (GWP100)	0,663
									0,531
[67]		Itália	<i>Piedmont (Norte Itália)</i>	Tinto	1 L de vinho	PV, CCU e V	Não	LCA - ISO 14040 e 14044 derivado do conceito LCT; AP, NEP, ODP, POFP (GWP100)	0,672
									0,646
[68]		Itália		Branco	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; IPCC 2006; AP, EP, POFP, ODP, ADP (GWP100)	1,010
[38]		Itália	Sul de Itália	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	V, EG, EB, D e FVG	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; C, NC, RI, IR, ODP, RO, AET, TETP, AP, ALOP, EP (GWP100)	0,676; 0,243
	0,530; 0,097								
	1,580; 1,147								
	0,749; 0,316								

Tabela B.6 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[69]	Europa	Itália	Sul de <i>Sardinia</i>	n.d	1 kg de uva ≈ 0,75 L de vinho	CCU	Não	CF baseada no IWCP e IWCC (GWP100)	0,429
[70]		Itália	<i>Valle Peligna (Petrella, Vignale e Ferrai)</i>	Tinto	1 ton de uva	CCU e V	Não	LCA - ISO 14040 e 14044; CFP - ISO/CD 14067; IWCC; OIV; Protocolo GHGA (GWP100)	1,910
[71]		Itália	Região <i>Calabria - Cìro</i>	n.d	1 kg de uva ≈ 0,75 L de vinho	PV, CCU e TR	Sim	LCA - ISO 14040; LCC; EPD 2008; AP, EP, ODP, POFP (GWP100)	0,315
									0,271
									0,329
	0,305								
[30]	Itália	Província de <i>Reggio Emilia</i>	Tinto (Espumante)	566 ton de uva	PV e CCU	Sim	LCA - IMPACT 2002+; C, NC, RI, IR, ODP, RO, AET, TETP, AP, ALOP, EP (GWP100)	0,060	

Tabela B.7 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália e Portugal para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[72]	Europa	Itália	<i>Canosa Sannita</i> (Região de <i>Abruzzo</i>)	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D	Não	LCA; CML 2001; AP, EP, FAETP, HTP, MAETP, ODP, POFP, RAD, TETP (GWP100)	0,735
[46]		Itália	<i>Umbrian</i>	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG	Sim	CFP: LCA - ISO/TS 14067; PCR (GWP100)	1,433 1,377
[73]		Itália	<i>Tuscany - Chianti e Montepulciano</i>	Tinto	1 ton de vinho ^f	CCU, V, EG, EB e FVG	Sim	LCA - ISO 14040, 14041, 14042 e 14043 (GWP100)	0,412 0,744
[35]		Portugal	Alentejo - Herdade de Grous	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e D	Sim	LCA baseada no Protocolo GHG; OIV; IWCC (GWP100)	1,530 1,510 1,360
[39]		Portugal	Bairrada, Dão, Távora-Varosa, Douro e Vinho Verde	Tinto, Branco, Rosé e Espumante	0,75 L de vinho	CCU e V	Sim	LCA (GWP100)	0,151-0,446

^f 1 ton vinho = 1000 kg vinho = 1000 L

Tabela B.8 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Portugal, UE e Canadá para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[74]	Europa	Portugal	Norte de Portugal	Branco	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG, EB e D	Sim	LCA; EP, LC, ODP, TETP, FAETP, HTP, MSET, FSETP, ADP, MAETP, AP, POFP (GWP100)	2,912
[40]		Portugal	Douro	n.d	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Não	LCT; LCA; IWCC (GWP100)	1,330
[28]		União Europeia + EFTA		Tinto, Branco e Espumante	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, D, TR e FVG	Não	LCA - ISO 14025, 14071, 14001, 14040 e 14044; ODP, HTP (C, NC), IRAD, POFP, AP, EP, FE, ME, Etox, ALOP, WDP, ADP (GWP100)	1,500
			PV, CCU, V, D, TR, FVG e U			2,100			
					1,584				
					2,180				
[75]	América do Norte	Canadá	<i>Toronto</i>	n.d	1 L de vinho	EB, EG e TR	Não	LCA; AP, ODP, C, HTP, EP (GWP100)	0,730
									0,620
									0,330
									0,090
[29]		Canadá	<i>Nova Scotia</i>	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, FVG e U	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; IPCC 2006 (GWP100)	3,220

Tabela B.9- Excerto da informação básica relativa aos estudos de EUA, Austrália e Nova Zelândia para a pegada carbónica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	
[76]	América do Norte	EUA	<i>New York - Finger Lakes</i>	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG e EB	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044 (GWP100)	1,030
[43]		EUA	<i>California - Napa e Lodi</i>	Tinto e Branco	1 ton uva	CCU	Não	LCA (GWP100)	0,742
[77]	Oceania	Austrália		Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG	Sim	LCA; ADP, AP, EP, ODP, POFP, GWP100, HTP, MAETP, FAETP, TETP	1,250
[78]		Nova Zelândia	Região de <i>Marlborough</i>	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, TR e FVG	Sim	LCA - ISO 14040 e 14044; ODP, ADP, POFP, AP, EP, MAETP, FAETP, TETP, HTP (GWP100)	1,200

Tabela B.10 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Espanha e Itália para a pegada hídrica

Referência	Localização			Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)
[79]	Europa	Espanha	<i>Galicia - Ribeiro</i>	n.d	1 kg de uvas ≈ 0,75 L de vinho	CCU	Não	WFA - ISO 14046; FAP, FET, FEP	653,1
									507,3
									329,3
									314,9
									377,5
									366,5
									489,3
									771,2
									911,7
[80]		Itália	<i>Umbrian</i>	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Não	WFA - ISO 14046	632,2
[63]		Itália	<i>Umbrian</i>	Tinto	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG	Sim	WFA - ISO 14046	578,1

Tabela B.11 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália para a pegada hídrica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)
[81]	Itália	Sicily	Tinto e Branco	1 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Não	WFA	712,2; 660,9
								753,8; 685,8
								551,3; 558,8
								522,7; 811,4
								872,0; 813,15
								738,8; 673,2
[46]	Itália	Umbrian	Tinto e Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D, TR e FVG	Sim	WFA - ISO 14046	504,1
								551,0
[52]	Itália	Nordeste de Itália	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Sim	WFA - ISO 14046; WF _{sw} ; FAP, FEP, FET, HT (C e NC)	1193,0
								1440,0
								10,10
[82]	Itália	65 regiões de Itália	n.d	n.d	CCU	Não	WFA	600 - 908

Tabela B. 12 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Itália, Península Balkan e Hungria para a pegada hídrica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)
[83]	Itália	Região de <i>Piedmont</i> e Sicily	Tinto e Branco	1 L de vinho	n.d	Não	WFA	365,3
411,0								
[51]	Europa	Itália e <i>Balkan Peninsula</i>	n.d	1 ton de vinho	n.d	Não	WFA	450,8
381,8								
845,3								
997,5								
226,5								
636,0								
654,8								
1041,0								
756,8								
485,3								
731,3								
756,8								

Tabela B.13 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Hungria, Portugal e Roménia para a pegada hídrica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)
[84]	Hungria	Região de Balatonboglár	n.d	1 L de vinho	CCU e V	Não	WFA	232,5 - 481,5
[85]	Portugal	Noroeste de Portugal	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V e EG	Sim	WFA; WF _{sw} ; FU ^g , FEP ^h , FAETP ⁱ , MAETP ^j	4,6
								4,6
								402,3
[40]	Portugal	Douro	n.d	0,75 L de vinho	PV, CCU, V, EG e EB	Não	n.d	19,02
[86]	Portugal	Sul de Portugal - Tagus	n.d	0,75 L de vinho	V, EG e TR	Não	WFA	9,62
								12,74
[47]	Roménia	Iasi	Branco	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB, D e TR	Não	WFA - ISO 14001	1880,0
								1262,0
								2480,0
								1454,0

^g Uso de Água Doce (*Freshwater Use* – (FU))

^h Potencial de Eutrofização da Água Doce (*Freshwater Eutrophication Potential* – (FEP))

ⁱ Potencial de Ecotoxicidade Aquática em Água Doce (*Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential* – (FAETP))

^j Potencial de Ecotoxicidade Aquática Marinha (*Marine Aquatic Ecotoxicity Potential* – (MAETP))

Tabela B.14 - Excerto da informação básica relativa aos estudos de Argentina, Chile, Nova Zelândia e Internacional para a pegada hídrica

Referência	Localização		Tipo de Vinho	Unidade Funcional	Fronteira	Inventário	Metodologia	Água (L/garrafa)	
[48]	América do Sul	Argentina	<i>Mendoza</i>	Tinto e Branco	100 kg de uvas	CCU	Não	WFA	188,5
									155,9
									117,3
									130,6
									172,7
[32]	América do Sul	Chile	<i>Curico Valley, Colchaga Valley e Maipo Valley</i>	Tinto e Branco	1 L de vinho	V, EG, EB e TR	Não	WFA	125,4
									4,173
									1,890
									0,325
									0,904
									4,280
									2,930
									0,310
0,944									
[49]	Oceânia	Nova Zelândia	Região de <i>Marlborough e Gisborne</i>	n.d	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Não	WFA; WF _{sw} ; FEI, FD	786,9; 1,62
									859,6; 0,958
[50]	Oceânia	Nova Zelândia	Região de <i>Marlborough e Gisborne</i>	n.d	0,75 L de vinho	CCU, V, EG, EB e TR	Não	WFA	742,5
									667,1
[31]	Internacional		Espumante	1 ton de uva	PV, CCU e TR	Não	WFA	1159	

Tabela B.15 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Alemanha

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO ₂ eq/kWh)	Diesel (L/ha)
[55]	Europa	Alemanha	<i>Baden, Wuerttemberg, Palatinate e Rhinehessen</i>	n.d	n.d	10,1	n.d	n.d	n.d	n.d
						9,9				
						9,1				
						9,8				
						9,2				
						12,3				
						7,7				
						13,9				
						13,9				
						10,4				
						11,1				
						9,1				
						13,6				
						10,3				

Tabela B.16 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) da Alemanha

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	
[55]	Fertilizantes sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e MgO	62,2	kg/ha	0,829	Viticultura (diesel utilizado em tratores, aplicação de fertilizantes (N ₂ O), <i>liming</i> (CO ₂)) e vinificação (diesel e gasolina utilizada em veículos, emissões fugitivas, produção de calor, gás natural e aquecimento de óleo)	0,171	Eletricidade
		74,6					
	Fertilizantes sintético e orgânico N, K ₂ O e CaO	136,4					
	Fertilizante orgânico N e MgO	80,0					
	Fertilizantes sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e MgO	140,2					
	Fertilizantes sintético e orgânico N, K ₂ O e MgO	129,6					
	n.d	n.d					
	Fertilizante orgânico N	14,0					
	Fertilizantes sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e MgO	102,9					
	Fertilizantes sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO e CaCO ₃	207,1					
	Fertilizante orgânico N	25,5					
	Fertilizante sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO e CaCO ₃	154,8					
	Fertilizante sintético N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, CaO e CaCO ₃	144,8					
Fertilizante sintético e orgânico N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e MgO	106,6						

Tabela B.17 – Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases da Alemanha)

Referência	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[55]	0,085	Viticultura (<i>trellis system material e lifespan</i> , produção de fertilizantes e de produtos fitossanitários, deslocamento de <i>staff</i>) e vinificação (aditivos e agentes de limpeza, garrafas de vidro reutilizável e de uso único, embalagem Secundário (caixas, <i>foil</i>), fornecimento de combustíveis fósseis, deslocamento de <i>staff</i>)	0,573	0,149	0,191	0,473	0,017	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.18 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Espanha

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)	
[56]	Europa	Espanha	<i>La Roija</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
[57]		Espanha	<i>Catalonia</i>	<i>Cabernet sauvignon e tempranillo</i>	12,50	4,80	30000	565	n.d	15,48
[58]		Espanha		n.d	n.d	n.d	n.d	0 (não foi considerada neste estudo)	0 (não foi considerada neste estudo)	n.d

Tabela B.19 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) de diferentes estudos localizados em Espanha

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 2
[56]	Fertilizante inorgânico	500	kg/ha	0,9 - 1,0	Viticultura (pré-poda, poda, fertilizantes, arar, tratamento de herbicidas, tratamento fitossanitário e colheita) e vinificação (pesagem e análise das uvas, transporte das uvas, aplicação de sulfitos, esmagamento, <i>destemming</i> , fermentação alcoólica, arrefecimento, adição de ácido tartárico, prensagem, fermentação malolática, <i>nurturing</i> em barris de carvalho, estabilização clarificação e filtração)	n.d	Eletricidade
	Fertilizante orgânico (ovelha)	3000					
[57]	Fertilizante orgânico	69,12		0,951	Plantação da vinha, diesel, fertilizantes, irrigação, lavragem, colheita, vinificação (esmagamento, fermentação, fermentação secundária, conservantes e filtração)	n.d	
[58]	n.d			0,315 (poupança CO ₂)	Diesel (transporte área de moagem, <i>stalk</i> e <i>sludge</i> para pilhas)	n.d	Este âmbito não foi considerado neste estudo

Tabela B.20 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Espanha

Referência	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[56]	n.d	Produção de garrafa (vidro, rotulagem e fechamento da garrafa) e material de embalagem (caixas de cartão), transporte (fertilizantes, produção barril, deslocamento trabalhadores), distribuição (doméstica (Espanha) e internacional (UK)) e fim de vida garrafa (reciclagem, aterro e incineração)	n.d	0,503 ^k	0,040
[57]	n.d	Material de engarrafamento e embalagem, transporte (plantação, fertilizantes, pesticidas, fermentação secundária, embalagem e engarrafamento), tratamento de resíduos (aterro) e fim de vida garrafa (aterro)	0,676	0,242 ^k	0,032 ^k
[58]	0	Transporte (centrais industriais de compostagem e retorno do composto ao terreno), tratamento de resíduos para fertilizante (<i>grape pomace, lees, stalk e wastewater sludge</i>)	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

^k Inclui a fase de transporte

Tabela B.21 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Espanha

Referência	Produção de Materiais (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Transporte (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Distribuição (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Fim de vida (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Uso (kg de CO_{2eq}/ garrafa)
[56]	0,391 ¹	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida
[57]	0,675 ¹	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	0,0013	Fora da fronteira definida
[58]	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

¹ Inclui a fase de transporte

Tabela B.22 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[36]	Europa	Espanha	Galician (NW) - Ribeiro	n.d	14	8,04	102273	1565	n.d	600,20
						7,00	89091	1568		613,98
						6,86	87273	1571		524,44
						8,57	109091	1571		613,93

Tabela B.23 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[36]	Fertilizante Orgânico (Composto)	3,42	kg/garrafa	2,935	n.d	Eletricidade	n.d	Transporte de garrafa e rolha para adega, material de engarrafamento e embalagem e infraestrutura	0,628
		3,85		3,209					
		3,93		3,144					
		3,14		2,643					

Tabela B.24 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[36]	1,810	0,496	0,628 ^m	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
	2,084	0,497						
	2,071	0,445						
	1,702	0,314						

Tabela B.25 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano) de Espanha

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano		
[59]	Europa	Espanha	<i>Galicia (NW) - Rías Baixas (Região Salnés)</i>	n.d	Total das 40 vinhas: 3814	n.d	31100	3000	5000
							9600	7500	5200
							13000	30500	2900
							90000	7500	12000
							5172	20000	8000
							30000	1900	9120
							8400	25000	3362
							9160	7000	55000
							8000	19000	2500
							15500	16000	13000
							30000	1200	18400
							15000	4000	4026
							20000	13800	
7604	6200								

^m Inclui a fase de transporte

Tabela B.26 - Excerto da informação detalhada (eletricidade, diesel, fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1 e 2) de Espanha

Referência	Eletricidade Rede (kWh/year)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)	Fertilizante				Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 2	
[59]	0 (não foi considerada neste estudo)	0 (não foi considerada neste estudo)	n.d	Fertilizante orgânico e N	1875	36	6000	kg/ano	0,463	Consumo de diesel na maquinaria agrícola, emissões diretas dos fertilizantes e pesticidas	0,463	Este âmbito não foi considerado neste estudo
					400	220	1125					
					10010	36	160					
					432	2272	36					
					15	12	814					
					361	31000	2725					
					903	1467	234					
					514	1045	800					
					72	1600	50					
					6609	44	2000					
					1913	675	800					
					956	880	500					
					1140	823						
518	350											

Tabela B.27 - Excerto da informação detalhada (âmbito 2 e 3, distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha

Referência	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[59]	0	Esta Scope não foi considerada neste estudo	0	0,463	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.28 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/year)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[60]	Europa	Espanha	Galicia (NW) - Ribeiro	n.d	4,00 (BD)	3,75	13636	0	n.d	67,69
					27,6 (BD - CV)	4,49	112658	40920		41,58
								31000		144,02
					14,00 (CV)	8,57	109073	5520		83,20
								4440		685,84
										840,34

Tabela B.29 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[60]	Não foi utilizado fertilizante	0	0,097	n.d	n.d	Eletricidade	n.d	Transporte (composto apenas para CV)	n.d
			0,071						
		0	0,148						
			0,087						
	Estrume de ovelha	0,275	0,375						
		0,217	0,283						

Tabela B.30 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[60]	0,097	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
	0,071							
	0,148							
	0,087							
	0,375 ⁿ			n.d				
	0,283 ⁿ							

ⁿ Inclui transporte

Tabela B.31 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva) de Espanha e França

Referência	Localização		Tipo de Uva	
[44]	Europa	Espanha e França	<i>Galicia - Rias Baixas</i>	<i>Albariño</i>
			<i>Murcia - Jumilla</i>	<i>Mourvèdre, cabernet sauvignon, syrah, tempranillo, petit verdot, macabeo, airén</i>
			<i>Catalonia - Penedes e Costers del Segre</i>	<i>Macabeo, chardonnay, riesling, gewürztraminer, muscat, merlot, parellada, xarello, pinot noir</i>
				<i>Chardonnay, cabernet sauvignon, syrah, tempranillo, sauvignon blanc, albarino, merlot, xarello, pinot noir</i>
			<i>Baleric Islands (Menorca) - Vi de la Terra</i>	<i>Merlot, chardonnay, syrah, muscat</i>
				<i>Merlot, chardonnay, syrah, cabernet sauvignon, macabeo, tempranillo</i>
			<i>Castilla la Mancha - Uclés e Dehesa del Carrizal</i>	<i>Tempranillo, chardonnay, cabernet, sauvignon blanc, syrah, merlo</i>
				<i>Tempranillo, macabeo</i>
				<i>Airén, tempranillo, chardonnay, sauvignon blanc</i>
				<i>Tempranillo, cabernet-sauvignon, syrah, merlot, sauvignon blanco verdejo</i>
			<i>Midi Pyrenees - Gaillac/Côtes du Tam</i>	<i>Tempranillo, chardonnay, cabernet sauvignon, syrah, merlot, petit verdot</i>
				<i>Sauvignon, mauzac, merlot, duras, brauacol, syrah, prunelard, gamay, uscadelle, loin de l'oeil</i>
				<i>n.d</i>
				<i>Sauvignon, mauzac, merlot, brauacol, syrah, gamay, muscadelle, loin de l'oeil, malbec, cabernet, cabernet franc, negrette, tannat</i>
			<i>Langedoc - Rousillon - Minervois, Pays d'Hérault</i>	<i>Muscet petit grain, muscat, syrah, carignan, grenache, mourvèdre, cinsault, cabernet franc, sauvignon, cabernet sauvignon</i>
				<i>Syrah, cinsault, carignan, grenache blanc, marsanne</i>
			<i>Syrah, carignan, grenache blanc and noir, roussanne, chardonnay, macabeo, malvasie, mourvèdre, merlot, muscat petit grain and alexandrie</i>	

Tabela B.32 - Excerto da informação detalhada (área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha e França

Referência	Área Vinha (ha)		Produtividade (ton/ha)		Garrafas/ano		Eletricidade Rede (kWh/ano)		Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)	
[44]	2,80	67,20	11,43	0,62	26667	438133	11800	193874	0,195	61,90	42,38
	3,50	33,40	11,00	7,55	n.d	n.d	n.d	n.d		n.d	n.d
	n.d	n.d	n.d	n.d	4521779	11877231	2000887	5255675		n.d	n.d
	24,00	20,00	5,00	10,04	45921	n.d	20320	n.d		12,44	n.d
	1865,00	11,21	9,07	3,69	3526925	42467	1560664	18792		12,29	24,62
	4,50	n.d	5,56	n.d	22667	10826428	10030	4790694		32,74	n.d
	10,00		11,10		80000		35400			52,00	
	117,00		5,98		795333		351935			44,19	
	n.d		n.d		300000		132750			n.d	
	2462,30		8,77		22297889		9866816			58,86	
	583,60		6,28		3418907		1512866			38,08	
	25,00		4,72		75612		33458			19,66	

Tabela B.33 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha e França

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[44]	Fertilizante orgânico (N), fertilizante sintético baseado em ureia (N) e fertilizante sintético baseado em fósforo (P ₂ O ₅)	[29,96; 305,65]	kg/ha	0,17-2,18	Vinha (combustão de diesel, fertilizantes (N ₂ O)) e vinificação (emissões fugitivas)	0,126	Eletricidade	0,086	Material de engarrafamento e embalamento (resíduos de vidro, produção de cartão, plástico e vidro), químicos utilizados na fase da adegas, produção de diesel, produtos fitossanitários e fertilizantes, tratamento de resíduos (sólidos e água)	0,904

Tabela B.34 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha e França

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[44]	0,232	0,182	0,424	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	0,020	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.35 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[37]	Europa	Espanha, Itália e Luxemburgo	n.d	Sardina	20	8,64	172800	10385	173,21
					550	10,91	6000000	150000	250,14
				Tuscany	10	7,05	70500	2207	224,28
				Marche	1700	13,00	22100000	n.d	136,55
				Galicia	56	10,69	593640	n.d	574,74
					230	16,78	3859000	n.d	Fora da Fronteira
				Luxemburgo	57	2,46	140000	n.d	
[61]		Ilha de Chipre	<i>Xynisteri</i>	2,5 (cada uma das 20 vinhas avaliadas)	6,50	76000	56782	0,810	331,52

Tabela B.36 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[37]	Fertilizante orgânico (composto) e sintético	kg/garrafa	0,5900	Viticultura (diesel, <i>trellis</i> , fertilizante, pesticidas e operações no campo) e vinificação (n.d)	0,351	Eletricidade	n.d	Material de engarrifamento e embalamento
			0,0237		0,241			
			0,0044		0,113			
			0,0324		0,213			
			0,0928		0,376			
			Fora da Fronteira		Este âmbito não foi considerado			
			0,472					
	0,700							
		1,514						
[61]	15-15-15 <i>YaraMila</i> <i>Universe</i> e <i>Patenkali</i> (0-0-30) (N, P ₂ O ₅ e K ₂ O)	228	kg/ha	1,310	Práticas na vinha (cultivação, emissões de NO ₂ , sequestro, fotossíntese videira, desperdício de lixo (vinha), emissões fugitivas (metano da combustão estacionária), combustível móvel (camiões, tratores, carros, empilhadoras), combustível estacionário (geração de calor)	0,127	0,605	Extração e produção de materiais comprados (pesticidas, fertilizantes, material de embalagem e engarrifamento (vidro, madeira, <i>closures</i>)), transporte (viagens de trabalho) e tratamento de resíduos (sólidos, água)

Tabela B.37 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Espanha, Itália, Luxemburgo e Ilha de Chipre

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[37]	n.d	0,351	0,130-0,340	0,370 ^o	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
		0,241		0,783 ^o					
		0,113		0,228 ^o					
		0,213		0,461 ^o					
		0,376		n.d					
	0,578	Fora da fronteira definida	0,121	0,351 ^o					
			0,130-0,340	0,400 ^o					
1,160			0,354 ^o						
[61]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	

^o Inclui eletricidade utilizada no engarrafamento e embalagem

Tabela B.38 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Ilha de Chipre e Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[45]	Europa	Ilha de Chipre	<i>Limassol e Paphos</i>	<i>Xynisteri, cabernet sauvignon, soultatina (também chamada soultana ou thomson seedless)</i>	n.d	4,24	n.d	n.d	n.d
					n.d	6,80			
					n.d	11,5			
[62]	Itália	<i>Tuscany - Maremma</i>	n.d	n.d	5,00	39000	n.d	n.d	2584
					6,00	23000			2511
					11,00	132000			902
					9,00	250000			1594

Tabela B.39 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da Ilha de Chipre e Itália

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[45]	N-P-K 15-15-15 e estrupe de ovelha e cabra	3250	0,283	Emissões N ₂ O devido à aplicação de fertilizantes, pesticidas, diesel, colheita	n.d		n.d	Tratamento de resíduos da cultura, produção de fertilizantes, transporte de uvas para a adega, viagens de inspeção e de entrega do produto ao mercado (distribuição)	n.d
	N-P-K 20-10-10 e NH ₄ NO ₃ 35% N, ureia 46% N, K-Mg 0-0-11-5	400	0,556						
	NH ₄ NO ₃ 35% N e K 0-0-40	700	0,846						
[62]	NPK	300	1,070	Fase agrícola (plantação da vinha (preparação de terreno, fertilização e estrupe), pré- produção (lavragem, fertilização, gestão de erva e pesticidas), produção (práticas de cultivo, fertilização, gestão de erva e pesticidas, transporte para adega, colheita,)) e vinificação (esmagamento, <i>destemming</i> , fermentação, refrigeração, limpeza, adição de enzimas, <i>metabissulfito</i> de potássio, envelhecimento em barris)	n.d	Eletricidade	n.d	Transporte de material, engarrafamento (rotulagem e fechamento da garrafa), embalamento, fim de vida garrafa (reciclagem vidro e aterro de rótulos e rolhas) e distribuição	n.d
	NPK + <i>foliar</i>	300	1,280						
	NPK	300	0,910						
	K ₂ SO ₄ + <i>foliar</i>	200	0,630						

Tabela B.40 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Ilha de Chipre e Itália

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[45]	0,100	Fora da fronteira definida	0,113	0,031	Fora da fronteira definida	0,039	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
	0,262		0,218	0,026		0,050		
	0,531		0,233	0,034		0,048		
[62]	0,330 ^P	0,220 ^P	0,460 ^Q	n.d	0,04	Fora da fronteira definida	0,03	Fora da fronteira definida
	0,220 ^P	0,004 ^P	0,540 ^Q		0,44		0,03	
	0,190 ^P	0,050 ^P	0,610 ^Q		0,02		0,03	
	0,120 ^P	0,090 ^P	0,320 ^Q		0,09		0,02	

Tabela B.41 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[63]	Europa	Itália	<i>Umbria</i>	Mistura de <i>sangiovese, merlot e cabernet sauvignon</i>	20	9,00	180000	44561	n.d	5800
[42]		Itália	<i>Castiglione em Teverina (Viterbo)</i>	<i>Montepulciano</i>	n.d	2,50	n.d	n.d	0,650	n.d

^P Inclui transporte

^Q Inclui eletricidade utilizada no engarrafamento e embalagem

Tabela B.42 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[63]	Fertilizante de azoto, fósforo e potássio e fertilizante orgânico	52,512	kg/L	1,068	Vinha (aplicação de fertilizantes e tratamentos, irrigação e mudança de terreno), adega (n.d) e transporte interno (n.d)	0,281	Eletricidade	0,131	Aquisição de matéria-prima (fertilizantes, pesticidas, materiais de engarrafamento e embalagem), distribuição, fim de vida garrafa (reciclagem, aterro e incineração de vidro, rótulo, rolha e cápsula) e tratamento de resíduos (reciclagem e aterro caixa de embalagem)
[42]	n.d			0,795	Consumo de diesel para operações no campo	n.d		0,320	Produção de diesel, transporte e produção de matérias-primas, material de engarrafamento (vidro, rolha, rótulo) e embalagem (cartão, plástico HDPE ¹)

¹Polietileno de alta densidade (*High Density Polyethylene* – (HDPE))

Tabela B.43 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[63]	0,657	0,280	0,131	0,619	0,035	0,439	n.d	n.d	Fora da fronteira definida
[42]	n.d	0,120 ^s	0,320	0,343	0,012	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.44 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[64]	Europa	Itália		n.d	138	9,20	1269400	1714722	n.d
[65]		Itália	<i>Abruzzo</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
[41]		Itália	Norte de <i>Sardinia</i>	<i>Vermentino</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	98

^s Inclui produção de diesel

Tabela B.45 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[64]	Fertilizante de nitrogénio e fósforo	373	kg/ha	1,600	Produção da uva (preparação terreno, estrume, tratamento pesticida, colheita e transporte de uvas para adega), vinificação (esmagamento, <i>destemming</i> , fermentação, maceração, fermentação <i>malolática</i> , processo de refinação nos barris, <i>settling</i> , estabilização tartárica, micro-filtração)	n.d	Eletricidade	n.d	Material de engarrafamento (vidro, rótulo, rolha) e embalamento (cartão, paletes), distribuição (italiana, europeia e não europeia), transporte de matéria-prima e de garrafas para firma de distribuição, tratamento de resíduos (água)
[65]	n.d			1,552	n.d	n.d		n.d	n.d
[41]	n.d	20	kg/ha	1,640	Plantação vinha (fertilizantes, diesel, inseticidas, pesticidas e herbicidas), produção de uva (diesel, inseticida, herbicida, estrume e colheita) e vinificação (leveduras vinho, dióxido de enxofre, enzimas pectolíticas, ácido ascórbico, nitrogênio líquido, bentonita, gelatina, farinhas fósseis)	n.d		n.d	Produção de material de engarrafamento (vidro, cortiça e polilaminado) e embalamento (cartão), produção de diesel, cimento e aço para máquinas agrícolas

Tabela B.46 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO₂eq/garrafa)	Viticultura (kg de CO₂eq/garrafa)	Vinificação (kg de CO₂eq/garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO₂eq/garrafa)	Transporte (kg de CO₂eq/garrafa)	Distribuição (kg de CO₂eq/garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO₂eq/garrafa)	Fim de vida (kg de CO₂eq/garrafa)	Uso (kg de CO₂eq/garrafa)
[64]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[65] ^t	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[41]	n.d	0,579 ^u	0,00286 ^v	1,060	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

^t Compreensão difícil na distribuição das emissões pelas fases

^u Inclui produção de diesel

^v Inclui apenas a eletricidade referente ao engarrafamento

Tabela B.47 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/year)	Eletricidade Rede (kg de CO ₂ eq/kWh)	Diesel (L/ha)
[66]	Europa	Itália	<i>Tuscany (Grosseto)</i>	n.d	1,50	9,00	13500	211	n.d	1586
					7,50		67500	1061		1338
					3,00		27000	421		1378
					5,39		48510	757		1740
					1,33		11970	187		1283
					2,13		19170	299		820
					4,00		36000	566		848
					1,00		9000	140		1236
					1,29		11610	182		1275
[67]		Itália	<i>Piedmont (Norte Itália)</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	

Tabela B.48 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[66]	<i>Foliar P</i>	6,14E-06	kg/garrafa	0,663 (sem SOM ^w); 0,531 (com SOM)	n.d	Eletricidade	n.d	Transporte (Uvas, material para a vinha, engarrafamento (vidro, rolha, rótulo) e embalagem (cartão)) e fim de vida da garrafa (reciclagem e aterro)
	NPK + <i>Foliar</i>	5,11E-03						
	<i>Foliar NK</i>	1,97E-03						
	N + NPK	7,98E-03						
	K + NK	3,62E-03						
	NPK	4,05E-03						
	PK	9,16E-05						
	NPK	3,69E-03						
	NPK	2,67E-04						
[67]	n.d		0,672	Viticultura (plantação e cultivo da uva) e vinificação (esmagamento e <i>destemming</i> da uva, fermentação com maceração, decantação, fermentação malolática, filtração e clarificação, estabilização tártica, fase de decantação e fixação e microfiltração)	n.d		n.d	Produção matérias-primas
			0,646					

^w Matéria orgânica (*Soil Organic Matter* – (SOM))

Tabela B.49 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[66]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida
[67]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.50 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[68]	Itália		<i>Vermentino</i>	n.d	n.d	500000	55556	n.d	n.d
[38]	Europa	Itália	Sul de Itália	n.d	n.d	15000	563	n.d	0 (não foi considerado neste estudo)
						30000	1103		
						2500	34		
						20000	236		

Tabela B.51 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[68]	Fertilizante P ₂ O ₅ , N, K ₂ O	6,03E-04	kg/garrafa	1,010	Plantação da vinha (preparação terreno, fertilizante inorgânico e orgânico, gestão de pesticidas e lavragem, diesel), produção da uva (diesel, fertilizante inorgânico e orgânico, gestão de pesticidas, colheita e transporte das uvas), vinificação (<i>destemming</i> , esmagamento, clarificação, filtração, estabilização, produtos químicos)	n.d	Eletricidade	n.d	Material de engarrafamento (vidro, papel para rótulos, rolhas) e embalagem (cartão)
[38]	0 (não foi considerado neste estudo)			0,676	Vinificação (esmagamento e <i>destemming</i> , prensagem, clarificação do vinho, fermentação, limpeza, estabilização e refinação)	n.d		n.d	0,243
				0,530					
				0,097					
				1,580					
				1,147					
				0,749					
				0,316					

Tabela B.52 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[68]	0,562	0,169	0,274	0,562	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[38]	n.d	Fora da fronteira definida	0,156 ^x	0,433	n.d ^y	0,08	Fora da fronteira definida	0,003	Fora da fronteira definida
				Fora da fronteira definida					
			0,068 ^x	0,433		0,03			
				Fora da fronteira definida					
	0,994 ^x	0,433	0,15						
		Fora da fronteira definida							
	0,234 ^x	0,433	0,08						
		Fora da fronteira definida							

^x Inclui eletricidade referente ao processo de engarrafamento

^y A fase de transporte apenas corresponde ao transporte de uvas valor muito baixo que se encontra registado na fase de vinificação

Tabela B.53 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)	
[69]	Europa	Itália	Sul de Sardinia	Vermentino	8	1,25	9091	0 (não foi considerada neste estudo)	0 (não foi considerada neste estudo)	420,9
[70]		Itália	Petrella	n.d	n.d	n.d	11500	n.d	n.d	n.d
			Vignale				8000			
			Ferrai				10000			
[71]		Itália	Região Calabria - Ciro	n.d	15,74 (OE)	7,9	124346	0 (não foi considerada neste estudo)	0 (não foi considerada neste estudo)	17,85
					16,38 (OG)	9,6	157248			21,70
					17,14 (CE)	7,5	129236			13,57
					15,96 (CG)	8,7	139171			17,27

Tabela B. 54 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[69]	Fertilizante de azoto (químico)	22,5	kg/ha	0,429	0,429		0	Este âmbito não foi considerado neste estudo
	Fertilizante de azoto (orgânico)	5,00						
[70]	NPK 15:5:5	53,25	kg/ton uvas	1,910	n.d	Este âmbito não foi considerado neste estudo	0	Transporte de materiais
	NPK 10:12:7	77,50						
	NPK 15:5:5	68,00						
[71]	Fertilizante orgânico (estrupe N)	21,09	kg/ha	0,315	n.d		0	Tratamento de resíduos (estrutura de madeira, metal e cimento)
	Fertilizante orgânico (estrupe N)	25,54		0,271				
	Fertilizante orgânico e químico (P ₂ O ₅ , K ₂ O e estrupe N)	37,47		0,329				
	Fertilizante orgânico e químico (P ₂ O ₅ , K ₂ O e estrupe N)	50,31		0,305				

Tabela B.55 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[69]	0	0,429	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[70]	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[71]	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.56 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)	
[30]	Europa	Itália	Província de <i>Reggio Emilia</i>	<i>Lambrusco</i>	1	18,87	566090	410	n.d	0
[72]		Itália	<i>Canosa Sannita</i> (Região de <i>Abruzzo</i>)	<i>Montepulciano d'abruzzo, trebbiano d'abruzzo e pecorino</i>	12	5,83	70000	n.d	n.d	n.d

Tabela B.57 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[30]	Fertilizante N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e NPK (mg-S) (15-9-15(2-20))	10,55 kg/ha	0,060	Plantação e cultivo uva (preparação do terreno, fertilizantes químicos, pesticidas)	n.d	Eletricidade	n.d	Transporte matérias-primas
[72]	n.d		0,770	Fase agrícola (trabalho na vinha (poda, amarração de videiras, aração, fertilização orgânica, atividades de controle de pragas, colheita, transporte de trabalhadores para os campos, lavandaria para roupas de trabalho, outros tratamentos de campo, manutenção de máquinas e limpeza de equipamentos com água de alta pressão)) e vinificação (transporte uvas, esmagamento, fermentação, prensagem e clarificação)	n.d		n.d	Produção de vidro, refinação de óleo (para obter diesel), transporte material auxiliar (inclui material engarrafamento (vidro, rótulo) e embalamento (cartão e paletes de madeira)) e distribuição

Tabela B.58 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[30]	n.d	0,060 ^z	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[72]	n.d	0,059	n.d	0,533	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.59 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/year)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[46]	Europa	Itália	<i>Umbria</i>	n.d	0,67	10	6700	n.d	300
					4,00	8	32000		264
[73]	Europa	Itália	<i>Tuscany - Chianti e Montepulciano</i>	Sangiovese, prugnolo gentile, canaiolo, mammolo e cabernet	10	5,00	50000	n.d	n.d
					120	6,25	750000		

^z Inclui transporte

Tabela B.60 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[46]	Fertilizante N, P, K e orgânico	98,0	kg/ha	1,433	Vinha (aplicação de fertilizantes e tratamentos, irrigação e mudança de terreno) e adega (n.d)	n.d	Eletricidade	n.d	Produção e transporte de material de engarrafamento (vidro, rolha, rótulo) e embalamento (cartão, <i>pet</i> , <i>film</i>) distribuição, transporte, tratamento de resíduos (cartão (aterro e reciclagem)) e fim de vida da garrafa ((vidro, rolha, rótulo e cápsula) (reciclagem, aterro e incineração))
		87,2		1,377					
[73]	Não foi utilizado fertilizante	0	kg/ton vinho	0,412	Plantação vinha (combustível), produção de vinho (combustível e pesticidas), fase de armazenamento (químicos)	n.d		n.d	n.d
	Fertilizantes de azoto, fosfato e potassa	55,24		0,744	Plantação vinha (fertilizantes e combustível), produção de vinho (combustível, fertilizantes e pesticidas), fase de armazenamento (químicos)				

Tabela B.61 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[46]	1,02	0,282	0,127	0,644	0,034	0,428	n.d	-0,071 ^{aa}	Fora da fronteira definida
	0,92	0,311	0,128	0,556	0,032	0,404		-0,055 ^{aa}	
[73]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida

Tabela B.62 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[35]	Europa	Portugal	Alentejo - Herdade de Grous	n.d	73,0	8,07	513267	473339	0,249	n.d
					93,0	7,69	635195	516657	0,356	
					88,2	7,78	628147	533930	0,257	

^{aa} Inclui tratamento de cartão e valores negativos correspondem a emissões evitadas

Tabela B.63 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Portugal

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[35]	Composto Maturado, N 30 HISPLENT, INO FERT PLUS e Epsotop	1202,50	kg/ha	1,530	Práticas na vinha (preparação de solos, fotossíntese da biomassa, aplicação de fertilizantes, colheita, rega da vinha), veículos (viticultura e vinificação), vinificação (prensagem, filtração e fermentação alcoólica, combustão estacionária e emissões fugitivas)	0,132	Eletricidade	-0,039 ^{bb}	Transporte e produção de material de engarrafamento (garrafas, cápsulas de alumínio, rolhas de cortiça) e embalamento (cartão, paletes não retornáveis), produtos víquicos, máquinas contratadas e distribuição (doméstica e internacional)
	Composto Maturado, Ino Green Ultra, Best 19.19.19, 12.4.4 e Haifa SOP (Sulfato de Potássio)	21214,80		1,510		0,194		0,005	
	Nutricomplex 18.18.18, Ino Green Ultra, Tradebor, Sulfato Magnésio, MAP	14,50		1,360		0,025		0,058	

^{bb} Emissões negativas devido à utilização de painéis solares

Tabela B.64 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa) ^{cc}	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[35]	1,433	-0,125	0,255	1,259	Fora da fronteira definida	0,136	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
	1,311	-0,047	0,264	1,216		0,078			
	1,281	-0,161	0,244	1,208		0,073			

^{cc} Inclui emissões biogénicas resultando em valores negativos na fase de viticultura

Tabela B.65 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[39]	Europa	Portugal	Bairrada, Dão, Távora-Varosa, Douro e Vinho Verde	n.d	17	5,85	99450	n.d	n.d	176,0
						6,50	110500			475,0
					3	6,00	18000			580,0
					6	8,30	49800			333,0
					6	4,12	24720			194,0
					3	3,20	8000			270,0
					6	6,83	40980			200,0
					14	6,79	95060			139,0
					7	6,94	48580			75,6
					87	2,89	251430			124,7
					87	3,51	305370			132,2
					87	2,55	221850			88,9
					168	4,35	730800			96,2
					193	3,50	675500			92,5
					193	4,35	839550			184,6
					65	5,38	349700			215,4
65	5,77	375050								

Tabela B.66 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes e emissões de CO₂ por garrafa) de Portugal

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)
[39]	Fertilizantes químicos (N, P, K, Nitrato de Cálcio e CaCO ₃)	374,30	kg/ha	0,151-0,446
	n.d	n.d		
	Fertilizantes químicos (N, P, K e Boro)	268,00		
	n.d	n.d		
	Fertilizantes químicos (N, P, K e Boro) e Fertilizantes orgânicos (N)	98,30		
	Fertilizantes químicos (Boro e Magnésio) e fertilizantes orgânicos (esterco de aves)	806,00		
	Fertilizantes químicos (CaCO ₃ , Boro e Óxido de Magnésio) e fertilizantes orgânicos (esterco de aves)	9874,60		
	Fertilizantes químicos (N, P, K e Boro)	266,00		
	Fertilizantes químicos (N, P, K, Boro e Magnésio)	572,00		
	Fertilizantes químicos (N, P, K, CaCO ₃ e CaMg(CO ₃) ₂) e fertilizantes orgânicos (N, P e K)	488,65		
	Fertilizantes químicos (N, P, K, CaCO ₃ e CaMg(CO ₃) ₂)	430,16		
	Fertilizantes químicos (N, P e CaMg(CO ₃) ₂) e fertilizantes orgânicos (N, P e K)	710,93		
	Fertilizantes químicos (P, K e Boro)	45,81		
	Fertilizantes químicos (P, K, <i>Fito Algae</i> , Boro e Óxido de Magnésio)	236,30		
	Fertilizantes químicos (K, <i>Fito Algae</i> e Óxido de Magnésio)	196,59		
	Fertilizantes químicos (N, P, K e CaCO ₃) e fertilizantes orgânicos (N e P)	103,80		
	Fertilizantes químicos (P e K) e fertilizantes orgânicos (N e P)	69,6		
	Fertilizantes sintéticos (Nitrato de Amónia)	0,0078	kg/garrafa	
	Fertilizantes sintéticos (Sulfato de Amónia)	0,0648		
	Fertilizantes sintéticos (Nitrato de Ureia Amónia)	0,0628		
Estrume	1,26			

Tabela B.67 - Excerto da informação detalhada (âmbito 1, 2 e 3) de Portugal

Referência	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[39]	Viticultura (cultivo da uva (pesticidas, fertilizantes e combustão do diesel) e transporte da uva) e vinificação (produtos enológicos)	n.d	Eletricidade	n.d	Produção de fertilizantes, pesticidas e diesel	n.d

Tabela B.68 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa) ^{dd}	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa) ^{ee}	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[39]	0,150	0,032	0,040	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
	0,320		0,090					
	0,220		0,005					
	0,295		0,045					
	0,210		0,030					
	0,260		0,140					
	0,110		0,150					
	0,115		0,060					
	0,210		0,050					
	0,065		0,060					
	0,140		0,035					

^{dd} Inclui produção de diesel e transporte de uvas

^{ee} Inclui produção de diesel

Tabela B.69 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) de Portugal

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[74]	Europa	Portugal	Norte de Portugal	n.d	n.d	9,26	n.d	n.d	n.d
[40]		Portugal	Douro	n.d	156	n.d	n.d	0,440	n.d

Tabela B.70 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) de Portugal

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[74]	Fertilizantes sintéticos (Nitrato de Amónia)	0,0078	kg/garrafa	2,912	Viticultura (atividades inverno e verão na vinha, fertilizante, aplicação de produtos fitossanitários, preparação do solo e colheita da uva) e produção de vinho (prensagem e fermentação, estabilização, clarificação e filtração) e transporte de uvas	n.d		n.d	Produção de produtos fitossanitários, fertilizantes sintéticos e garrafas de vidro, produção e transporte de produtos utilizados no vinho, distribuição (doméstica e internacional)
	Fertilizantes sintéticos (Sulfato de Amónia)	0,0648							
	Fertilizantes sintéticos (Nitrato de Ureia Amónia)	0,0628							
	Estrume	1,2600							
[40]	n.d			1,3304	Viticultura (preparação da vinha, podar e modelar crescimento da vinha, utilização de fertilizantes e fitoquímicos e irrigação, colheita de uvas e transporte de uvas), vinificação (esmagamento e <i>destemming</i> , fermentação (produtos enológicos como ácido tartárico e leveduras) e prensagem) e refrigeração	n.d	Eletricidade	n.d	Produção e transporte (fertilizantes, fitofarmacêuticos, materiais na manutenção da vinha, eletricidade, combustível e práticas agrícolas), materiais de engarrafamento (vidro) e embalamento

Tabela B.71 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) de Portugal

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[74]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0,232	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
[40]	n.d	0,105 ^{ff}	0,296	0,931 ^{gg}	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida

Tabela B.72 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da União Europeia e EFTA e Canadá

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[28]	Europa	União Europeia + EFTA		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
[75]	América do Norte	Canadá	<i>Toronto</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0 (não foi considerado neste estudo)

^{ff} Inclui transporte

^{gg} Inclui refrigeração (pouca contribuição)

Tabela B.73 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da União Europeia e EFTA e Canadá

Referência	Fertilizante	Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)
[28]	n.d	1,500	Viticultura (plantação da vinha, gestão solo, colheita e destruição da vinha) e vinificação (esmagamento de uvas, fermentação, clarificação ou estabilização e práticas enológicas (uso de aditivos e auxiliares de processamento))	n.d	Eletricidade	n.d	Produção de produtos de embalagem, produção e transporte dos produtos enológicos, distribuição até retalho, fase de uso consumidor, tratamento de resíduos (água e sólidos (papel e plástico)) e fim de vida da garrafa (reciclagem, aterro, incineração)	n.d
		2,100						
		1,584						
		2,180						
[75]	0 (não foi considerado neste estudo)	0,730	Este âmbito não foi considerado neste estudo	0		n.d	Extração, processamento e transporte matéria-prima (material para engarrafamento e embalagem), tratamento de resíduos (reciclagem ou aterro de materiais de embalagem)	n.d
		0,620						
		0,330						
		0,090						

Tabela B.74 - Excerto da informação detalhada (distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da União Europeia e EFTA e Canadá

Referência	Viticultura (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} / garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} / garrafa)
[28]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	Fora da fronteira definida
								Fora da fronteira definida
								0,084
								0,080
[75]	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	0,620	n.d	Fora da fronteira definida	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
			0,500					
			0,380					
			0,050					

Tabela B.75 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) do Canadá

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[29]	América do Norte	Canadá	<i>Nova Scotia</i>	n.d	13,38	6,37	85231	32388	n.d	239,57

Tabela B.76 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) do Canadá

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 3
[29]	Fertilizante N (sintético e estrume)	96,00	kg/ha	3,220	Viticultura (preparação do terreno, lavar, gestão de pesticidas e nutrientes, combustível e maquinaria da vinha), vinificação (ingredientes vinho, emissões etanol, aquecimento óleo) e transporte de uvas e vinho até engarrafamento	0,890	Eletricidade	0,286	Material engarrafamento (produção de rolha, rótulo e cápsula e produção e transporte de garrafa de vidro), material de embalagem (caixa de cartão) transporte até ponto de venda (distribuição), transporte de consumidor até compra e armazenamento de consumidor do vinho e fim de vida da garrafa (reciclagem de vidro)
	Fertilizante P (sintético e estrume)	73,12							
	Fertilizante K (sintético e estrume)	166,98							

Tabela B.77 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) do Canadá

Referência	Âmbito 3 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Viticultura (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Vinificação (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Transporte (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Distribuição (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Fim de vida (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Uso (kg de CO ₂ eq/ garrafa)
[29]	2,044	0,803	0,337	0,444	0,061	0,339	Fora da fronteira definida	0,038	1,203

Tabela B.78 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) dos EUA

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[76]	América do Norte	EUA	<i>New York - Finger Lakes</i>	<i>Riesling</i>	2,83	6,73	21000	26109	0,174	0 ^{hh}
					19,2	7,84	190000	141000		30
					48,6	12,32	775000	129960		30

^{hh} Colheita mecânica, não inclui maquinaria no terreno para cultivo como os tratores e *sprayers*

Tabela B.79 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) dos EUA

Referência	Fertilizante			Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[76]	<i>Hay</i>	8975,62	kg/ha	1,030	Cultivação, colheita, transporte para esmagamento, transporte para compostagem, fermentação, arrefecimento, mistura e filtragem, transporte de uvas para adega e de vinho para engarrafamento	n.d	Eletricidade	0,056	Produção de garrafas de vidro
	<i>Borosol e Lokomotive</i>	19,87	L/ha	0,742	Cultivação, colheita, transporte para esmagamento, transporte para campo, fermentação, arrefecimento, <i>settling</i> , mistura e filtragem, transporte de uvas para adega e de vinho para engarrafamento			0,052	
	<i>Hay</i>	3135,95	kg/ha	0,617	cultivação, colheita, transporte para esmagamento, transporte para compostagem, fermentação, <i>settling</i> , mistura, filtragem e propano, transporte de uvas para adega e de vinho para engarrafamento			0,011	

Tabela B.80 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) dos EUA

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa) ⁱⁱ	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[76]	n.d	0,474	n.d	0,464	n.d	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
		0,062		0,588					
		0,111		0,463					

Tabela B.81 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) dos EUA

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[43]	América do Norte	EUA	n.d	n.d	9,40	n.d	n.d	n.d	n.d
					17,8				

ⁱⁱ Inclui transporte de vinho para a zona de engarrafamento, esse transporte na vinha mais pequena não tem grande impacto mas na media e grande tem (mais de 100 km)

Tabela B.82 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) dos EUA

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/garrafa)	Âmbito 3
[43]	Mistura fertilizante convencional líquido (6-3-12-4S; mistura 16 % 32-0-0 Ureia e Nitrato de Amónio, 8.8 % 10-34-0 Fosfato de Amónio)		n.d	0,450	Gestão da vinha (fertilizante, lavrar, irrigação, gestão de pesticidas e <i>cover crop</i>), colheita	Eletricidade	n.d	Transporte de uvas para adegas, transporte de negócios e pessoal e transporte de matéria-prima
	Mistura fertilizante convencional líquido (6-3-12-4S; mistura 16 % 32-0-0 Ureia e Nitrato de Amónio, 8.8 % 10-34-0 Fosfato de Amónio)		n.d	0,200				
	Fertilizantes orgânico líquido (<i>California Organics Phytamin All-Purpose: 4-3-4</i>)	130	L/ha					

Tabela B.83 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) dos EUA

Referência	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Distribuição (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Fim de vida (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Uso (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[43]	n.d	0,400	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	0,050	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida	Fora da fronteira definida
		0,170			0,030				

Tabela B.84 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, eletricidade e diesel) da Austrália e Nova Zelândia

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Eletricidade Rede (kWh/ano)	Eletricidade Rede (kg de CO _{2eq} /kWh)	Diesel (L/ha)
[77]	Austrália		<i>Shiraz</i>	n.d	10	n.d	n.d	n.d	n.d
[78]	Oceânia	Nova Zelândia	Região de <i>Marlborough</i> (Norte e Sul da Ilha)	<i>Sauvignon Blanc</i>	n.d	14,24	203060	n.d	267
9,67					1079430	n.d	261		

Tabela B.85 - Excerto da informação detalhada (fertilizantes, emissões de CO₂ por garrafa e âmbito 1, 2 e 3) da Austrália e Nova Zelândia

Referência	Fertilizante		Emissões (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 1	Âmbito 1 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)	Âmbito 2	Âmbito 2 (kg de CO ₂ eq/ garrafa)
[77]	Fertilizante de azoto e fósforo	0,0374	kg/garrafa	1,250	Viticultura (cultivação da uva, fertilizantes, pesticidas, irrigação, maquinaria agrícola (diesel) e transporte de uvas) e vinificação (<i>destemming</i> , esmagamento, fermentação, prensagem, estabilização e clarificação)	n.d	n.d
[78]	Fertilizante de azoto	16,5	kg/ha	1,200	Viticultura (cultivo da uva (uso de agroquímicos (fungicidas, herbicidas e pesticidas), proteção contra geada, irrigação, ceifa, colheita, aparação e <i>mulching</i>), consumo de diesel e transporte de uvas para adegas) e vinificação (<i>destemming</i> e esmagamento, filtragem, fermentação, limpeza tanques de fermentação, aditivos do vinho e levedura)	Eletricidade	n.d
		19,5					

Tabela B.86 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Austrália e Nova Zelândia

Referência	Âmbito 3	Âmbito 3 (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Viticultura (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Vinificação (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Produção de Materiais (kg de CO _{2eq} /garrafa)	Transporte (kg de CO _{2eq} /garrafa)
[77]	Transporte para tratamento de resíduos, produção de fertilizantes, pesticidas, combustível, materiais auxiliares para o vinho, produção e transporte material de engarrafamento (garrafa vidro, rolha, rótulo) e embalagem, transporte (distribuição), tratamento de resíduos (água e sólido (embalamento)) e fim de vida da garrafa (reciclagem e aterro do vidro)	n.d	0,513 ^{jj}	0,100	0,300 ^{kk}	n.d
[78]	Transporte matérias-primas (agroquímicos, aditivos do vinho), transporte até engarrafamento, transporte e produção de material de engarrafamento (garrafa de vidro, rolha, rótulos) embalagem (cartão), tratamento de resíduos (sólido (cartão embalagem) e água), distribuição e fim de vida da garrafa (reciclagem do vidro)	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

^{jj} Inclui produção de fertilizantes, pesticidas e combustível

^{kk} Inclui transporte

Tabela B.87 - Excerto da informação detalhada (âmbito 3 e distribuição das emissões totais pelas diferentes fases) da Austrália e Nova Zelândia

Referência	Distribuição (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Tratamento de Resíduos (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Fim de vida (kg de CO_{2eq}/ garrafa)	Uso (kg de CO_{2eq}/ garrafa)
[77]	0,400	n.d	n.d	Fora da fronteira definida
[78]	Fora da fronteira definida	n.d	n.d	Fora da fronteira definida

Tabela B.88 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Espanha e Itália

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)	
[79]	Europa	Espanha	<i>Galicia - Ribeiro</i>	n.d	2857	4,90	14002000	653,1
					2878	6,65	19125000	507,3
					2898	4,89	14187000	329,3
					2919	9,50	27734000	314,9
					2940	9,60	28223000	377,5
					2960	8,19	24258000	366,5
					2981	7,05	21002000	489,3
					3002	4,69	14085000	771,2
					3022	3,79	11459000	911,7
					3043	3,88	11818000	929,1
[80]	Europa	Itália	<i>Umbrian</i>	Mistura de <i>sangiovese</i> , <i>merlot</i> e <i>cabernet sauvignon</i>	0,67	10	5360	632,2
[63]		Itália	<i>Umbrian</i>	Mistura de <i>sangiovese</i> , <i>merlot</i> e <i>cabernet sauvignon</i>	20	9	180000	578,1

Tabela B.89 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Espanha e Itália

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[79]	0,653	Viticultura (água usada para pulverizar os pesticidas durante os tratamentos fitossanitários e evapora na atmosfera)	652,5	Água consumida durante cultivo da uva	n.d	n.d
	0,578		506,7			
	0,719		328,6			
	0,337		314,5			
	0,300		377,2			
	0,391		366,1			
	0,500		488,9			
	0,818		770,4			
	1,013		910,7			
	0,824		928,2			
[80]	3,425	Agrícola (água superficial e subterrânea consumida para a preparação do solo, como é o caso de irrigação, água usada para diluir e aplicar tratamentos e água usada para lavar maquinaria) e adega (água retirada da rede ou de poços)	621,4	Agrícola (água da chuva usada pela cultura para evapotranspiração)	7,358	Agrícola (água necessária para diluir a concentração dos poluentes abaixo dos valores de referência legais ou toxicológicos) e adega (água necessária para diluir os poluentes utilizados durante a vinificação)
[63]	7,080	Somatório de toda a água (lago, solo, rio e origem natural não especificada) classificada como matéria-prima no LCI; inclui ambas as componentes diretas (água da torneira/poço usada em atividade de campo e adega) e indireta (fuga pela rede de distribuição, água para produção de matérias-primas, transportes)	450,6	Evapotranspiração da cultura, apenas considerada para a produção de uvas (nenhuma água verde é avaliada para processos indiretos)	120,4	Duas contribuições direta (água necessária para diluir fertilizantes e tratamentos aplicados na vinha) e indireta (água necessária para diluir a emissão de poluentes na água durante todos os processos envolvidos no ciclo de vida do produto, exceto o uso de fertilizantes e tratamentos que são contabilizados na água cinzenta direta; inclui aquisição de matéria-prima, consumo de energia, transporte, fim de vida)

Tabela B.90 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)
[81]	Europa	Itália	Sicily	<i>Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Nero d'avola, Chardonnay, White Pinot e Grecanico</i>	9,07	5,15	43567	712,2
								660,9
					4,94	5,15	23764	753,8
								685,8
					5,77	6,5	35012	551,3
								558,8
					13,9	6,5	84327	522,7
								811,4
					10	5	46667	872,0
								813,2
			738,8					
			673,2					
[46]	Itália	Umbrian	n.d	0,67	10	6700	504,1	
				4	8	32000	551,0	

Tabela B.91 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[81]	1,95	Consumo de água na vinha (volume de água usado para irrigação durante o período de crescimento, volume de água para diluir os ingredientes ativos e para limpeza de equipamento) e na adega (inclui o uso de água na produção de vinho, água potável consumida pelo <i>staff</i> e água para fins higiénicos)	585,5	Evapotranspiração da água da chuva da terra de cultura (depende da necessidade específica da evapotranspiração da cultura e da disponibilidade de humidade no solo)	124,8	Mais focada na vinha visto que há legislação definida para as adegas (tratamento de águas sendo a desnecessária a sua avaliação), o uso de fertilizantes e pesticidas implica uso de água cinzenta para diluir a quantidade de poluentes sob os pontos finais definidos
			584,0		74,93	
	1,95		585,5		166,4	
			584,0		99,8	
	30,4		520,9		0	
			528,4		0	
	1,80		520,9		0	
			517,1		292,4	
	23,3		677,2		171,5	
			686,9		102,9	
	551,1	155,9				
	31,9	547,8	93,53			
[46]	10,0	Consumo de recursos de água doce (superficial e subterrânea) durante todo o ciclo de vida; todos os volumes de água doce (lago, rio e origem não especificada) são classificados como matéria-prima no LCI; inclui todas as contribuições diretas (água da torneira/poço usada em atividades de campo e adega) e indiretas (fuga pela rede de distribuição, água para produção de matérias-primas, transportes)	450,6	Volume total de água da chuva usado pela cultura para evapotranspiração estando dependente dos dados meteorológicos do local e das propriedades do solo da vinha	43,6	Direta (volume de água virtual necessário para diluir a carga poluente aplicado na vinha, devido a escoamento, lixiviação e <i>drift</i>) e indireta (volume de água virtual necessário para diluir os poluentes emitidos durante todos os processos envolvidos no ciclo de vida do produto, exceto aqueles já considerados na direta)
	9,75		496,6		44,6	

Tabela B.92 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de diferentes estudos localizados em Itália e Península Balkan

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)	
[52]	Itália	Nordeste de Itália	n.d	7,04	10	70400	1193	
							1440	
							10,1	
[82]	65 regiões de Itália		n.d	n.d	n.d	n.d	600 - 908	
[83]	Itália	Região de <i>Piedmont</i> e <i>Sicily</i>	<i>Barolo e Moscato di Pantelleria</i>	1977	8	13249333	365,25	
				281	10	1201200	411,00	
[51]	Europa	Itália e Península <i>Balkan</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	450,75	
							Itália (Média)	381,75
							Grécia	845,25
							Romania	997,50
							Bulgária	226,50
							Albânia	636,00
							Eslovénia	654,75
							Croácia	1041,00
							<i>Bósnia Herzegovina</i>	756,75
							Kosovo	485,25
							Macedónia	731,25
							Montenegro	756,75
Sérvia								

Tabela B.93 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de diferentes estudos localizados em Itália e Península Balkan

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[52]	181	Vinha (parâmetros de irrigação volume de água de diluição para aplicação de pesticidas e volume de limpeza para pulverizadores) e adegas (consumo de água potável nos processos de lavagem e limpeza); consumo de água superficial e subterrânea ao longo da cadeia de abastecimento do produto (vinho)	988	Corresponde à precipitação e humidade do solo consumida pela uva (depende da necessidade de água da cultura e da humidade do solo disponível) (evapotranspiração da planta)	24	Quantidade de água doce necessária para assimilar os poluentes críticos para atender a padrões específicos de qualidade da água.
	n.d		n.d		n.d	
	n.d		n.d		n.d	
[82]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
[83]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
[51]	30,0	Água superficial e subterrânea utilizada para irrigação da cultura (uva)	345	Água da chuva absorvida pela cultura (uva)	75,8	Água necessária para assimilar a carga de poluentes produzidos na produção agrícola, convertendo a qualidade da água de acordo com o padrão permitido
	113		286		84,8	
	9,75		803		33,0	
	3,00		995		0	
	12,0		215		0	
	0		485		150,8	
	2,25		588		64,5	
	0		1002		39,0	
	2,25		674		80,3	
	42,8		418		24,8	
	33,0		621		77,3	
	2,25		674		80,3	

Tabela B.94 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) da Hungria e Portugal

Referência	Localização			Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)
[84]	Europa	Hungria	Região de Balatonboglár	Chardonnay, Pinot Grigio, Gruner Vetliner, Welschriesling, Wiesser Riesling, Irsai Oliver, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Merlot e Blauer Limberger	n.d	n.d	n.d	347,3
								339,0
								481,5
								295,5
								306,0
								273,0
								320,3
								306,0
								232,5
[85]	Portugal	Noroeste de Portugal	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	4,6
								4,6
								402,3
[40]	Portugal	Douro	n.d	156	n.d	n.d	19,02	

Tabela B.95 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) da Hungria e Portugal

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[84]	0	Devido ao clima local, a irrigação não é necessária e a pegada azul foi excluída	n.d	Consumo de água da cultura (uva), água utilizado durante o crescimento da uva (evapotranspiração durante o período de vegetação)	n.d	Obtida a partir de três componentes: pulverização, controlo de ervas daninhas e fertilização com azoto
[85]	4,6	Viticultura (apenas inclui a quantidade de água usada para pulverização durante os tratamentos fitossanitários, visto que nenhum sistema de irrigação estava presente, toda a quantidade de água evapora completamente para a atmosfera) e adega (água evaporada durante a dessulfitação e esterilização da garrafa uma vez que não incorporada água no vinho)	n.d	Viticultura (quantidade de evapotranspiração de água que ocorreu ao longo de todo o período de cultivo das uvas e a fração da água incorporada nas uvas colhidas)	n.d	n.d
	4,6		n.d			
	4,6		397,7			
[40]	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Tabela B.96 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Portugal, Roménia, Argentina e Chile

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)	
[86]	Europa	Portugal	Sul de Portugal - Tagus	n.d	n.d	n.d	9,62	
							12,74	
[47]		Roménia	Iasi	Feteasca alba, Sauvignon, Chardonnay, Aligote, Feteasca regala e Riesling	9699	4,22	40893000	1880
					9096	5,61	51021000	1262
	9428				2,84	26740000	2480	
9870	5,02				49537000	1454		
[48]	América do Sul	Argentina	Província de Mendoza	Cabernet Sauvignon, Malbec, Bonarda, Syrah, Chardonnay e Pedro Giménez	n.d	n.d	n.d	188,5
								155,9
								117,3
								130,6
								172,7
							125,4	
[32]	Chile	Curico Valley, Colchaga Valley e Maipo Valley	n.d	n.d	n.d	n.d	6251508	4,173
								1,890
							16269348	0,325
								0,904
							80233640	4,280
								2,930
	10138833	0,310						
							0,944	

Tabela B.97 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Portugal, Roménia, Argentina e Chile

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[86]	0,15	Adega (Evapotranspiração que ocorre nas atividades vinícolas)	0	Não está incluído neste estudo, considerando esta pegada zero	9,47	Quantidade de água necessária para assimilar a carga de poluentes com base nas concentrações naturais no meio ambiente e padrões de qualidade de água
	0,20				12,54	
[47]	0	Água subterrânea e superficial (água retirada)	1146,8	Água da chuva armazenada no solo como humidade do solo	733,2	Poluição da água, quantificada como o volume de água doce necessário para diluir os poluentes de forma à qualidade da água ambiente permanecer acima dos padrões de qualidade da água acordados
	0		832,9		429,1	
	148,8		1661,6		669,6	
	0		959,6		494,4	
[48]	131,2	Consumo de água superficial ou subterrânea	57,3	Água proveniente da precipitação armazenada temporariamente no solo	n.d	Volume de água necessário para diluir os poluentes de forma a atingir os valores permitidos nos corpos d'água que a recebem
	108,2		47,7			
	82,2		35,0			
	90,2		40,4			
	121,4		51,3			
	87,6		37,8			
[32]	0,708	n.d	0 (não foi considerado neste estudo)	n.d	3,465	n.d
	0,525				1,365	
	0,205				0,120	
	0,536				0,368	
	0,708				3,572	
	0,525				2,405	
	0,205				0,105	
	0,536				0,408	

Tabela B.98 - Excerto da informação detalhada (tipo de uva, área da vinha, produtividade, garrafas por ano, água em litros por garrafa) de Nova Zelândia e Internacional

Referência	Localização		Tipo de Uva	Área Vinha (ha)	Produtividade (ton/ha)	Garrafas/ano	Água (L/garrafa)	
[49]	Oceânia	Nova Zelândia	<i>Marlborough</i>	n.d	12600	n.d	n.d	786,9
			<i>Gisborne</i>					1,6
		Nova Zelândia	<i>Marlborough</i>					859,6
			<i>Gisborne</i>					0,958
[50]	Nova Zelândia	<i>Marlborough</i>	n.d	12600	n.d	n.d	742,5	
		<i>Gisborne</i>					667,1	
[31]	Internacional		n.d	n.d	n.d	n.d	1159	

Tabela B.99 - Excerto da informação detalhada (água azul verde e cinzenta) de Nova Zelândia e Internacional

Referência	Azul (L/garrafa)	Azul	Verde (L/garrafa)	Verde	Cinzenta (L/garrafa)	Cinzenta
[49]	89,6	Evapotranspiração da água do solo e da cultura devido à irrigação da vinha e uso direto de água na vinícola e o consumo de água de eletricidade, outros combustíveis, além de agrotóxicos e materiais de embalagem principalmente garrafas de vidro e cartão do sistema	652,90	Água do solo originada da chuva e usada como evaporação do solo e transpiração da vinha, também inclui água verde na produção de madeira para o cartão e materiais de embalagem de papel usados na vinícola	44,4	Água necessária para diluir ou assimilar os poluentes que atingem as águas subterrâneas na drenagem das vinhas. Também inclui a descarga de águas residuais da vinícola, junto com as águas residuais do sistema, que inclui a fabricação das garrafas de vidro e papelão e outros materiais de embalagem.
	n.d		n.d		n.d	
	24,3		643,1		192,2	
	n.d		n.d		n.d	
[50]	89,6	Água superficiais e/ou subterrânea usada na irrigação e/ou outras aplicações diretas (depende da chuva local e das propriedades hidráulicas do solo)	652,9	Uso da água armazenada no perfil do solo como humidade do solo (evapotranspiração)	n.d	Não tem impacto, sendo esta pegada negligência
	23,9		643,1			
[31]	184,0	Volume de água superficial e subterrânea consumida (evaporada) como resultado da produção de um bem	809,3	Água da chuva consumida	165,3	Refere-se ao volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes com base nos padrões de qualidade da água existentes no ambiente