



MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2014/2015

**Avaliação de Ecoeficiência do Processo Produtivo de uma
Organização Vitivinícola. O Caso da Sociedade Agrícola e
Comercial do Varosa, S.A. (Murganheira)**

JOÃO PEDRO MARQUES CARDOSO

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Orientador académico: Professor Doutor Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia
Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade
do Porto

Orientadora na empresa: Eng^a Marta Sofia Vieira Rodrigues Lourenço
Enóloga da Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. (Murganheira)

(junho 2015)

*“There is only one corner of the universe you can be certain of improving,
and that’s your own self”*

Aldous Huxley

Agradecimentos

A realização desta dissertação apenas foi possível com o apoio e contribuição de algumas pessoas, para com as quais manifesto a minha mais profunda gratidão.

Ao meu orientador na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o Professor Rodrigo Maia, por todo o tempo disponibilizado, dedicação e apoio, e pelas inúmeras ideias partilhadas e críticas construtivas.

À Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. (Murganheira), na pessoa do seu presidente, o Professor Orlando Lourenço, pela amabilidade de ter permitido a realização da minha dissertação.

À minha orientadora na empresa, a Eng^a Marta Lourenço, pela disponibilidade demonstrada para fornecimento de toda a informação imprescindível para a execução do trabalho, pela partilha de conhecimentos e esclarecimento de dúvidas.

A todos os colaboradores da empresa que contribuíram para a recolha de dados e partilha de opiniões.

À Eng^a Vanessa Ramos pelo interesse demonstrado, apoio e sugestões.

Aos meus colegas de faculdade, pelo incentivo nos momentos de estudo e pelo companheirismo durante todo este percurso.

Aos meus amigos, pela irmandade, pelos incontáveis momentos conjuntos e memórias partilhadas.

Aos meus pais, pelas oportunidades, pelo auxílio nos momentos difíceis e por tudo.

A todos, o meu mais profundo agradecimento!

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma Avaliação de Ecoeficiência ao sistema produtivo de uma empresa vitivinícola. Para tal, foi selecionada a empresa Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. (Murganheira) que se dedica quase exclusivamente à produção de vinho espumante. No âmbito da Avaliação de Ecoeficiência, foi determinada uma abordagem através do ciclo de vida do sistema produtivo, envolvendo a execução de uma Avaliação de Ciclo de Vida e a determinação de um valor económico representativo do valor do sistema, tal como apresentado na ISO 14045.

Relativamente às fronteiras do sistema foi definida uma abordagem em “*cradle-to-gate*”, à qual foi adicionado o estudo da distribuição do produto final até aos pontos de venda, tendo-se definido quatro fases do sistema produtivo: Viticultura, Produção de Vinho, Engarrafamento e Embalagem e Distribuição do produto final. Foi igualmente definida uma unidade funcional (UF) de 0,75 litros de vinho espumante produzido.

Foi elaborado o inventário do sistema no âmbito da Avaliação de Ciclo de Vida, para o qual foram recolhidas informações através de comunicação direta com a empresa, complementadas por informação bibliográfica, nomeadamente para o cálculo de emissões das atividades de *Foreground* e de impactes de etapas de *Background*. Para o cálculo dos impactes decorrentes das diferentes fases do sistema produtivo foi utilizada a metodologia CML-IA, e selecionadas as categorias definidas por essa metodologia.

Os resultados da avaliação do sistema produtivo do ano de 2014 determinaram que as fases de Viticultura e de Engarrafamento e Embalagem são as que mais contribuem para os impactes obtidos nos resultados do sistema completo. Foi igualmente identificado que a utilização de fertilizantes sintéticos e de produtos fitossanitários, e a produção de garrafas de vidro produzem maior influência nos resultados das fases de Viticultura e de Engarrafamento e Embalagem, respetivamente.

De forma a efetuar comparações com o ano de 2014, reproduziu-se a avaliação para o ano de 2012, no qual a utilização de fertilizantes sintéticos foi significativamente menor que em 2014. Foi testada ainda a influência de alguns procedimentos alternativos, nomeadamente a redução da quantidade de vidro existente nas garrafas utilizadas e a geração de energia elétrica por painéis fotovoltaicos implementados pela empresa.

Com as comparações efetuadas, concluiu-se que a diminuição de fertilização, a diminuição da quantidade de vidro das garrafas e a geração de eletricidade contribuem para melhoria da ecoeficiência do processo.

Abstract

The aim of this study was to develop an Eco-efficiency Assessment of a production system of a wine production company. The selected company was Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. (Murganheira) that almost exclusively produces sparkling wine. In order to develop the Eco-efficiency Assessment study, was determined the use of a life cycle perspective of the productive system, which involved the execution of a Life Cycle Assessment and the determination of an economic value representative of the system value, like presented in ISO 14045.

About the system boundaries was defined a “cradle-to-gate” perspective, with the inclusion of the distribution of the final product to market places. For that were defined the four phases of the production system: Viticulture, Wine Production, Bottling and Packaging and Distribution of final product. The functional unit (FU) was defined as 0,75L of sparkling wine produced.

The inventory of the production system was elaborated by the gathering of information from direct contact with the company, which was complemented by bibliographic information, relatively to the calculation of Foreground activities emissions and the calculation of Background activities impact. For the calculation of the impacts relative to the system’s different phases was used the CML-IA methodology and the categories defined by that methodology.

The 2014 production assessment determined that the most contributive phases of the complete system impact results are Viticulture and Bottling and Packaging. The use of synthetic fertilizers and pesticides, and the glass bottle production were identified as the most contributor steps for the impact results of Viticulture and Bottling and Packaging phases, respectively.

In order to make some comparisons with the results obtained about 2014 production, was reproduced the assessment to the 2012 production, in which the use of synthetic fertilizers was significantly lower than in 2014. It was also tested the influence of some alternative procedures, like the reduction of glass quantity in bottles and the production of electric energy by solar panels implemented by the company.

By this comparisons, it was concluded that the reduction of fertilization, the reduction of glass quantity in bottles and the production of electric energy are actions that contribute to the improving of system’s eco-efficiency.

Índice Geral

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
2. Fundamentos Teóricos	5
2.1. Desenvolvimento Sustentável.....	5
2.2. Desenvolvimento Sustentável no Contexto Empresarial.....	7
2.3. Ecoeficiência.....	8
2.3.1. Componente Ambiental - Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)	12
2.3.2. Ferramentas e Procedimento de Avaliação de Ciclo de Vida	14
2.3.3. Componente Económica.....	16
2.3.4. Avaliação Ambiental no Estudo de Sistemas de Produção de Vinho.....	16
3. Caracterização do Caso de Estudo	19
3.1. Setor Vitivinícola	19
3.1.1. Setor do Vinho no Mundo	19
3.1.2. Setor do Espumante no Mundo	21
3.1.3. Setor do Vinho em Portugal	21
3.1.4. Região Vitivinícola de <i>Terras de Cister</i> e a Denominação de Origem Controlada “ <i>Távora-Varosa</i> ”.....	23
3.1.5. Apresentação da Empresa: Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. - Murganheira	25
3.2. Processo Vitivinícola para Produção de Espumantes - Murganheira	26
3.2.1. Viticultura	27
3.2.2. Produção de Vinho Espumante	28
4. Avaliação da Ecoeficiência no Caso de Estudo	33
4.1. Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).....	33
4.1.1. Definição do Objetivo e Âmbito.....	33
4.1.2. Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	36
4.1.2.1. ICV - Fase de Viticultura	36
4.1.2.2. ICV - Fase de Produção de Vinho Espumante.....	41
4.1.2.3. ICV - Fase de Engarrafamento e Embalagem.....	44
4.1.2.4. ICV - Transporte de Uvas e dos Produtos Utilizados	44
4.1.2.5. ICV - Fase de Distribuição.....	46
4.1.2.6. ICV – Informação sobre Atividades de Background	47

4.1.3.	Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida (AICV)	47
4.1.3.1.	AICV - Seleção de Categorias de Impacte	48
4.1.3.2.	AICV - Classificação	48
4.1.3.3.	AICV - Caracterização	49
4.1.4.	Resultados de ACV Relativos às Atividades de <i>Foreground</i>	50
4.1.5.	Obtenção dos Resultados de ACV das Atividades de <i>Background</i>	51
4.1.6.	Resultados de ACV do Sistema Produtivo Completo	53
4.2.	Avaliação do Indicador Económico	54
4.3.	Avaliação da Ecoeficiência.....	54
5.	Discussão de Resultados.....	57
6.	Análise de Influência de Variação de Diferentes Fatores Produtivos na Avaliação de Ecoeficiência	63
6.1.	Comparação dos Resultados de Avaliação de Ciclo de Vida e de Avaliação de Ecoeficiência entre as Produções de 2012 e de 2014	63
6.2.	Comparação da Variação de Resultados de Ecoeficiência Decorrente da Instalação de Painéis Fotovoltaicos	72
6.3.	Comparação da Variação de Resultados de Ecoeficiência Decorrente do Decréscimo de Peso das Garrafas Utilizadas.....	73
7.	Conclusões	75
7.1.	Conclusões Relativas ao Trabalho Efetuado	75
7.2.	Trabalhos Futuros	79
	Bibliografia	81

Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama de componentes de sustentabilidade	8
Figura 2 - Fases de uma Avaliação de Ciclo de Vida (imagem adaptada de ISO 14040:2006)	12
Figura 3 - Área ocupada por vinha no mundo (adaptado de OIV, 2014)	19
Figura 4 – Distribuição em 2013: a) Área ocupada por vinha e b) Produção de uvas (dados OIV, 2014) ..	20
Figura 5 - Produção de vinho de 2000 a 2014 (adaptado de OIV, 2014)	20
Figura 6 - Consumo mundial de espumante (adaptado de OIV, 2014b)	21
Figura 7 - Produção de vinho em Portugal (dados OIV, 2014)	22
Figura 8 - Exportação de vinho em Portugal (dados IVV, I.P., 2014a)	22
Figura 9 - Exportação de espumante em Portugal (dados IVV, I.P., 2014a)	22
Figura 10 - Regiões vitivinícolas de Portugal (adaptado de IVV, I.P., 2015)	23
Figura 11 - Mapa da Denominação de Origem "Távora-Varosa" (adaptado de CVR Távora-Varosa, 2015)	24
Figura 12 - Localização das instalações da Murganheira (retirado de Google Maps, 2015)	25
Figura 13 – Diagrama descritivo das etapas do sistema produtivo da empresa	26
Figura 14 – Vinhas da região "Távora-Varosa" (WinesofPortugal, 2015)	27
Figura 15 - Caves de granito azul (CascatadoVarosa, 2014)	30
Figura 16 - Produto final engarrafado e rolhado (CVR Távora-Varosa, 2015)	32
Figura 17 – Diagrama das fases e fronteiras do sistema	33
Figura 18 – Representação das atividades anuais da empresa	35
Figura 19 - Diagrama de entradas de recursos e emissões do sistema na fase de Viticultura	37
Figura 20 - Diagrama de entradas de recursos e emissões do sistema na fase de Produção de Vinho ..	41
Figura 21 - Distribuição percentual do impacte das fases do sistema de produção para as categorias avaliadas	58
Figura 22 - Distribuição percentual do impacte dos componentes da fase de Viticultura	59
Figura 23 – Distribuição percentual do impacte das atividades referentes aos fertilizantes sintéticos	60
Figura 24 - Distribuição percentual do impacte da produção e aplicação dos fertilizantes sintéticos	60
Figura 25 – Distribuição percentual do impacte dos componentes da fase de Engarrafamento e Embalagem	61
Figura 26 - Distribuição percentual do impacte dos componentes da fase de Produção de Vinho	62
Figura 27 – Distribuição percentual do impacte das diferentes fases em 2012 e 2014	67
Figura 28 - Comparação percentual de resultados da fase de Viticultura entre os dois anos analisados ..	68
Figura 29 - Distribuição das contribuições dos componentes analisados na fase de Viticultura para os anos de 2012 e 2014	69
Figura 30 - Comparação percentual de resultados da fase de Produção de Vinho entre os dois anos analisados	70
Figura 31 - Comparação percentual de resultados da fase de Distribuição entre os dois anos analisados	71

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estudos ambientais no setor vitivinícola	18
Tabela 2 - Quantidades de uvas e vinho produzidos em 2014.....	36
Tabela 3 - Inventário de entradas de produtos ou recursos na fase de Viticultura	39
Tabela 4 - Inventário de produtos gerados e emissões da fase de Viticultura	39
Tabela 5 - Inventário entradas de produtos ou recursos da fase de Produção de Vinho.....	42
Tabela 6 - Inventário de produtos gerados e emissões da fase de Produção de Vinho	43
Tabela 7 - Inventário de produtos utilizados para a fase de Engarrafamento e Embalagem.....	44
Tabela 8 - Transporte de uvas	45
Tabela 9 - Transporte de produtos utilizados pela empresa nas fases de Viticultura e Produção de Vinho	45
Tabela 10 - Transporte de produtos utilizados pela empresa na fase de Engarrafamento e Embalagem	45
Tabela 11 - Dados sobre Distribuição do produto final	46
Tabela 12 - Dados sobre Distribuição do produto final	47
Tabela 13 - Fatores de caracterização, utilizados nas etapas de Classificação e Caracterização (CML, 2015)	49
Tabela 14 – Resultados de ACV das atividades de <i>Foreground</i> da empresa na fase de Viticultura	51
Tabela 15 – Resultados de ACV das atividades de <i>Foreground</i> da empresa na fase de Produção de Vinho	51
Tabela 16 - Bases de dados utilizadas para ACV das atividades de <i>Background</i>	52
Tabela 17 - Resultados da Avaliação de Ciclo de Vida para as fases analisadas	53
Tabela 18 - Resultados da Avaliação de Ecoeficiência para as fases analisadas	55
Tabela 19 - Valores percentuais das fases para as categorias avaliadas	57
Tabela 20 - Produção de uvas e vinho no ano de 2012	64
Tabela 21 - Resultados de Avaliação de Ciclo de Vida relativos à produção do ano de 2012	65
Tabela 22 - Resultados da Avaliação de Ecoeficiência relativos à produção do ano de 2012	66
Tabela 23 - Comparação dos resultados de ACV do sistema de produção total entre 2012 e 2014.....	67
Tabela 24 – Comparação dos resultados de ACV para a fase de Viticultura em 2012 e 2014	68
Tabela 25 - Resultados de ACV para a fase de Produção de Vinho em 2012 e 2014	70
Tabela 26 - Resultados de ACV para a fase de Engarrafamento e Embalagem para 2012 e 2014.....	71
Tabela 27 - Resultados de ACV para a fase de Distribuição para 2012 e 2014	71
Tabela 28 - Resultados de Avaliação de Ecoeficiência nas situações analisadas.....	73
Tabela 29 - Resultados de Avaliação de Ecoeficiência nas situações analisadas.....	74

Abreviaturas e Símbolos

3P	Pollution Prevention Pays
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
AG	Aquecimento Global
AICV	Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida
AP	Acidificação Potencial
CBO	Carência Bioquímica de Oxigénio
CE	Comissão Europeia
COVNM	Compostos Orgânicos Voláteis Excluindo o Metano
CQO	Carência Química de Oxigénio
DCO	Depleção da Camada de Ozono
DRA-CF	Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis
DRA-E	Depleção de Recursos Abióticos - Elementos
EAAD	Ecotoxicidade Aquática na Água Doce
EAAM	Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha
ELCD	European Life Cycle Database
EEA	Agência Europeia do Ambiente
EP	Eutrofização Potencial
ET	Ecotoxicidade Terrestre
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FOF	Formação de Oxidantes Fotoquímicos
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
HLPGS	High Level Panel on Global Sustainable
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IVV, IP	Instituto da Vinha e do Vinho
ISO	International Organization for Standardization
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NFA	Azoto Facilmente Assimilável
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OIV	International Organisation of Vine and Wine
OS	Ocupação de Solo
PM ₁₀	Materiais Particulados
PVPP	Polivinilpirrolidona Reticulada
TH	Toxicidade Humana
UF	Unidade Funcional
UNEP	Programa Ambiental das Nações Unidas
USLCI	U.S. Life Cycle Inventory Database
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

WRAP Waste Reduction Always Pays

N ₂ O	Protóxido de azoto
NH ₃	Amoníaco
NO	Óxido Nítrico
NO ₃	Nitrato
NH ₄ NO ₃	Nitrato de Amónia
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glicose
C ₂ H ₅ OH	Etanol
CO ₂	Dióxido de Carbono
CH ₄	Metano
P ₂ O ₅	Pentóxido Difosfórico
K ₂ O	Óxido de Potássio
SO ₂	Dióxido de Enxofre
Sb	Antimónio
CFC-11	Triclorofluorobenzeno
1,4-DCB	1,4-Diclorobenzeno
C ₂ H ₄	Etileno
PO ₄	Fosfato

MJ	Megajoules
ml	Mililitro
l	Litro
hl	Hectolitro
Mhl	Milhão de hectolitros
mg	Miligrama
g	Gramma
kg	Quilograma
ton	Tonelada
Km	Quilómetro
tkm	Tonelada-quilómetro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
°C	Graus Celsius
kWh	Quilowatt-hora
€	Euro

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Nos últimos anos tem surgido, de forma cada vez mais acentuada, uma preocupação global com o estado ambiental do planeta onde vivemos. São apontadas diversas causas para a constante degradação ambiental que se tem visto acontecer em diversos meios ambientais e ecossistemas. A fraca consciencialização ambiental ocorrida em tempos anteriores, o aumento da população e a enorme industrialização verificada, continuam a ser as principais causas para essa degradação.

De certa forma, o período de fim do século XX e início do século XXI corresponde ao momento em que a espécie humana começou a ser confrontada com o reflexo de décadas de más decisões ambientais, levando a uma alteração do pensamento político. Com a publicação de “*Our Common Future*” em 1987, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como o desenvolvimento que cumprindo as necessidades atuais não compromete as necessidades das futuras gerações (HLPGS, 2010; Brundtland, 1987)

Numa perspetiva de desenvolvimento sustentável, surge também o conceito de ecoeficiência estabelecido definitivamente em 1991, pelo *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* que relaciona os conceitos de redução de impacto ambiental com aumento de criação de produtos ou serviços (WBCSD, 2000).

Este conceito de ecoeficiência identifica duas parcelas significativamente importantes e que devem ser relacionadas, a ambiental e a económica. Neste sentido, torna-se interessante avaliar a ecoeficiência de uma empresa ou organização e beneficiar ambas as parcelas, através de medidas como a redução de utilização de matérias-primas ou redução de consumos energéticos, entre outras. Numa fase inicial, a Avaliação de Ecoeficiência seguiu as indicações do WBCSD; no entanto, mais recentemente surge outra perspetiva alternativa de Avaliação de Ecoeficiência, realizada através de um estudo integrado com uma Avaliação de Ciclo de Vida. Esta perspetiva surge num contexto normativo estabelecido pela Norma ISO 14045:2012 sobre a Avaliação de Ecoeficiência, cuja componente ambiental é estabelecida pelas Normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 que estabelecem os parâmetros para a Avaliação de Ciclo de Vida (ISO, 2012).

No setor empresarial, podem ser encontrados diversos tipos de Avaliações de Ciclo de Vida e Avaliações de Ecoeficiência que, em geral, procuram desde logo identificar os pontos da produção que mais desvantagens promovem a nível ambiental. A partir desse conhecimento, é possível perspetivar as alterações nos processos produtivos que possam tornar esses pontos-alvo menos prejudiciais para o meio ambiente e igualmente beneficiar do ponto de vista económico. Mais particularmente no setor vitivinícola, encontram-se trabalhos de Avaliação de Ciclo de Vida em diversas produções de vários países, identificando-se este tipo de estudo como uma ferramenta útil para a melhoria das atividades do setor.

1.2. Objetivos

No âmbito deste trabalho, definiram-se um conjunto de objetivos alicerçados num principal propósito de estudar a Avaliação de Ecoeficiência, através de uma perspetiva de Avaliação de Ciclo de Vida, presente na metodologia apresentada e descrita na norma ISO 14045:2012. Esta Avaliação de Ecoeficiência teve como objeto de estudo o sistema produtivo de vinho espumante da empresa Murganheira, considerando as diversas fases do sistema necessárias para a obtenção do produto final, numa perspetiva “*cradle-to-gate*”, às quais foi ainda adicionada a distribuição desse produto final aos pontos de venda. Desta forma, considerou-se relevante analisar as fases de Viticultura, Produção de Vinho, Engarrafamento e Embalagem e Distribuição do produto final, tendo-se definido o estudo das atividades necessárias para a produção e transporte das matérias-primas utilizadas e das atividades do próprio sistema produtivo da empresa.

Como tal, considerou-se a execução de uma avaliação de impactes categorizados, por recurso a uma das metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida disponíveis, neste caso a metodologia CML-IA, com vista a identificar os indicadores ambientais. A esta obtenção de resultados da componente ambiental, foi definida ainda a identificação de um valor económico representativo da produção da empresa.

Com o propósito de desenvolver um trabalho com as características descritas sobre a empresa referida, foi decidido desde logo fazer uma Avaliação de Ecoeficiência incidente sobre a produção do ano de 2014. Assim, é sobre essa análise relativa à produção deste ano que se explicam os passos tomados para a aplicação da metodologia, com a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Entretanto, e tendo sido feito o trabalho para o ano de 2014, considerou-se interessante repeti-lo para um outro ano, 2012, no qual se identificaram diferenças significativas a nível de produção comparativamente ao ano de 2014. Desta forma, tornou-se relevante efetuar comparações entre os dois anos, no que concerne às suas diferenças de produção e aos resultados obtidos para cada ano.

Foi definido, igualmente, efetuar algumas comparações mais específicas, a nível da cadeia produtiva, utilizando como base os anos estudados, e perceber as decorrentes alterações nos resultados de ecoeficiência, provocadas por algumas mudanças já ocorridas ou previstas, nomeadamente a implementação de painéis fotovoltaicos ou a diminuição da quantidade de vidro utilizado na etapa de Engarrafamento e Embalagem. Através do estudo destas alterações, foi possível avaliar os seus benefícios no âmbito ambiental e na componente económica, identificando variações a nível da ecoeficiência.

1.3. Estrutura da Dissertação

A dissertação foi elaborada de acordo com uma estruturação composta por 7 capítulos que podem ser assim resumidos:

- Capítulo 1 - Introdução: no presente capítulo é feita uma primeira abordagem sobre a temática que envolve o trabalho efetuado, com apresentação dos objetivos do mesmo e da estrutura da dissertação.
- Capítulo 2 - Fundamentos Teóricos: procede-se a uma apresentação de maior extensão sobre o tema do trabalho, nomeadamente o desenvolvimento sustentável e os conceitos de Ecoeficiência e de Ciclo de Vida. Nesse contexto, é apresentada, de forma sumária, a metodologia utilizada para o cálculo dos valores de ecoeficiência.
- Capítulo 3 - Caso de Estudo: neste capítulo procedeu-se a uma apresentação do contexto do setor vitivinícola e procedeu-se a uma explanação das diversas etapas da produção da empresa.
- Capítulo 4 - Avaliação de Ecoeficiência para o Caso de Estudo: neste caso, foram descritos todos os passos efetuados para a obtenção de resultados e feita a apresentação dos mesmos para o ano de 2014, com a composição do inventário, Avaliação de Ciclo de Vida e Avaliação de Ecoeficiência.
- Capítulo 5 - Discussão de Resultados: neste capítulo, efetuou-se uma análise aos resultados obtidos e apresentados no capítulo anterior, através de um estudo gráfico dos vários valores e comparação entre as diferentes fases produtivas. Foi igualmente efetuado um enquadramento dos resultados no contexto de outros trabalhos efetuados sobre empresas do mesmo setor.
- Capítulo 6 - Análise de Influência da Variação de Diferentes Fatores Produtivos na Avaliação de Ecoeficiência: efetuada uma Avaliação de Ecoeficiência para o ano de 2012 e uma comparação com o ano de 2014, além do estudo da variação de resultados de ecoeficiência decorrente de outras alterações no sistema produtivo.
- Capítulo 7 - Conclusões: neste capítulo, é efetuada uma descrição das principais conclusões do trabalho e efetuada uma listagem de algumas propostas para trabalhos futuros.

Após estes capítulos é apresentada a Bibliografia.

2. Fundamentos Teóricos

Neste capítulo, é inicialmente efetuada uma resenha histórica e abordados alguns conceitos teóricos sobre Desenvolvimento Sustentável, Avaliação de Ciclo de Vida e Avaliação de Ecoeficiência. No contexto da Avaliação de Ecoeficiência, são demonstrados os princípios de estudo das duas componentes, ambiental e económica, e são apresentadas as ferramentas disponíveis para a elaboração da avaliação. São apresentados igualmente alguns estudos acerca de outros sistemas produtivos no setor vitivinícola e os resultados obtidos.

2.1. Desenvolvimento Sustentável

O crescimento e desenvolvimento sem precedentes da atividade humana, registados nas últimas décadas, têm-se revelado um pesado fardo para o meio ambiente. As consequências associadas ao aumento de pressão sobre recursos, à poluição e contaminação e à gestão ambiental deficiente têm sido cada vez mais prolapadas, levando a uma necessária reação mundial.

Considera-se atualmente que 60% dos ecossistemas foram e continuarão a ser degradados e inúmeros países encaram problemas relacionados com poluição ou falta de água, degradação de solos, destruição de floresta e aumento da poluição atmosférica, com consequência para os habitats e as diversas formas de vida que neles habitam (Barkemeyer, et al., 2014).

Com as consequências negativas a tornarem-se cada vez mais evidentes, a consciencialização global sobre uma necessidade de mudança de paradigma tornou-se real mas levaram-se vários anos para se atingir uma concertação de certa forma global, ainda que não de forma absoluta.

Desde meados do século XX, que uma consciência ambientalista e ecológica surgiu, muito devido aos efeitos que a Revolução Industrial do século anterior veio trazer e às consequências das Guerras Mundiais (Pereira, 2001).

O livro de Rachel Carson, "*Silent Spring*", de 1962, é comumente apontado como o rastilho para o começo das discussões sobre o meio ambiente. Este livro provocou um grande debate após a sua publicação, inspirando o lançamento do movimento ambientalista e abriu a discussão sobre poluição do meio ambiente em especial sobre os efeitos da aplicação de pesticida (Environment and Society, 2015).

Decorria o ano de 1968, quando um grupo de indivíduos reconhecidos se encontrou para discutir os limites do crescimento económico e a pressão daí advinda exercida sobre os recursos naturais do planeta. Entre os elementos do grupo contavam-se cientistas, economistas, industriais e políticos e desse encontro saiu a fundação do Clube de Roma, uma organização informal que ainda persiste atualmente. Os seus propósitos mantiveram-se: promover a compreensão das componentes económicas, políticas, ambientais e sociais de forma integrada e trazer à atenção de políticos e opinião pública novas iniciativas e ações (Meadows, et al., 1972).

Em 1972, a pedido do Clube de Roma, investigadores do MIT liderados por Dennis L. Meadows publicaram "Limites do Crescimento", num documento também conhecido como "*The Meadows Report*". Deste relatório retirou-se que, tendo em conta a tendência de crescimento industrial e populacional da época, os limites do planeta seriam atingidos dentro de 100 anos. O resultado seria o declínio populacional

e industrial; no entanto, foi identificada a possibilidade de, por alteração dessas tendências, ser possível instituir uma estabilidade económica e ecológica (Meadows, et al., 1972).

Também em 1972, ocorreu em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente, revelando-se como o primeiro grande encontro internacional para discutir a temática da sustentabilidade a nível mundial. Desta conferência, saíram os pontos fundamentais que levam à criação do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), tal como motivou a criação de várias agências ambientais em diversos países (HLPGS, 2010).

Em 1983, o Secretário-geral da Organização das Nações Unidas convocou a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland para encabeçar a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (Brundtland, 1987). A Comissão foi criada com a intenção de se focar na degradação acelerada do ambiente e dos recursos naturais e as consequências daí provenientes para o desenvolvimento económico e social (Brundtland, 1987; HLPGS, 2010).

Até 1987, várias ocorrências ambientais tiveram lugar como a contaminação de pesticidas numa fábrica na Índia e o acidente nuclear de Chernobyl, sendo nesse ano publicado o relatório produzido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, intitulado “*Our Common Future*” (Brundtland, 1987). Esse documento, também conhecido como Relatório Brundtland, apontou a necessidade de alteração do rumo do desenvolvimento na direção da sustentabilidade, alterando o modelo económico dos países desenvolvidos, que não protegia as limitações dos recursos naturais (HLPGS, 2010).

Assim, através do envolvimento das Nações Unidas, foi assumida a necessidade de associar as políticas de proteção ambiental com o desenvolvimento das populações. Foi a partir deste momento que o conceito de sustentabilidade se tornou uma realidade para os decisores, evoluindo de uma ideia que estabelecia uma necessidade de paragem do crescimento para uma noção de desenvolvimento sustentável (Mamede, 2013)

Esta fase foi considerada por Elkington (1994) como fundamental para a expansão do conceito de desenvolvimento sustentável, envolvendo a integração do pensamento ambiental nos aspetos sociais, políticos e económicos.

Foi igualmente em “*Our Common Future*” que se apresentou uma das definições de Desenvolvimento Sustentável mais propagadas (HLPGS, 2010):

“O Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”

Em 1992, vinte anos após a Conferência de Estocolmo, realizou-se no Rio de Janeiro, a segunda Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento. Nesta conferência, surgiu a Declaração sobre Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21, que continha um plano de ação para o desenvolvimento sustentável, sendo ainda aprovadas a Carta da Terra e três convenções sobre Biodiversidade, Desertificação e Mudanças Climáticas. Por recomendação da Agenda 21, a Assembleia Geral das Nações Unidas criou a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (HLPGS, 2010).

Em 1997, foi assinado o Protocolo de Quioto, no qual se promove o compromisso para a redução da emissão de gases de efeito de estufa. Posteriormente em 2002, ocorreu a Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio+10, em Joanesburgo na África do Sul, na qual se procurou recolocar o desenvolvimento sustentável no centro da agenda internacional. No entanto, considerou-se que esta conferência não resultou numa evolução significativa nesse sentido, pois os países estavam então mais focados no envolvimento do reforço de segurança e na luta contra o terrorismo (HLPGS, 2010).

Em 2012, ocorreu de novo no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio+20, com o objetivo de renovar o interesse político sobre o desenvolvimento sustentável (Nações Unidas, 2012). Da conferência saiu um documento chamado “*The Future We Want*”, com a renovação de interesse dos agentes políticos e com algumas definições tomadas. Entre várias, a erradicação da pobreza que, tal como definido no passado, é indispensável para o desenvolvimento sustentável e também a necessidade de mudança no consumo e na produção da sociedade atual (Nações Unidas, 2012a).

2.2. Desenvolvimento Sustentável no Contexto Empresarial

O contexto empresarial e a forma como as organizações encaram as responsabilidades ambientais evoluíram, com a demonstração de interesse ambiental de uma empresa a tornar-se mais importante, atualmente. Neste momento, não só é vantajoso possuir um sistema de produção sustentável devido às vantagens ambientais e económicas daí obtidas, como o consumidor comum começa a privilegiar um produto que conhece ser produzido de forma ecológica.

Essa perspetiva tenta contrariar a ideia muitas vezes correta que a indústria é responsável pela degradação ambiental. De facto, o objetivo passa por tornar a indústria e o tecido empresarial mais presentes e pró-ativos nas decisões ambientais e responsáveis pelo alcançar da sustentabilidade, refletindo as suas ações em questões ambientais como a gestão de recursos, de energia e de resíduos (Pereira, 2009).

Para as organizações se capacitarem em tomar as melhores decisões e promoverem um desenvolvimento sustentável, é cada vez mais comum uma empresa empreender estudos sobre a sua condição ambiental, permitindo através da interpretação da informação, promover alterações benéficas tanto a nível ambiental como financeiro.

Nestas circunstâncias, é comum uma empresa implementar um Sistema de Gestão Ambiental, garantindo o controlo sobre a vertente ambiental dos sistemas de produção (Moreira, 2009).

O Sistema de Gestão Ambiental permite promover a melhoria dos desempenhos ambientais através da utilização de boas práticas ambientais e de ferramentas específicas como a ecologia industrial, a ecoeficiência e o *design* ecológico (Moreira, 2009). Este último, o *design* ecológico, tendo surgido inicialmente aplicado por institutos de pesquisa e universidades, mas com lesta aceitação de grandes empresas multinacionais (Baumann, et al., 2004), promove a aplicação de conceitos ambientais na fase inicial de um projeto, com a utilização de matérias-primas e processos mais ecológicos.

Outros instrumentos como Avaliação de Ciclo de Vida e estudos de pegada ecológica são também utilizados para promover o desenvolvimento ecológico. Algumas organizações promovem igualmente a

redação de relatórios de sustentabilidade, nos quais prestam informação sobre o desempenho da empresa (GRI, 2007).

Uma outra ferramenta que permite obter reconhecimento e proveitos económicos é o Eco marketing, a partir do qual uma empresa promovendo as suas atividades ecológicas, procura ganhar vantagem relativamente a concorrentes pela sua postura ambiental. Neste aspeto, podem ser observadas duas perspetivas, uma pelo lado do consumidor, na qual o Eco marketing se trata de um instrumento de proteção ambiental, onde as suas opções conduzem ao desenvolvimento de produtos mais ecológicos e outra, pelo lado do produtor, em que essa publicidade serve de complemento à informação que normalmente se transmite sobre as funções e custos dos seus produtos (Baumann, et al., 2004).

Em termos de avaliação e classificação, destaca-se o *Dow Jones Sustainability Index*, um índice criado em 1999, que avalia o desempenho e a sustentabilidade de empresas, permitindo classificar as empresas de acordo com parâmetros ambientais, económicos e sociais. O surgimento deste tipo de índices demonstra o crescimento do interesse do tecido empresarial na informação ambiental, transportando a preocupação com a sustentabilidade para o mesmo nível das informações socioeconómicas clássicas (Pereira, 2009).

2.3. Ecoeficiência

O *Triple Bottom Line* como definido por Elkington (Barkemeyer, et al., 2014) representa um equilíbrio entre os conceitos económicos, ambientais e sociais, descrevendo aquele que é o grande objetivo de uma empresa em termos de sustentabilidade, o equilíbrio entre as correspondentes três componentes. A ecoeficiência encaixa-se num conceito de sustentabilidade, compondo a relação entre duas das componentes do *Triple Bottom Line*, como é possível observar na Figura 1.

Neste contexto, a ecoeficiência enquadra-se numa perspetiva de equilíbrio entre o desempenho económico e o desempenho ambiental, consistindo no fornecimento de bens e serviços a preços competitivos aliados à redução de impactes ambientais e intensidade de utilização de recursos.

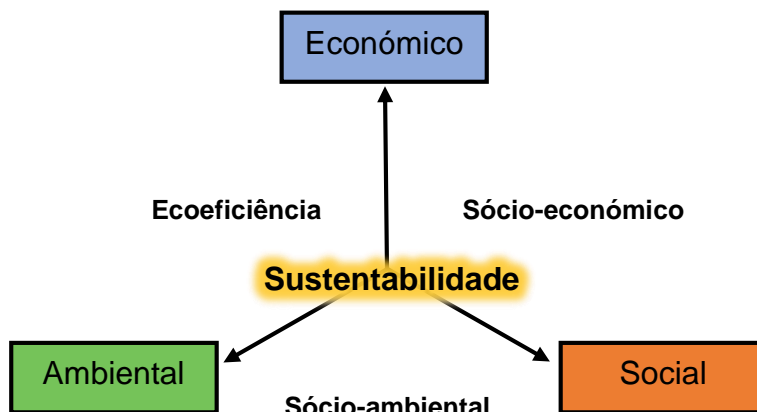


Figura 1 - Diagrama de componentes de sustentabilidade

O conceito de ecoeficiência é tido como tendo sido estabelecido pelo *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* em 1991, com o sentido de conceber um termo que sintetizasse a finalidade dos negócios desenvolvidos numa perspetiva de desenvolvimento sustentável. Este conceito dá significado a um propósito de criação de mais produtos e serviços, através da utilização de menos recursos e produzindo menos poluição e desperdícios (WBCSD, 2000).

Embora o estabelecimento da definição de ecoeficiência seja apontado a 1991, o desenvolvimento do conceito de ecoeficiência é mais antigo. O termo já havia sido utilizado em 1990 pelos investigadores Schaltegger e Sturm, em Basileia, e a noção de evitar poluição e desperdícios aliado a um aumento de valor e de benefícios económicos já não era novidade (WBCSD, 2000).

Nesse sentido, no contexto histórico, destaca-se no ano de 1975, o caso da empresa americana 3M que avançou com um programa denominado 3P – *Pollution Prevention Pays* – com o objetivo de prevenir a poluição na origem da sua produção, tendo conseguido nos últimos 40 anos, prevenir ou eliminar milhões de quilogramas de poluentes e poupar cerca de 1,7 mil milhões de dólares no primeiro ano do projeto (3M, 2015; WBCSD, 2000). Com este programa, a empresa 3M posicionou-se numa posição de vanguarda no que concerne à relação entre desempenho ambiental e económico (DeSimone, et al., 1997).

Também a *Dows Chemicals* iniciou o programa *Waste Reduction Always Pays – WRAP*, em 1986, com o objetivo de reduzir os desperdícios e os resíduos produzidos (WBCSD, 2000; WRI, 1994).

Nessa sequência, a publicação do livro “*Changing Course*” por Stephan Schmidheiny com apoio do *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, recoloca a questão da ecoeficiência como tema central do desenvolvimento empresarial, comprovando com testemunhos de mais de 50 líderes empresariais que é possível aliar a proteção ambiental e o crescimento económico (WBCSD, 2000).

Desde esse momento, a ecoeficiência foi progressivamente ganhando relevância no contexto empresarial, com o aumento de ações de promoção e *workshops* sobre o tema a serem conduzidos em várias partes do globo. Várias agências internacionais, as Nações Unidas, a OCDE, a Comissão Europeia, diversas agências nacionais e a própria rede mundial do WBCSD difundiram as vantagens da aplicação da ecoeficiência (DeSimone, et al., 1997).

Dependendo do momento e dos intervenientes, a definição de ecoeficiência pode tomar algumas formas diferentes. No livro “*Changing Course*” procurou-se um conceito que una as melhorias ambientais e económicas, “criando um negócio a partir do desafio da sustentabilidade”, tendo-se definido as empresas ecoeficientes como aquelas que criam produtos e serviços mais úteis reduzindo progressivamente o consumo de recursos e a poluição (WBCSD, 2000; Schmidheiny, 1992).

No primeiro *workshop* promovido pelo WBCSD, em 1993, foi definido que “a ecoeficiência se atinge através da oferta de bens e serviços a preços competitivos que por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível que, pelo menos, respeite a capacidade de sustentação estimada para o planeta Terra.” (WBCSD, 2000).

Outros intervenientes no contexto da sustentabilidade, como líderes de negócios referem-se à ecoeficiência como a “criação de mais valor com menos impacte”, e especialistas académicos definem-na

como a síntese entre eficiência económica e a eficiência ambiental onde “eco” representa economia e ecologia (WBCSD, 2000).

No caso da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), a ecoeficiência é colocada como o ponto de encontro entre os recursos ecológicos e as necessidades humanas, definindo-a como o rácio entre os outputs (valor dos produtos ou serviços de uma empresa, setor ou da economia em geral) e os inputs (soma das pressões ambientais provocadas pela empresa, setor ou economia). Para a *European Environmental Agency (EEA)*, a ecoeficiência trata-se da estratégia que relaciona o “uso da natureza” e a atividade económica, que permite o cumprimento das necessidades humanas, possibilitando o acesso e utilização equitativa do ambiente para as gerações atuais e vindouras (Glavi, et al., 2012).

Os benefícios principais para negócios e empresas são vastos e abrangem vários setores da área empresarial (Glavi, et al., 2012):

- Redução de custos, através do uso eficiente de recursos e matérias-primas;
- Redução de risco e aumento da fiabilidade, por exclusão de substâncias tóxicas;
- Aumento das receitas, através do desenvolvimento de produtos e tecnologias inovadoras;
- Realce da imagem da marca, com a exploração de marketing e qualidade da produção;
- Aumento da produtividade e moral dos funcionários, por aproximação dos valores da empresa com os valores pessoais;
- Melhoria da performance ambiental, reduzindo emissões nocivas e aumentando a reutilização de produtos residuais.

Num contexto prático, o conceito de ecoeficiência engloba duas componentes importantes, a ambiental e a económica, sendo através do rácio das mesmas que se obtêm resultados mensuráveis e que podem ser utilizados para melhorias e comparações. Desta forma, é possível reunir numa equação a relação entre as vertentes (WBCSD, 2000):

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Valor do produto ou serviço (Componente económica)}}{\text{Influência ambiental (Componente ambiental)}} \quad (1)$$

Outra alternativa sugere a colocação da equação em forma invertida, pretendendo facilitar a interpretação de resultados, uma vez que, neste caso, o indicador tende para zero com o aumento de eficiência (Pereira, 2009):

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Influência ambiental (Componente ambiental)}}{\text{Valor do produto ou serviço (Componente económica)}} \quad (2)$$

Um ponto-chave de uma avaliação de ecoeficiência é a definição dos indicadores da componente ambiental. Essa definição irá ser a base para os resultados de ecoeficiência obtidos e por isso deve ser feita a escolha dos indicadores de acordo com os objetivos do trabalho e a relevância da informação que se pretende estudar.

Na definição dos indicadores é possível tomar diferentes opções, sendo que, através da metodologia desenvolvida pelo WBCSD, os indicadores estarão relacionados com aspetos ambientais, ou seja, podem

ser utilizados valores relativos a materiais consumidos para produção de um produto. Por exemplo, pode-se definir como um indicador a quantidade de água consumida por unidade de produto, ou a quantidade de energia gasta por unidade de produto.

No entanto, através de resultados de vários estudos recentes e da publicação da norma ISO 14045:2012, é identificada uma forma alternativa à Avaliação de Ecoeficiência definida pelo WBCSD. Esta alternativa aponta como indicadores da componente ambiental, a utilização de categorias de impacte ambiental calculadas através da Avaliação do Ciclo de Vida do sistema produtivo.

A metodologia definida nesta norma tem vindo a ser adotada em diversos trabalhos, nomeadamente em projetos de investigação como o caso do projeto *EcoWater*, financiado pela Comissão Europeia. De qualquer forma, esta perspetiva de ciclo de vida não representa uma situação completamente nova sendo que, em várias indústrias, surgem exemplos de ações como o redesign de processos e de produtos ou o aproveitamento de produtos residuais. Um caso exemplo de uma alteração de paradigma por conta do ciclo de vida provém da empresa *Bosch-Siemens* que, após uma Avaliação de Ciclo de Vida da produção de máquinas de lavar loiça, concluiu que a utilização das máquinas representava 96% do consumo de energia, quando na produção apenas eram gastos 2%. Com isso em mente, a empresa percebeu que a redução da quantidade do consumo de energia e água da utilização desse tipo de máquinas era uma oportunidade chave para as empresas daquele setor (DeSimone, et al., 1997).

De acordo com os princípios da norma ISO 14045:2012, a Avaliação de Ecoeficiência é tomada como um instrumento de gestão quantitativo que permite o estudo dos impactes ambientais do ciclo de vida de um sistema de produção, em conjunto com o valor do próprio sistema junto das partes interessadas (ISO, 2012). Esta norma é considerada como a base de fundamentação para a Avaliação de Ecoeficiência, sendo através dos princípios e procedimento descritos na mesma que foi elaborado o estudo em causa.

A norma descreve ainda que para a Avaliação de Ecoeficiência, os impactes ambientais são estimados, utilizando a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida descrita nas normas internacionais ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006. Assim, as duas avaliações partilham a um conjunto de princípios como a perspetiva de ciclo de vida, a abrangência, a abordagem com unidade funcional, iteratividade, transparência e prioridade à abordagem científica (ISO, 2012).

A escala espacial de análise poderá também condicionar a Avaliação de Ecoeficiência. Por exemplo, o projeto *EcoWater* seleciona indicadores de ecoeficiência de meso escala para avaliar opções de alterações tecnológicas nos sistemas. Esta escala funciona igualmente com a Avaliação de Ciclo de Vida, que obriga a uma grande recolha de informação de qualidade com relevância para todo o sistema e para os diferentes *stakeholders*, disponibilidade de informação a escalas e unidades válidas, além de sensibilidade para a mudança ao longo do tempo e como previsão do futuro. No âmbito deste projeto, a ecoeficiência é definida como a relação entre benefícios sócio-económicos e impactes ambientais das mesmas atividades, como base para melhorar essa relação (EcoWater, 2012).

Considera-se a avaliação a meso escala, uma vez que a esta escala é permitido estabelecer uma relação entre as micro e macro escalas, sendo possível definir a unidade de análise como um sistema de produção. A uma microescala usualmente aplica-se a ecoeficiência a nível individual, a um produto ou a uma firma e a macro escala atinge-se um nível mais global, a nível de economia nacional (EcoWater, 2012).

Relativamente ao valor de sistema de produto na componente económica, deve ser escolhido para refletir a eficiência dos seus recursos, da sua produção, distribuição ou uso, ou uma combinação destes elementos; além de ser apropriada para os agentes envolvidos (ISO, 2012).

Nos próximos subcapítulos, são mais aprofundadas as componentes da Avaliação de Ecoeficiência, descrevendo a forma e ferramentas necessárias para se efetuar uma Avaliação de Ciclo de Vida, e paralelamente são apresentadas várias opções de definição da componente económica.

2.3.1. Componente Ambiental - Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Relativamente à Avaliação de Ciclo de Vida, a norma internacional ISO 14040:2006 define os princípios e enquadramento e a norma ISO 14044:2006 define os requisitos e linhas de orientação.

A Avaliação de Ciclo de Vida tem como objetivo promover um entendimento mais alargado dos impactes associados à produção e consumo de produtos. Esse entendimento permite identificar oportunidades de melhoria de desempenho ambiental durante o ciclo de vida de um produto e a sua comunicação a líderes industriais e organizações permitindo a utilização da informação no planeamento estratégico e na reformulação de produtos ou processos. Pode ser igualmente útil, a utilização de uma Avaliação de Ciclo de Vida na seleção de indicadores de desempenho ambiental ou em ações de marketing (ISO, 2008; ILCD, 2012).

Uma Avaliação de Ciclo de Vida pode ser aplicada a vários sistemas e várias escalas, sendo uma ferramenta que necessita de muita informação de qualidade para estudar convenientemente todos os fluxos presentes no ciclo de vida de um produto ou serviço (EcoWater, 2012).

Uma Avaliação de Ciclo de Vida é composta por quatro fases: definição do objetivo e do âmbito, inventário, avaliação de impacte e interpretação, tal como pode ser observado na Figura 2:

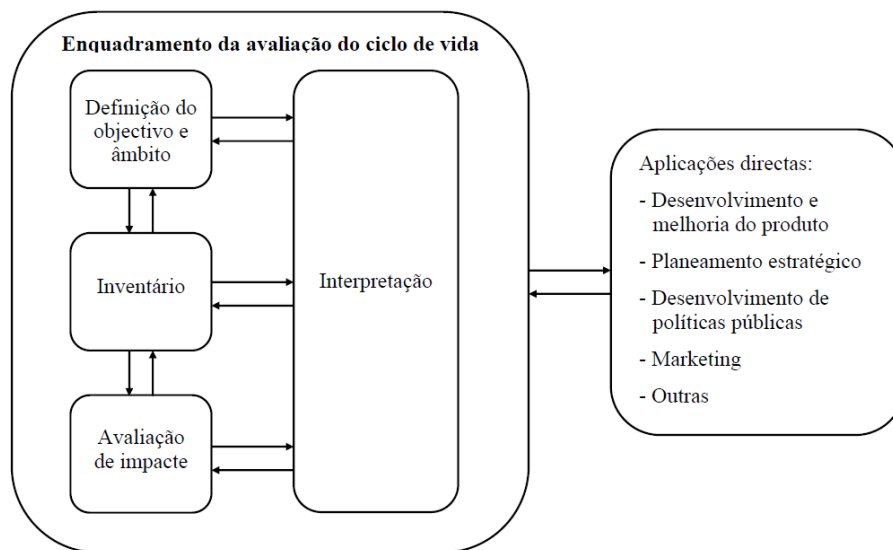


Figura 2 - Fases de uma Avaliação de Ciclo de Vida (imagem adaptada de ISO 14040:2006)

As fases de Avaliação de Ciclo de Vida podem ser descritas da seguinte forma:

1. Definição de Objetivo e Âmbito: o âmbito depende do objeto e da utilização pretendida para o estudo. Inclui a fronteira do sistema, o nível de detalhe pretendido na Avaliação de Ciclo de Vida, a unidade funcional, os requisitos, os pressupostos e as limitações, entre outras informações. O objetivo da avaliação estabelece a aplicação pretendida, as razões para a realização do estudo, o público-alvo e se os resultados se destinam a comparação. Consoante o seu objetivo, a profundidade e a amplitude da Avaliação de Ciclo de Vida podem ser igualmente adaptadas (ISO, 2008).

A unidade funcional deve ser escolhida tendo em conta o objetivo e o âmbito do estudo, fornecendo uma referência em relação à qual os dados de entrada e saída são normalizados (ISO, 2008).

As fronteiras do sistema a avaliar devem estar de acordo com o objetivo pretendido no estudo, definindo quais os processos incluídos. Esta definição de fronteiras irá estabelecer a amplitude do estudo, podendo incluir todos os processos, em contexto de “*cradle-to-grave*” ou excluir parcelas do sistema.

As fronteiras temporais também devem ser analisadas, uma vez que influenciam de forma relevante a avaliação e os resultados da mesma. Grande parte dos produtos pode provocar impactes ambientais durante vários anos, devido não só à sua produção mas sobretudo à sua utilização e gestão como resíduo no seu fim de vida. Sendo que uma Avaliação de Ciclo de Vida tem como propósito aferir várias alternativas de ação, torna-se importante aliar a definição de âmbito e objetivo tanto às fronteiras do sistema como à fronteira temporal, que terão relevância no estudo pretendido (Baumann, et al., 2004).

2. Inventário do Ciclo de Vida (ICV): nesta fase procede-se à inventariação dos dados de entradas e saídas relativos ao sistema em estudo, envolvendo a recolha dos dados necessários para cumprir os objetivos pretendidos. Esta fase de realização de um inventário é um processo iterativo, ou seja com a recolha de dados, vão sendo identificados novos requisitos de dados ou limitações (ISO, 2008).

Na fase de inventariação, é necessário obter informação através da organização em estudo, procurando aceder a informação normalmente recolhida pela empresa, ou proveniente de estudos anteriormente efetuados. Dependendo da amplitude da avaliação consoante as fronteiras definidas, é possível que seja necessária a consulta de fontes externas, na forma de bibliografia ou bases de dados, que irá ajudar a colmatar falhas na informação disponibilizada.

A informação necessária engloba todos os fluxos relevantes de materiais e energia associados à unidade funcional no sistema definido, incluindo todos os tipos de substâncias como água, resíduos sólidos, plásticos, madeira, combustíveis, SO_x, NO_x, CO₂, entre outros (EcoWater, 2012). Uma vez que apenas se tem em conta os fluxos com relevância ambiental, esta fase resulta num balanço incompleto de massa e energia do sistema (Baumann, et al., 2004).

3. Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida (AICV): pretende-se fornecer informação adicional que auxilie a avaliação de resultados do ICV de um sistema de produto para compreender a sua significância ambiental. Assim, esta fase destina-se a avaliar a significância dos impactes ambientais potenciais através da associação dos resultados da fase anterior a categorias de impacte ambiental (ISO, 2008). As categorias são selecionadas de forma a representarem uma série de impactes considerados relevantes no âmbito do estudo a efetuar, estando normalmente relacionadas com metodologias desenvolvidas que permitem associar os elementos de inventário às categorias.

A avaliação de impacte de ciclo de vida engloba uma série de etapas obrigatórias e outros elementos opcionais. Os elementos obrigatórios são a seleção de categorias de impacte, indicadores de categoria e modelos de caracterização, a classificação que envolve a imputação dos resultados do ICV às categorias

de impacte seleccionadas e a caracterização que se define como o cálculo dos resultados dos indicadores de categoria. Os elementos opcionais são as fases de normalização, agregação, ponderação e análise da qualidade dos dados (ISO, 2010).

4. Interpretação do Ciclo de Vida: sendo a fase final da Avaliação de Ciclo de Vida, será nesta fase que se discutem os resultados de um ICV ou de uma AICV, produzindo conclusões, recomendações e permitindo a tomada de decisões em concordância com a definição do objetivo e do âmbito (ISO, 2008).

2.3.2. Ferramentas e Procedimento de Avaliação de Ciclo de Vida

A Avaliação de Ciclo de Vida, tal como descrita no subcapítulo anterior, define uma análise de um sistema de produção, o que envolve obter conhecimento sobre o funcionamento da cadeia de processamento e do conjunto numeroso de dados dos diferentes elementos do sistema. De forma a agilizar a avaliação, foram sendo desenvolvidas diversas metodologias, ferramentas digitais e bases de dados, que permitem uma uniformização na avaliação, com vantagens ao nível de procedimentos padrão, comparação com diferentes casos de estudo e resolução de problemas comuns.

A metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida, como anteriormente referido, envolve uma quantificação de todos os produtos ou recursos de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) no decorrer do ciclo de vida do produto ou serviço, tendo em conta as fronteiras estabelecidas (ILCD, 2012). Desse processo de inventariação, parte-se para uma agregação de todas essas entradas e saídas para avaliar a sua contribuição em categorias de impactes ambientais (EcoWater, 2012a).

Assim, exemplificando com uma simplificação de uma parte do sistema de produção estudado neste trabalho, apresenta-se a entrada no sistema de um produto fertilizante e um produto fitossanitário, que devem ser traduzidos nos compostos químicos que os compõem. Nessa situação, devem ser calculadas as saídas sob forma de emissões para os diferentes compartimentos ambientais, como ar, solo e água. De forma a efetuar o cálculo das emissões será necessário consultar fontes bibliográficas e trabalhos específicos para o tipo de produtos em causa. Neste caso, esta informação compõe o inventário relativo às ações diretas da empresa, definido como *Foreground*.

Após a inventariação de recursos consumidos e compostos químicos recebidos e emitidos, ocorre a etapa de processamento dos mesmos, enquadrando-os com categorias de impacte ambiental. Tal como definido no procedimento normativo, o enquadramento do inventário com as categorias deve ser baseada em fatores de caracterização. Estes fatores de caracterização irão definir a influência de cada composto recebido ou emitido pelas diferentes fases do sistema na conceção das categorias de impacte. Neste passo, é comum utilizar metodologias como *CML-IA*, *ReCiPe 2008* e *Ecoindicador 99*, que possuem diferentes fatores de caracterização.

No presente trabalho, optou-se por utilizar a metodologia *CML-IA* desenvolvida pelo *Institute of Environmental Sciences (CML)* da Universidade de Leiden, na Holanda, (CML, 2015), por se tratar de uma metodologia recente e atualizada. Foi colocada também em consideração, a utilização da metodologia *ReCiPe 2008*, uma vez que integra fatores de caracterização de análise de categorias de várias abordagens e níveis, além do nível médio pretendido para este trabalho, no entanto essa característica não traria benefício, porque apenas se pretende um estudo nesse nível médio. Além disso, a metodologia

escolhida tem a vantagem de ser também a utilizada por outros trabalhos desenvolvidos sobre o setor vitivinícola, com os quais se pretende efetuar algumas comparações (PRé, 2014).

Apresentando um exemplo prático, pela metodologia escolhida neste trabalho, CML-IA, a categoria de Aquecimento Global é expressa em kg CO₂ equivalente. Sabendo que um processo exemplificativo estudado emite CO₂ e CH₄ para a atmosfera, efetua-se a consulta dos dados da metodologia e verifica-se que os fatores de caracterização são de 1kg CO₂ eq. por 1kg CO₂ e de 25 kg CO₂ eq. por 1 kg CH₄. Assim, conhecendo as quantidades emitidas dos dois compostos, estas são traduzidas na unidade da categoria estudada, obtendo o resultado referente a essa categoria (CML, 2015).

Softwares como o *SimaPro*, *GaBi* ou *OpenLCA* podem servir de apoio à Avaliação de Ciclo de Vida, nesta etapa, uma vez que permitem organizar o inventário, ter acesso aos fatores de caracterização das metodologias e apresentar resultados de Avaliação de Ciclo de Vida (EcoWater, 2012a).

Com esta etapa definida, tendo intenções de estudar o ciclo de vida de um sistema de produção, devem ser avaliados os processos de *Background* que podem envolver a produção e transporte dos produtos utilizados, gestão e tratamento de resíduos, entre outros.

Para esta etapa são normalmente utilizadas bases de dados, como a *Ecoinvent*, de origem Suíça e que contém informação acerca dos inventários de diversos processos, sendo considerada uma das mais completas. Contém descrição do inventário para diversos processos nas mais diversas áreas, como a agricultura, construção, processamento de materiais e tratamento de resíduos (Ecoinvent, 2015). Com a vantagem de serem de livre utilização destacam-se a *European reference Life-Cycle Database (ELCD)* e a *U.S. Life Cycle Inventory Database (USLCI)* que apresentam dados baseados em processos europeus e norte-americanos, respetivamente (ELCD, 2014; USLCI, 2013). Tal como o *Ecoinvent*, têm informação de inventário sobre um largo espectro de processos, desde a produção de materiais e energia, transporte e tratamento de resíduos. Entre outras, podem ser identificadas a *GaBi Databases* e a *Agri-footprint*, sendo esta última especialmente direcionada para processos do setor agrícola (Agri-footprint, 2015). Para a obtenção dos valores de processos de *Background*, podem ser utilizadas mais do que uma base de dados como fonte de informação.

Estas bases de dados podem ser acedidas e processadas pelos *softwares* já referidos, *SimaPro*, *GaBi* e *OpenLCA*, sendo esta última de acesso gratuito mas com menor número de funcionalidades. Estas bases de dados servem de apoio à inventariação, na procura de informação sobre fases do sistema acerca das quais, as empresas não possuem informação completa, nomeadamente fases do sistema de *Background*.

Estes *softwares* funcionam como ferramentas úteis para a Avaliação de Ciclo de Vida, uma vez que integram a funcionalidade de gerir o inventário do sistema de produção em estudo, agregá-lo a processos de *Background* por consulta das bases de dados citadas e integrar todo o cálculo das categorias na metodologia escolhida.

2.3.3. Componente Económica

A ecoeficiência, como delineada na norma, envolve uma perspetiva de ciclo de vida, desde a origem dos materiais, a sua extração e aquisição, passando pela produção de energia e materiais até ao uso e tratamento de fim de vida (ISO, 2012). A componente económica da avaliação deve ser reflexa dessa abrangência do ciclo de vida de um produto ou sistema de produção.

Os consumidores, os produtores e os investidores identificam diferentes valores para o sistema de produção, devendo ser identificados quais os tipos de valores e métodos para determinação que serão usados na avaliação. O valor deve ser quantificável com referência à unidade funcional e de acordo com o objetivo e âmbito da Avaliação de Ecoeficiência (ISO, 2012).

A avaliação do valor do sistema de produção deve ter em conta o ciclo de vida completo desse sistema e as fronteiras definidas na avaliação. Em termos empresariais, o valor de um negócio é igual ao lucro: receita menos custo; no entanto, para os consumidores, o valor deverá corresponder ao desejo de pagar o menor valor adicional aos custos. Os custos podem incluir o preço, taxa de empréstimo, custo de operação, etc. Alguns valores são difíceis de determinar numa perspetiva de ciclo de vida, porque nem todos os agentes são recetíveis à comunicação de dados. De qualquer forma podem ser estimadas alterações nesses valores através da performance funcional (valor) ou pelos custos financeiros (valor monetário) (ISO, 2012).

Existem assim, vários tipos de valores do sistema de produção possíveis, entre os quais deve ser selecionado um a ser utilizado num trabalho de Avaliação de Ecoeficiência (ISO, 2012):

- Valor funcional, que reflete os benefícios tangíveis e mensuráveis de utilizadores e de *stakeholders*. É um valor numérico representado pela performance funcional ou pelo apelo do sistema de produto. Este termo não deve ser confundido com a unidade funcional, no entanto, deve estar relacionado com esta na quantificação da performance do sistema, ou seja, tal como os valores ambientais, o valor económico deve ser reportado à unidade funcional escolhida. O valor funcional pode variar devido à melhoria de um produto numa avaliação de ecoeficiência.
- Valor monetário, podendo reportar os custos, o preço, a disposição de pagar pelo consumidor, valor acrescentado, lucro ou investimento futuro. Para uma empresa, alterações nos custos podem representar alterações no valor do sistema de produção durante todo o ciclo de vida. Tal como para os valores funcionais, este valor deve ser reportado à unidade funcional selecionada para a avaliação em causa.
- Outros valores, que podem mesmo ser valores intangíveis.

2.3.4. Avaliação Ambiental no Estudo de Sistemas de Produção de Vinho

Na Tabela 1, encontram-se resumidos seis estudos de Avaliação de Ciclo de Vida aplicados a sistemas de produção de vinho, apresentando as características das avaliações efetuadas para cada caso. Não se tem conhecimento de exemplos disponíveis de Avaliações de Ecoeficiência no setor vitivinícola tal

como aplicada neste trabalho, no entanto, as fases de Classificação e Caracterização da Avaliação de Ciclo de Vida consideradas preponderantes para o presente trabalho são comuns para ambas as avaliações. Apesar de não ser analisado o valor económico, estes estudos permitirão efetuar comparações com o presente trabalho, a nível da componente ambiental e pela identificação dos pontos críticos do sistema de produção.

Estes trabalhos são apresentados como exemplo no sentido de formar um contexto relativo a trabalhos no setor vitivinícola. Desta forma, é possível verificar quais os resultados de cada um destes estudos de ciclo de vida, permitindo aplicar algumas comparações com o presente trabalho.

Dos seis estudos analisados, dois são acerca do vinho verde branco produzido em Portugal, dois são relativos a produções de vinho em Itália, um reporta a produção de vinho no Canadá e um outro aborda a produção de vinho na Austrália e o seu consumo no Reino Unido. Todos os estudos optaram por uma unidade funcional de 0,75L, o equivalente ao volume de uma garrafa normal.

Relativamente às fronteiras do sistema, três dos estudos optam por uma abordagem “*cradle-to-grave*” (Point, 2008; Fusi, et al., 2014; Amienyo, et al., 2014), dois abordam o estudo através de uma perspetiva de “*cradle-to-gate*” (Neto, et al., 2012; Ardente, et al., 2006) e um cinge-se a uma abordagem de “*gate-to-gate*” (Santos, 2010).

Relativamente às metodologias aplicadas, todos os trabalhos que efetuaram Avaliação de Ciclo de Vida utilizaram metodologias CML (Instituto de Ciências Ambientais da Universidade de Leiden), sendo que Point (2008) e Fusi, et al. (2014) utilizaram *CML baseline 2000*, Neto et, al. (2012) e Amienyo, et al. (2014) aplicaram *CML 2001* e Santos (2010) aplicou *CML (2009)*. No caso de Ardente, et al. (2006), apenas foi efetuado o estudo do inventário. Destes, três utilizaram o *software SimaPro* como ferramenta de Avaliação de Ciclo de Vida (Neto, et al., 2012; Point, 2008; Fusi, et al., 2014) e um utilizou o *software GaBi 4.3* (Amienyo, et al., 2014).

Excluindo Ardente, et al. (2006), que se limitou a um estudo de inventário, todos os outros estudos contemplaram as etapas de Classificação e Caracterização da Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida descritas no subcapítulo 2.3.1, sendo que Santos (2010) aplicou também as etapas de Normalização e Ponderação.

Numa perspetiva de avaliação dos impactes das diversas fases do sistema de produção, conclui-se que a fase de Viticultura possui uma grande influência nos resultados globais obtidos, uma vez que foi considerada a fase do sistema produtivo com maior contribuição em Neto, et al. (2012), e Point (2008), e com uma grande influência em Fusi, et al. (2014), Ardente, et al. (2006) e Amienyo, et al. (2014).

A fase de produção de garrafas é colocada em primeiro lugar em termos de peso nos impactes ambientais em Fusi, et al (2014) e com uma influência importante em Neto, et al. (2012), Point (2008), Ardente, et al. (2006) e Amienyo, et al. (2014). A fase de Distribuição é colocada em destaque também por Point (2008), Fusi, et al (2014) e Amienyo, et al. (2014). Entre os estudos considerados, apenas Santos (2010) coloca a fase de Produção de Vinho como principal contribuidor para impactes ambientais.

Tabela 1 - Estudos ambientais no setor vitivinícola

Estudo	Neto et al. (2012)	Santos (2010)	Point (2008)	Fusi et al. (2014)	Ardente et al. (2006)	Amienyo et al. (2014)
Tipo de Estudo	Avaliação de Ciclo de Vida de uma cadeia de abastecimento de um vinho português: da viticultura à distribuição	Avaliação de Ciclo de Vida do vinho verde	Avaliação de impactes ambientais do ciclo de vida de produção e consumo de vinho	Avaliação de Ciclo de Vida de um vinho branco	Sistema de Gestão Ambiental Orientado para o Produto (POEMS): o caso de uma empresa de produção de vinho	Avaliação de impactes ambientais do consumo de vinho tinto australiano no Reino Unido
Local de produção do vinho	Portugal	Portugal	Nova Escócia, Canadá	Itália	Itália	Austrália
Unidade Funcional	0,75L de vinho verde branco	0,75L de vinho verde branco	Garrafa de 0,75L de vinho	Garrafa de 0,75L de vinho branco	Garrafa de 0,75L de vinho tinto	Garrafa de 0,75L de vinho
Abordagem	Cradle-to-gate	Gate-to-gate	Cradle-to-grave	Cradle-to-grave	Cradle-to-gate	Cradle-to-grave
Fases do ciclo de vida estudadas	Viticultura; Produção de vinho; Distribuição; Produção de garrafas; Produção de fertilizantes, produtos fitossanitários e de produtos enológicos; Transporte de uvas, mosto e vinho	Viticultura; Produção de vinho; Produção de energia elétrica; Tratamento de águas residuais na empresa	Viticultura; Produção de vinho; Distribuição; Transporte do consumidor e refrigeração; Produção e reciclagem das garrafas; produção e transporte de produtos de entrada	Viticultura; Produção de vinho; Produção da garrafa e embalagem; Distribuição; Deposição final de garrafa	Viticultura; Produção de Vinho; Engarrafamento e Embalagem; Distribuição; Produção de produtos de entrada	Viticultura; Embalagem; Vinificação e engarrafamento; Transporte; Gestão de Resíduos
Metodologia e Software	CML 2001. SimaPro	CML (2009)	CML 2 baseline 2000. SimaPro	CML baseline 2000. SimaPro	Apenas estudo do inventário	CML 2001. Gabi 4.3
Etapas da AICV¹	Classificação e caracterização	Classificação, Caracterização, Normalização e Ponderação	Classificação e Caracterização	Classificação e Caracterização	Não aplicado	Classificação e Caracterização
Categorias de impacte ambiental	EP; OS; DCO; ET; AG; EAAD; TH; ESM; ESAD; DA; EAAM; AP; OF	AG; AP; OF; EP; TH; ET; EAAD; DCO; R	DA; AP; E; AG; DCO; EAP; ET; OF; CEA	AG; AP; EP; DA; DCO; OF	Consumo de energia; Emissão de CO ₂ ; Consumo de água	PEP; PA; DA; AP; EP; AG; THP; EAAM; EAAD; ET; DCO; OF
Fases Críticas	Viticultura contém maior contribuição para impacte global, seguida da produção de garrafas. Impactes associados com utilização de fertilizantes e produtos fitossanitários nomeadamente através das emissões de compostos de azoto	Da fase de caracterização, retira-se que é a Produção de vinho que possui maior relevância em termos de impacte ambiental	Viticultura é a principal contribuidora, com maior destaque na fertilização; na produção de garrafas devido ao consumo de eletricidade; no transporte do consumidor devido ao uso de combustíveis fósseis	Contribuição principal da Produção de garrafas, seguida de viticultura devido a consumo de combustíveis fósseis. Também relevância de distribuição para longas distâncias como EUA	Para o consumo de energia, identificam-se o engarrafamento e embalagem; na emissão de CO ₂ identifica-se a produção de matérias-primas; no consumo de água identifica-se a fase de irrigação da viticultura	As fases de viticultura, transporte e embalagem são as que mais contribuem para a maior parte dos impactes

Legenda de categorias de impacte ambiental:

EP – Eutrofização Potencial
 OS – Ocupação de Solo
 DCO – Depleção da Camada de Ozono;
 ET - Ecotoxicidade Terrestre
 AG - Aquecimento Global
 EAAD – Ecotoxicidade Aquática na Água Doce
 TH – Toxicidade Humana
 ESM - Ecotoxicidade em Sedimentos Marinhos
 ESAD – Ecotoxicidade em Sedimentos de Água Doce

EAAM - Ecotoxicidade Aquática em Água Marinha
 DA – Depleção Abiótica
 AP – Acidificação Potencial
 OF - Oxidação Fotoquímica
 EAP – Ecotoxicidade Aquática Potencial
 CEA - Consumo de Energia Acumulada
 R - Resíduos
 PEP – Procura de Energia Primária
 PA – Procura de Água

¹ Etapas de Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida, tal como descrito no subcapítulo 2.3.1.

3. Caracterização do Caso de Estudo

Neste capítulo, procede-se a uma apresentação resumida do setor vitivinícola, a nível mundial e em Portugal, e do contexto da empresa no mesmo. São igualmente descritas de forma sumária as diversas etapas do sistema produtivo da empresa.

3.1. Setor Vitivinícola

3.1.1. Setor do Vinho no Mundo

Desde a Antiguidade até aos dias de hoje, o Homem aproveita a uva para produzir vinho, sendo o setor vitivinícola uma parcela importante da produção agrícola no mundo atual. Dados de 2013 indicam que a vinha ocupa uma área de cerca de 7,52 milhões de hectares, a nível mundial, embora essa área tenha vindo a diminuir nos últimos anos (Figura 3), nomeadamente pelo seu decréscimo nos países europeus, ainda que com crescente influência nos países asiáticos (OIV, 2014).

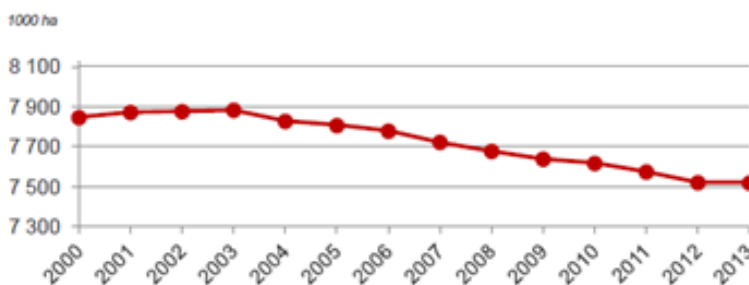


Figura 3 - Área ocupada por vinha no mundo (adaptado de OIV, 2014)

Mesmo considerando essa diminuição, a vinha é uma das atividades agrícolas que ocupa mais área em muitos países de grande exploração de vinha, a nível europeu, como a França, a Itália ou a Espanha. Nestes três países, a área ocupada pela vinha é apenas ultrapassada pela de cereais e de olivais, no caso de Itália e Espanha, ou pela área ocupada por plantas para produção de óleo vegetal, no caso de França (CE, 2013).

Em termos de produção de uvas, os dados indicam que foram produzidos 751 milhões de quintais (36,76 milhões de toneladas) em 2013, com um registo de aumento de 17% desde 2000, o que de certa forma, contraria o decréscimo de área ocupada pela vinha. Esta diferença de evoluções pode ser explicada pelo aumento de rendimento, melhoria de técnicas de viticultura ou por condições climáticas mais favoráveis (OIV, 2014a).

É possível identificar a distribuição mundial da produção de uvas e comparar com a ocupação de vinha na Figura 4, tornando-se evidente que a Europa, que ocupa cerca de 55% da área mundial em vinha, apenas produz 41% de uvas, ao passo que Ásia e África conseguem subir de uma ocupação de 24 e 14% para 29 e 21% respetivamente. Esta diferença de aproveitamento pode estar relacionada com o

desenvolvimento de diferentes técnicas, diferenças climáticas ou pode estar ligado ao facto de se produzir de forma menos intensiva, na Europa, priorizando a qualidade da uva e do vinho.



Figura 4 – Distribuição em 2013: a) Área ocupada por vinha e b) Produção de uvas (dados OIV, 2014)

As uvas produzidas podem ter diferentes finalidades: serem consumidas diretamente, consumidas em forma de passas e na produção de vinhos, espumantes e outros.

Em 2014, são apontados valores de produção na ordem dos 271 milhões de hectolitros (Mhl) de vinho, excluindo sumos e mostos, que representam um decréscimo de 6% quando comparado com 2013 (OIV, 2014). É possível observar na Figura 5, a evolução da produção de vinho a nível mundial nos últimos 15 anos, da qual se pode destacar uma certa estabilidade.

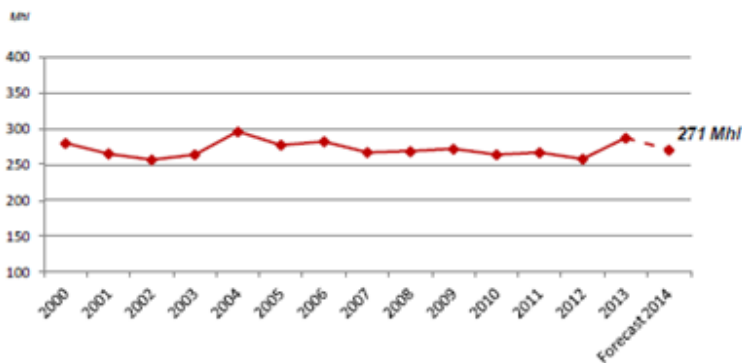


Figura 5 - Produção de vinho de 2000 a 2014 (adaptado de OIV, 2014)

Este decréscimo pontual na produção de vinho pode estar relacionado com problemas climáticos, nesse ano, especialmente na Europa (OIV, 2014a). O maior produtor de vinho em 2014 foi a França, seguida da Itália e da Espanha, confirmando a Europa como o continente de principal produção de vinho (OIV, 2014).

Relativamente ao consumo, são apontados valores na ordem dos 243 Mhl para o ano de 2014 (OIV, 2014). A nível global, o consumo tem vindo a aumentar gradualmente nos últimos anos, passando a fasquia dos 230 Mhl em 2002, e a dos 240 Mhl em 2006, com alguns anos de maior consumo como 2007, que ultrapassou os 250 Mhl (OIV, 2014). A nível de países, desde 2000, tem-se vindo a observar um aumento

do consumo em países como os USA, a China, o Reino Unido e a Rússia, potencialmente provocado por uma alteração de hábitos de consumo, e um decréscimo do consumo em países tradicionalmente consumidores como França, Itália e Espanha. Em termos económicos e fruto das crescentes importações e exportações, as receitas atingiram os 25,7 biliões de Euros (OIV, 2014).

3.1.2. Setor do Espumante no Mundo

Relativamente ao espumante, atingiu-se em 2013, um valor de 7% da produção de vinho a nível mundial. Dados da Organização Internacional do Vinho e da Vinha, indicam que nos últimos anos, os vinhos espumantes receberam um aumento significativo de produção, na ordem dos 40% nos últimos 10 anos, subindo de 12,7 Mhl em 2003 para 17,6 Mhl em 2013 (OIV, 2014b).

Este aumento de produção reflete a entrada de outros países produtores, que trouxeram ao mercado diversificação, e a própria expansão de países produtores tradicionais como França, Itália, Alemanha e Espanha que continuam a ser os mais representativos (OIV, 2014b).

Também o consumo tem aumentado (Figura 6), com uma subida na ordem dos 30%, de 11,8 Mhl em 2003 para 15,4 Mhl em 2013, destacando-se como principais mercados a Alemanha, França, Rússia, USA, Itália, Reino Unido e países de leste europeu (OIV, 2014b).

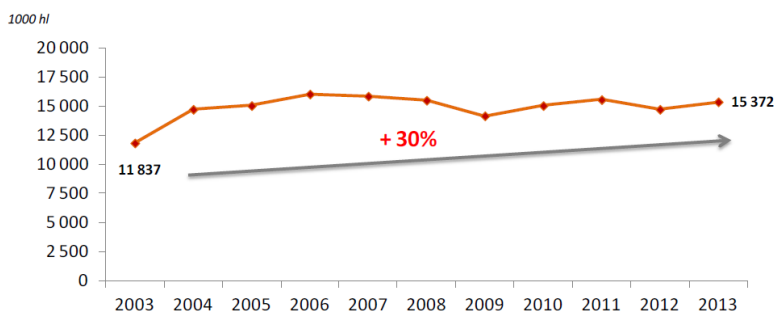


Figura 6 - Consumo mundial de espumante (adaptado de OIV, 2014b)

3.1.3. Setor do Vinho em Portugal

Portugal possui uma área de produção de cerca de 237 mil hectares de vinha (CE, 2013), pelo que, tendo em conta que Portugal tem cerca de 92000 km² de área, se conclui que a vinha representa 2.6% dessa área. Os valores de área ocupada colocam Portugal em 7º lugar a nível mundial em área ocupada por vinha e embora se denote um decréscimo nos últimos anos, este não é tão acentuado como em países como a Espanha, França e Itália (OIV, 2014).

Relativamente à produção de vinho, Portugal ocupa o 11º lugar (OIV, 2014), com os valores mais recentes, relativos a 2014, a encontrarem-se na ordem dos 6,2 milhões de hectolitros (IVV, I.P., 2014). A evolução da produção de vinho nos últimos anos é representada na Figura 7 (OIV, 2014).

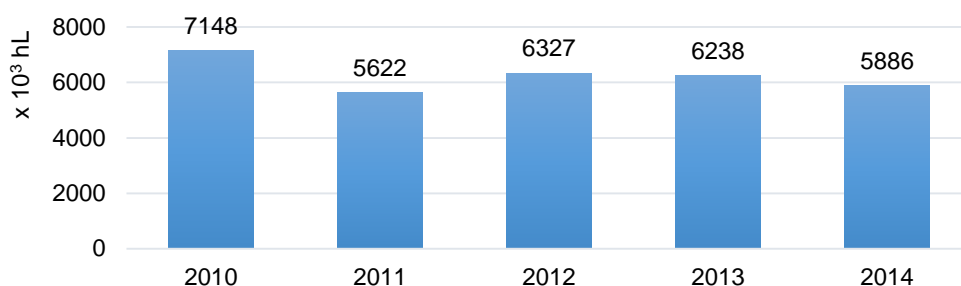


Figura 7 - Produção de vinho em Portugal (dados OIV, 2014)

A Figura 8 permite observar a correspondente evolução em volume da exportação do vinho em Portugal. Esse valor aumentou entre 2010 e 2012, tendo sofrido uma ligeira descida em 2013 e 2014 (IVV, I.P., 2014a):

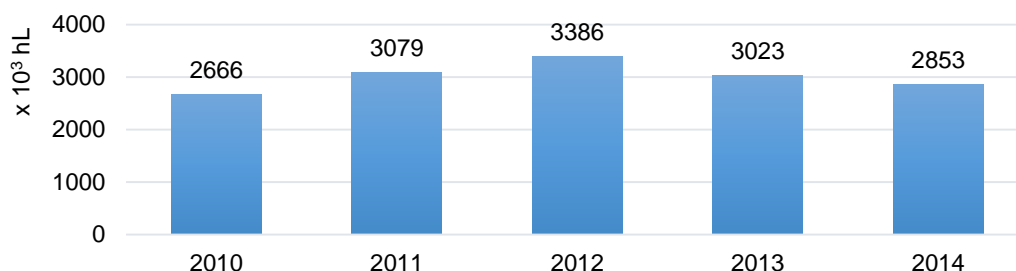


Figura 8 - Exportação de vinho em Portugal (dados IVV, I.P., 2014a)

Em termos de valores económicos, a exportação entre 2010 e 2014, subiu de 614 M€ para 729 M€, com um crescimento constante nesses 5 anos (IVV, I.P., 2014a), com França, Angola e Reino Unido a representarem os maiores mercados de vinho exportado (IVV, I.P., 2014).

Relativamente aos vinhos espumantes e espumosos, o volume exportado no período 2010-2014 atingiu um valor máximo em 2011, registando desde aí uma descida (IVV, I.P., 2014a), como é possível observar na Figura 9. No entanto, em valor económico as exportações apresentaram um valor mais elevado em 2012 com 13,3 M€, situando-se em 2014 nos 12,9 M€.

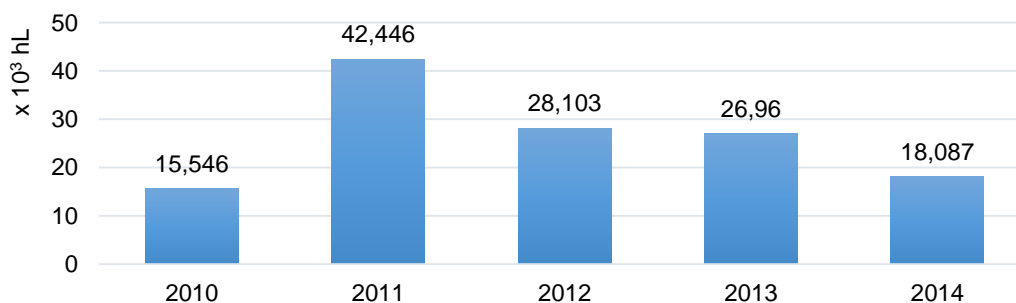


Figura 9 - Exportação de espumante em Portugal (dados IVV, I.P., 2014a)

3.1.4. Região Vitivinícola de Terras de Cister e a Denominação de Origem Controlada “Távora-Varosa”

Como se pode ver na Figura 10, Portugal encontra-se dividido em 14 regiões vitivinícolas: Minho, Trás-os-Montes, Douro, Terras de Cister, Terras de Dão, Beira Atlântico, Terras da Beira, Lisboa, Tejo, Península de Setúbal, Alentejo, Algarve, Madeira e Açores (IVV, I.P., 2015).

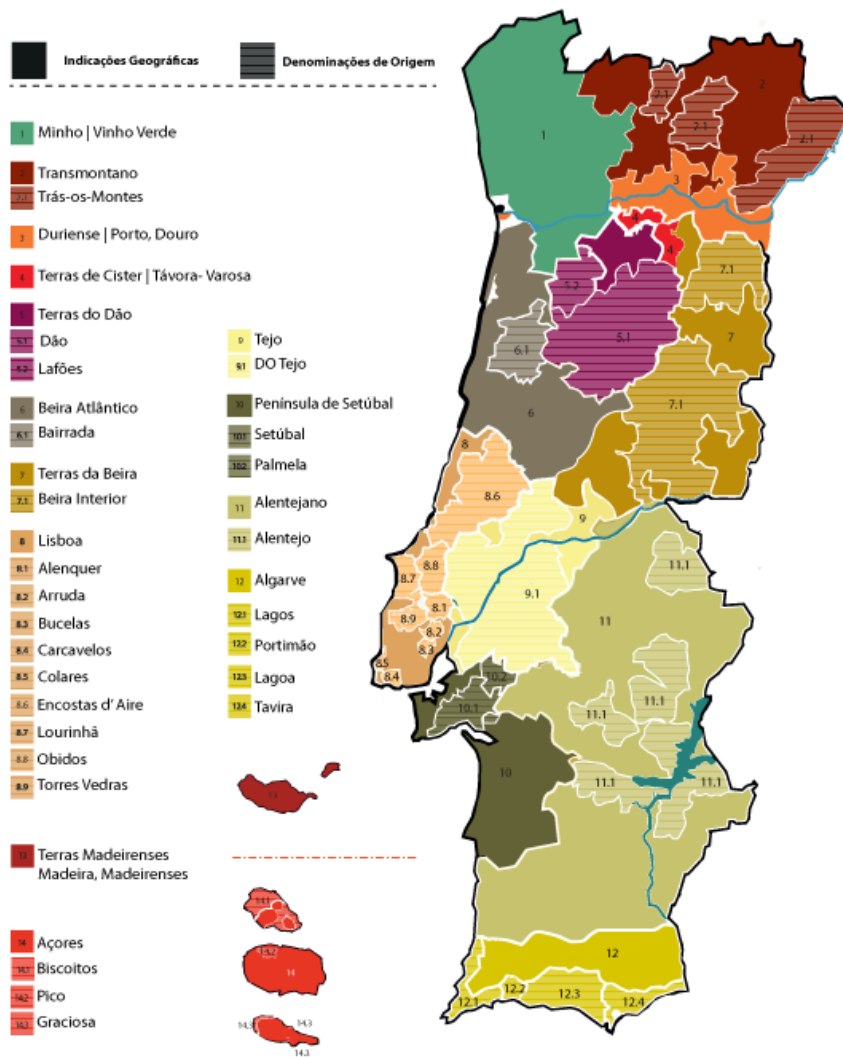


Figura 10 - Regiões vitivinícolas de Portugal (adaptado de IVV, I.P., 2015)

A região de Terras de Cister define a área geográfica correspondente à Denominação de Origem Controlada “Távora-Varosa” (Figura 11) e, embora de pequena dimensão, possui uma grande importância na produção nacional de espumantes. Além de espumantes são produzidos vinhos brancos frescos e tintos suaves (IVV, I.P., 2015). O início da produção de espumante data de 1678, altura em que monges de Cister se organizaram para a exploração agrícola. Em 1989, por decreto-lei, foi definida como a primeira região demarcada de espumantes de Portugal (Murganheira, 2015).

Os valores mais recentes, correspondentes aos últimos dois anos, indicam na região de Távora-Varosa, uma produção de espumante de 5044 hl em 2013/2014 e 5487 hl em 2014/2015 (dados até Janeiro). Estes valores estão enquadrados numa produção anual de vinho de 42064 hl, em 2013/2014 e 28979 hl em 2014/2015 (dados até Janeiro) (IVV, I.P., 2015a).

3.1.5. Apresentação da Empresa: Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa, S.A. - Murganheira

A empresa Sociedade Agrícola e Comercial do Varosa S.A. foi fundada em 1947 como uma empresa familiar, pelo Sr. Acácio da Fonseca Laranjo, na freguesia de Ucanha, no Concelho de Tarouca, Viseu, tomando a atual designação em 1987. A empresa dedica-se sobretudo à produção de espumantes de elevada qualidade mas também produz vinhos tranquilos. Tanto as vinhas como a adega e caves onde é produzido o espumante localizam-se na região vitivinícola do Távora-Varosa, instalada no lugar da Abadia Velha, em Ucanha. Esta localização permite o aproveitamento das condições de clima e de solo excepcionais, além da utilização das caves de granito azul escavadas na rocha. Estas caves permitem uma temperatura constante de 13°C e uma taxa de humidade de 100% (Murganheira, 2015).



Figura 12 - Localização das instalações da Murganheira (retirado de *Google Maps*, 2015)

A empresa orgulha-se de usar as melhores uvas das quintas da região, possuindo 30 hectares de produção própria e um acompanhamento rigoroso nos mais de 1000 hectares de vinha de fornecedores de uva associados localizados na mesma região (Murganheira, 2015a). Na produção de vinho, a Murganheira utiliza tecnologia recente aplicada às tradições e métodos de Champanhe (*Champenoise*), de forma a obter um produto concordante com a qualidade habitual da empresa (Murganheira, 2015).

A empresa tornou-se líder do mercado português e premiada internacionalmente, produzindo anualmente mais de um milhão de garrafas de espumante e 50 mil garrafas de vinhos tranquilos. A nível

de exportações, alcança diversos países a nível mundial como a Rússia, Estados Unidos, Brasil, Angola, China entre outros (Murganheira, 2015). Neste momento, o grupo ao qual pertence a Murganheira é detentor de mais duas empresas de produção vitivinícola, as Caves Raposeira S.A., sediada em Lamego e a Tapada do Chaves – Sociedade Agrícola e Comercial S.A., no Alentejo.

Esta empresa, a Murganheira, foi selecionada como caso de estudo para o presente trabalho, sendo descritas as principais atividades do processo vitivinícola da empresa, no próximo capítulo.

3.2. Processo Vitivinícola para Produção de Espumantes - Murganheira

Com o intuito de representar de forma sucinta as atividades principais que compõem as atividades de *Foreground* do processo produtivo da empresa, distinguiram-se duas fases, a Viticultura e a Produção de Vinho Espumante. No sentido de melhor compreender e enquadrar as diferentes etapas do sistema, apresenta-se uma breve descrição gráfica, na Figura 13.

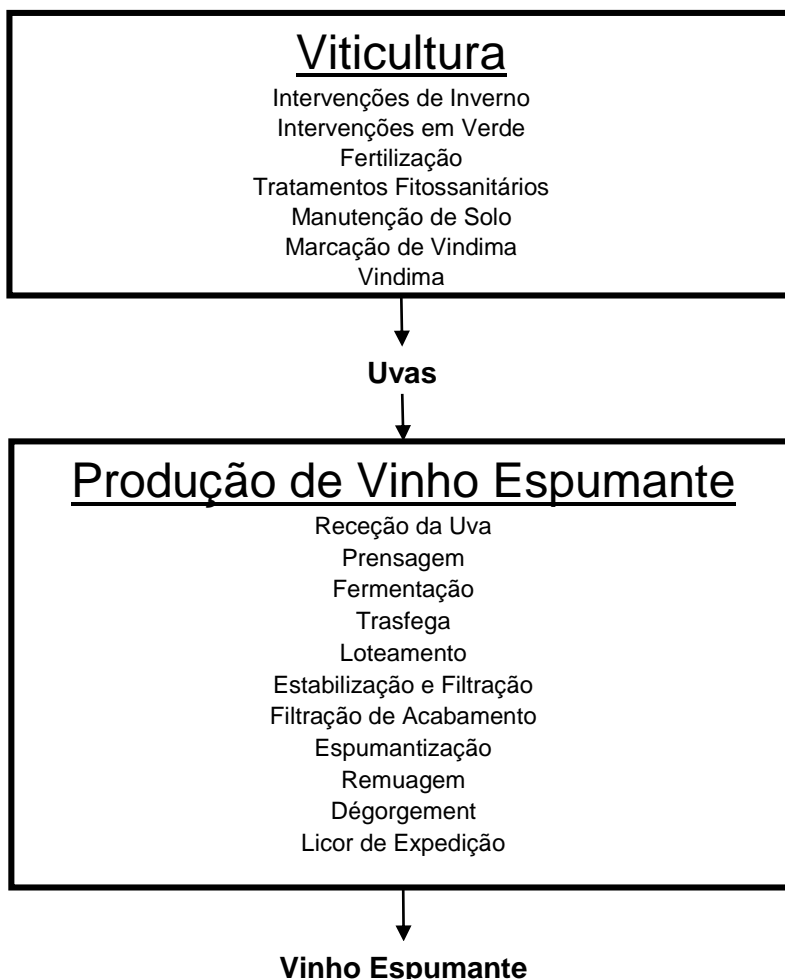


Figura 13 – Diagrama descritivo das etapas do sistema produtivo da empresa

3.2.1. Viticultura

A Viticultura é o processo que estuda a produção de uvas quer esta seja destinada para consumo, para produção de sumo, para produção de uva passa ou para produção de vinho. Esta etapa é fundamental para a produção de vinho ou de espumante, uma vez que o crescimento, maturação e a qualidade das uvas são fatores determinantes para a qualidade do próprio vinho produzido. Neste sentido, é fundamental o controlo das fases de desenvolvimento das videiras e das uvas, de forma a obter o produto desejado. Esse controlo do processo apenas é possível com um conhecimento abrangente em diversas áreas científicas como o estudo dos solos, a Botânica, a Bioquímica, a Meteorologia e a Hidráulica, entre outros (Sogrape, 2015).

As etapas que compõem a viticultura são as intervenções de Inverno, as intervenções em verde, a fertilização, os tratamentos fitossanitários, a manutenção do solo e a vindima, que podem não ocorrer nesta ordem cronológica, uma vez que algumas das etapas surgem mais do que uma vez durante o processo (Santos, 2010).

Intervenções de Inverno: Estas intervenções ocorrem normalmente após a vindima, entre novembro e março, como forma de preparação para a produção do ano seguinte. Envolve a fase de pré-poda e de poda, nas quais são encetadas atividades de limpeza e destroçamento, com o corte parcial das varas e ramos da videira, processos usualmente feitos de forma manual. Os resíduos produzidos podem ser queimados, ou usados nas camas de gado, na produção de estrume por compostagem em silos ou, como normalmente acontece no caso da Murganheira, na incorporação no solo da vinha (Santos, 2010; Murganheira, 2015). Nesta etapa, procede-se também à manutenção de estruturas, com a reparação de estruturas que sustentam as videiras, e à retanchar que constitui a replantação de videiras (Santos, 2010).

Intervenções em Verde: Esta etapa desenvolve-se entre abril e julho e corresponde às atividades realizadas na videira em processo vegetativo, permitindo promover um desenvolvimento da planta e amadurecimento dos cachos apropriado (Infovini, 2009). Engloba a fase da desponta, com o corte das extremidades da vegetação, a fase da desfolha, com o corte dos ramos jovens e folhas desnecessárias para permitir o amadurecimento dos cachos e a fase da monda de cachos, na qual se eliminam alguns cachos para melhorar a qualidade das uvas nos cachos sobrantes na videira (Infovini, 2009).



Figura 14 – Vinhas da região “Távora-Varosa” (WinesofPortugal, 2015)

Fertilização: Procede-se à adubação do solo, fornecendo ao solo, nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta, através da aplicação de fertilizantes sintéticos. No caso da vinha, os nutrientes de maior necessidade são azoto, fósforo e potássio. Pode ser adicionado igualmente composto natural em solos menos ricos em matéria orgânica (Santos, 2010).

Tratamentos Fitossanitários: São aplicados tratamentos fitossanitários para prevenir doenças provocadas por bactérias, vírus e fungos, e para combater pragas como insetos ou pássaros (Santos, 2010).

Manutenção do solo: Envolve atividades de descompactação de solo, tornando-o mais arejado e permeável à água e controlo de ervas infestantes que competem pela vinha pela água (Sogrape, 2015).

Marcação da Vindima: A vindima ocorre normalmente entre agosto e setembro, no entanto a data é definida consoante o grau alcoólico mínimo e o rendimento limite por hectare. Para o vinho espumante, a quantidade de açúcares deve ser elevada e a quantidade de ácidos, que irão exaltar os compostos aromáticos e facilitam a conservação, deve ser suficiente. Todas as semanas, é efetuada uma amostragem por colheita de bagos de uva em locais diferentes da região do Douro e Távora-Varosa e com diferentes exposições e tamanhos. Considera-se que, quando o mosto apresenta uma acidez total de 8g/L e um teor de açúcares de 190g/L, o índice de maturação é ótimo (Murganheira, 2015).

Vindima: Na vindima, as uvas devem ser protegidas o mais possível, colhidas à mão e colocadas em caixas pequenas, de 25 kg, para que estejam inteiras, diminuindo a possibilidade de ocorrer uma fermentação indesejada. Após a vindima, ocorre o transporte que deve também ser cuidado, uma vez que nesta etapa podem ocorrer esmagamentos de uvas que propiciam a fermentação (Infovini, 2009; Murganheira, 2015).

Deve ser referido que no caso da Murganheira, algumas das etapas possuem algumas particularidades. Nomeadamente a utilização de fertilizantes sintéticos é feita apenas em caso de necessidade, sendo para isso efetuadas análises aos solos. Por norma, excluindo os fertilizantes sintéticos, a adubação é complementada com compostos naturais e com adição de bagaço originário das uvas aplicado com cal viva, de dois em dois anos. Também acerca dos produtos fitossanitários, a empresa procura uma aplicação reduzida e com preferência por produtos menos nocivos para o ambiente.

3.2.2. Produção de Vinho Espumante

A produção de vinho espumante envolve um conjunto de etapas como receção da uva, a prensagem, a fermentação, loteamento e a filtração após as quais ocorre o engarrafamento. Com o vinho colocado em garrafas, procede-se a um estágio em caves, durante o qual ocorre uma segunda fermentação, a espumantização. Após a remuagem e o *dégorgement*, é adicionado um licor de expedição e com os procedimentos finais, como a colocação de rolhas e etiquetas e o encaixotamento, obtém-se o produto final.

Receção da Uva: No cais de receção, as uvas são examinadas, onde se avalia o estado físico, estado sanitário, estado de maturação e existência de elementos estranhos. Consoante a análise, cada carga é classificada quanto ao seu destino (Murganheira, 2015).

Prensagem: Após a etapa anterior, ocorre a prensagem, na qual as uvas são esmagadas e libertam o sumo, sendo normalmente utilizadas prensas com uma carga muito reduzida, de forma a permitir uma maior suavidade na extração e uma melhor separação do mosto. Pretende-se que a grainha, a película e o engaço se mantenham intactos, no entanto quando se aumenta o esmagamento, os mostos perdem acidez com aumento de pH, aumentando os elementos minerais, os compostos fenólicos e a cor, contribuindo com sabores indesejáveis ao vinho, reduzindo a qualidade do espumante final (Murganheira, 2015).

Esta etapa reveste-se de uma importância considerável, pois a quantidade de mosto que se obtém na prensagem influencia a sua própria qualidade, daí que o rendimento da prensagem deva ser baixo. São inicialmente utilizadas prensas pneumáticas, passando depois as massas por uma prensa contínua. Durante esta fase, é adicionado SO₂ para limitar oxidações e enzimas pectolíticas que permitem a decantação e uma boa clarificação (Murganheira, 2015).

O mosto extraído é fracionado em quatro partes, cuja percentagem depende da variedade e estado de maturação da uva. As quatro partes são designadas de mosto de lavagem, a 1^a fração ou “*cuveé*”, 2^a fração ou “*taille*” e a 3^a fração ou “*rebaiche*”. As três primeiras partes são utilizadas para produção de espumante e a quarta parte serve para venda ou prestação vínica (Murganheira, 2015).

Fermentação: Antes da fermentação, é recomendado proceder à clarificação na qual se retiram os sólidos em suspensão, através de métodos como a decantação estática pelo frio e a correção dos mostos, na qual se efetuam uma variedade de análises ao vinho. Ocorre a verificação da densidade, grau provável, acidez total, pH, SO₂ livre, SO₂ total e Azoto Facilmente Assimilável (NFA), procedendo-se às correções necessárias, normalmente a nível da acidez total com adição de ácido tartárico, de forma a proteger o vinho e permitir a fermentação correta (Murganheira, 2015).

Deve-se também proceder à inoculação com leveduras para se poder controlar a fermentação, evitando desvios não intencionais. Nesta primeira fermentação, as leveduras devem possuir características que promovam uma elevada velocidade de fermentação, baixa produção de acidez volátil, devendo ser resistentes ao sulfuroso e produzir glicerol (Murganheira, 2015).

No caso da fermentação alcoólica, esta ocorre em cubas de inox, a temperaturas de cerca de 16°C e permite a transformação dos açúcares do mosto em álcool. Neste processo, é necessário um controlo da temperatura e da densidade do mosto mais rigoroso, com medições três vezes por dia (Sogrape, 2015; Murganheira, 2015).

Nesta fase, é necessária a adição de nutrientes para alimentar as leveduras, cuja composição será determinada pelo valor de NFA. Ocorre ainda a adição de bentonite a um terço da fermentação alcoólica, que irá assegurar uma estabilização proteica e uma melhor clarificação, com a eliminação de partículas (Murganheira, 2015).

Trasfega: Após a fermentação, forma-se um depósito composto por leveduras, bactérias e outras substâncias que deve ser separado do vinho por um processo denominado trasfega. Esta separação permite conservar o sabor do vinho e evita que os microrganismos o deteriore (Murganheira, 2015).

Loteamento: O loteamento baseia-se em avaliações que permitem escolher e aferir as proporções de vinhos de diferentes proveniências. Este processo tem várias vantagens, entre elas destacam-se a

possibilidade de manter vários produtos idênticos ano após ano, homogeneizando a produção e aumentar a qualidade do vinho (Murganheira, 2015). Nesta fase, é igualmente possível reservar alguns vinhos com elevado potencial de evolução, conservando-os em borras finas, que poderão ser usados para manter um estilo próprio do produtor, e corrigir variações entre anos (Sogrape, 2015).

Estabilização e filtração: Na estabilização, o vinho é refrigerado até perto do ponto de congelação, momento em que se depositam precipitados de tipo tartárico e coloidal, sendo mais relevante a precipitação do bitartrato de potássio, porque este composto em abundância provoca libertação de gás excessiva, prejudicando as operações de remuagem e de *dégorgement*. De seguida, o vinho é filtrado com filtros de terras “*kieselghur*” para reter os microcristais de bitartrato ainda em suspensão e partículas de maiores dimensões (Murganheira, 2015).

Filtração de Acabamento: Proceder-se a uma outra filtração antes do engarrafamento utilizando um filtro de placas com porosidade apropriada ou, alternativamente, um filtro de membrana. Nesta filtração elimina-se a maior quantidade de impurezas que residem no vinho, nomeadamente microrganismos (Murganheira, 2015).

Espumantização: Tendo sido obtido o vinho base para o espumante, procede-se ao engarrafamento com um enchimento isobarmétrico (Infovini, 2009). Ao vinho base é adicionado um licor de tiragem que é composto por mosto, açúcar e leveduras e que irá permitir uma segunda fermentação do vinho que irá libertar dióxido de carbono, característico dos espumantes (Infovini, 2009). Esta segunda fermentação através do método tradicional ocorre dentro da garrafa e pode durar semanas ou meses, durante os quais, as garrafas são colocadas nas caves a uma temperatura de 13°C e grau de humidade de 100% (Murganheira, 2015).



Figura 15 - Caves de granito azul (CascatadoVarosa, 2014)

A fermentação é considerada finalizada quando a garrafa atinge os 6 a 7 bar de pressão. A cinética do processo é influenciada por vários fatores, como a quantidade de leveduras, que deve rondar os 1 e 2 milhões/ml. Estas leveduras devem ser diferentes das leveduras da primeira fermentação, possuindo capacidade de fermentar a baixas temperaturas, a pressões elevadas e teores alcoólicos superiores a 9,5%. Além disso, devem ter capacidade de floculação e aglomeração e não produzir aromas desagradáveis (Murganheira, 2015).

Nesta fermentação, o vinho deve estar desgaseificado, o teor alcoólico deve ser de 11 a 12% e o pH deve rondar os 3 e 3,3. O nível de SO₂ livre deve ser de 10mg/L e a temperatura pode variar entre 10 e 17°, sendo que nas caves, a mesma não varia significativamente dos 13°C (Murganheira, 2015).

Durante o tempo que as garrafas repousam nas caves, pode ser necessário a aplicação de um método denominado *batonnage*, que serve para agitar o vinho, movimentando os resíduos especialmente as leveduras mortas, ação que irá favorecer a sua autólise, ajudando a desenvolver uma maior variedade de aromas no vinho.

Embora a segunda fermentação possa ser considerada finalizada ao fim de alguns meses, na Murganheira, as garrafas repousam nas caves um período nunca inferior a quatro anos. O tempo de repouso pode determinar a denominação entre Reserva, Super Reserva, Velha Reserva, etc.

Remuagem: Uma vez que esta fermentação origina um depósito que se deposita no gargalo da garrafa, é necessário um processo de remuagem ou *remuage*, no qual as garrafas são colocadas em cavaletes ou pupitres, onde são rodadas progressivamente até uma posição vertical invertida, para que se retirem as borras e depósitos de fermentação acumulados. Trata-se de um processo que envolve a rotação das garrafas e que permite que as borras sejam depositadas junto ao gargalo da garrafa (Infovini, 2009). Este processo costumava ser manual, no entanto, recentemente pode também ser executado de forma mecânica para o qual são utilizadas giropaletes ou pupitres automáticas (Murganheira, 2015).

Dégorgement: Após a remuagem, procura-se retirar os resíduos de levedura presentes na cápsula da garrafa (Infovini, 2009). Para este processo, existem dois métodos, o "*Dégorgement á la glace*", após imersão do gargalo numa solução congelante, como o Monopropileno de Glicol, e o "*Dégorgement á la volée*", no qual sem congelamento, se provoca o cruzamento da bolha de ar entre o gargalo da garrafa e o corpo e se retira a cápsula. A segunda alternativa permite remover os resíduos com uma menor perda de vinho (Murganheira, 2015).

Licor de expedição: Uma vez que após o processo anterior, a garrafa perdeu algum volume de espumante, é necessário atestá-la com licor de expedição. Através das características deste licor nomeadamente a quantidade de açúcar, é possível produzir espumantes mais secos ou mais doces. Por uma questão de identificação com a região e a qualidade dos vinhos base produzidos, a Murganheira procura adicionar um licor de expedição básico que não provoque alterações significativas nas características do espumante. A denominação dos espumantes relativamente ao açúcar é a seguinte (Murganheira, 2015):

- Bruto Natural: <3 g/L
- Extra Bruto: 0-6 g/L
- Bruto: <12 g/L
- Extra Seco: 12-17 g/L
- Seco: 17-32 g/L
- Meio Seco: 32-50 g/L
- Doce: 50 g/L

Procedimentos Finais: Após esta série de processos as garrafas são rolhadas com rolhas de cortiça e um açame de arame, são rotuladas e encaixotadas (Murganheira, 2015).



Figura 16 - Produto final engarrafado e rolhado (CVR Távora-Varosa, 2015)

4. Avaliação da Ecoeficiência no Caso de Estudo

Com o objetivo de efetuar a Avaliação de Ecoeficiência do sistema produtivo da empresa, neste capítulo, apresentam-se os impactos associados à produção de vinho espumante obtidos através da Avaliação de Ciclo de Vida e uma análise ao valor económico do produto.

4.1. Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

4.1.1. Definição do Objetivo e Âmbito

Com o objetivo de efetuar a Avaliação do Ciclo de Vida, foi necessário identificar os impactos associados à produção de vinho espumante, englobando as várias fases do sistema e as suas contribuições. Para tal, foi escolhida a produção vitivinícola da empresa no ano de 2014.

Optou-se por efetuar um estudo através de uma perspetiva de “*cradle-to-gate*”, ou seja, um estudo que envolve não só as etapas diretamente sob alçada da empresa, denominadas etapas de *Foreground*, como também as restantes etapas de *Background*, que permitem a obtenção do produto final. Com o objetivo de analisar o sistema de produção da empresa, foram definidas quatro fases a estudar: a Viticultura, a Produção de Vinho, o Engarrafamento e Embalagem e a Distribuição do produto final até ao ponto de venda. Na Figura 17, apresenta-se o diagrama com as quatro fases consideradas e a definição das fronteiras do sistema, tendo em conta o âmbito do trabalho. São igualmente definidas o *Foreground* do sistema, no interior da linha laranja e o *Background* no exterior da linha.

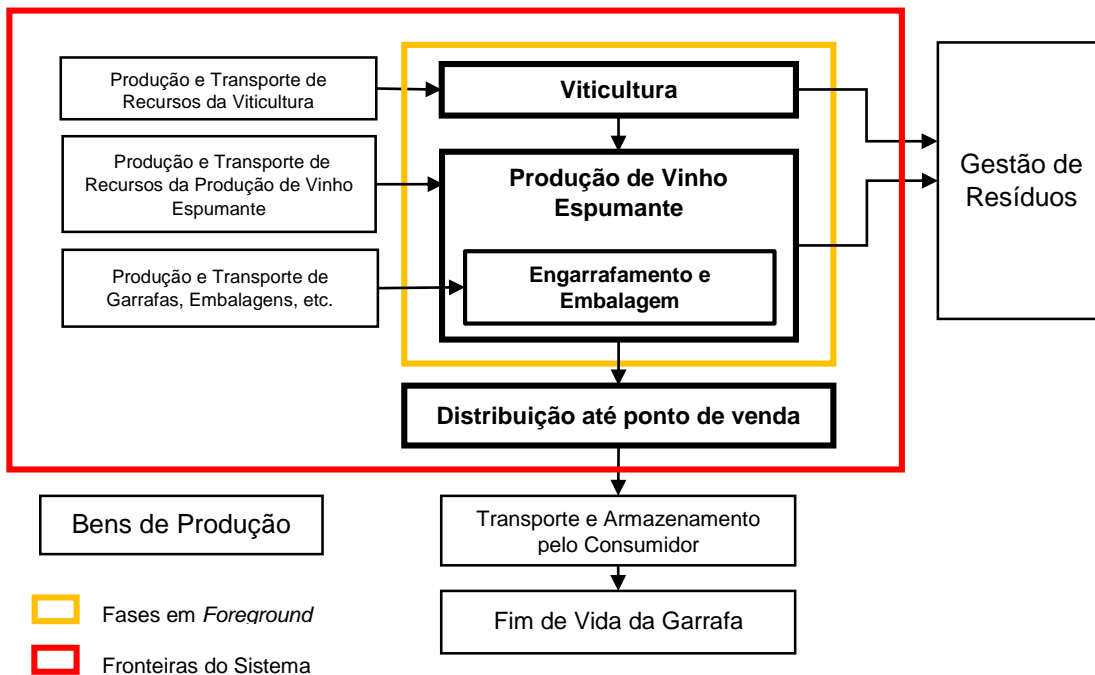


Figura 17 – Diagrama das fases e fronteiras do sistema

Excluídos do âmbito do estudo encontram-se as etapas após a Distribuição do produto, como a deslocação do consumidor ao local de venda, o transporte do produto pelo consumidor, o seu armazenamento e consumo, além das opções de fim de vida da garrafa. Também se excluem o transporte, gestão e tratamento de resíduos que saem do sistema, sendo considerados pouco significativos para os resultados do estudo. Igualmente excluídos foram os bens de produção, manutenção de infraestruturas, equipamentos, veículos ou outros processos relacionados com a gestão e administração da empresa.

De entre as fases estudadas, a Viticultura e a Produção de Vinho contêm etapas de *Foreground*, referentes ao conjunto das ações descritas no subcapítulo 3.2., e que envolvem consumos de energia e água, ocupação de terrenos, aplicação de produtos e as emissões decorrentes destas atividades.

Nestas fases, são igualmente identificadas etapas de *Background*, que envolvem a produção e transporte das diversas matérias-primas que dão entrada no sistema, como fertilizantes sintéticos, produtos fitossanitários, produtos enológicos e materiais de limpeza, aos quais se juntam também as fontes de energia necessárias, nomeadamente a produção de energia elétrica e a produção de combustíveis fósseis utilizados na maquinaria agrícola.

São igualmente considerados os transportes das uvas provenientes de locais de produção própria mais afastados do local de produção de vinho e de fornecedores exteriores à Murganheira, até esse mesmo local.

Para a fase de Engarrafamento e Embalagem foram consideradas apenas as etapas de *Background*, ou seja, a produção e transporte dos produtos que permitem engarrafar e embalar o próprio vinho, identificados como as garrafas, as embalagens de cartão, os rótulos, as rolhas de cortiça e os muselets. A fase é apresentada associada à Produção de Vinho, na Figura 17, porque é nesta fase que são aplicados os produtos de embalagem, sendo que o próprio engarrafamento acontece numa fase intermédia do processo de produção de espumante. Embora esta fase envolva ações no interior da empresa, refletidas em consumo de eletricidade e produção de resíduos, essa informação foi considerada irrelevante quando comparada com a respeitante à fase de Produção de Vinho.

Da mesma forma, para a fase de Distribuição do produto final até aos estabelecimentos de venda ao consumidor são igualmente consideradas as atividades de *Background*, nomeadamente o transporte dos produtos finais até ao local de venda.

Em termos de informação de *Background*, procurou-se obter todos os dados disponíveis sobre a produção dos diversos produtos, tendo sido contabilizados dados acerca da produção genérica de fertilizantes com teor de azoto, fósforo e potássio, que representam 70% da massa de produtos comerciais com função de adubação, em 2014. Relativamente aos produtos fitossanitários utilizados foi contabilizado um dos elementos, o cobre, que representa 8% em massa desses elementos. Relativamente à Produção de Vinho, foi estudada a produção de 91% dos produtos de limpeza e 67% dos produtos enológicos, neste caso representando pela produção de açúcar. Não foi contabilizada a produção de materiais filtrantes nem de lubrificantes.

Como apresentado, nalguns casos, a falta de dados sobre produção de alguns produtos é mais significativa, no entanto, esses casos coincidem com os produtos utilizados em menor quantidade. Considerando o total dos produtos utilizados acima referidos e as percentagens sobre os quais se possui informação, obtém-se um total de 70% de informação sobre a produção dos produtos utilizados, dividida equitativamente entre ambas as fases.

Relativamente ao transporte dos diversos materiais foi calculada a distância ao produtor ou ao fornecedor, cerca de 36% e 64% em massa de produtos, respetivamente.

Foi escolhida uma Unidade Funcional (U.F.) de 0,75 litros de vinho espumante produzido por ser o volume mais representativo das garrafas vendidas pela empresa e por ser uma unidade correntemente utilizada em estudos de Avaliação de Ciclo de Vida, permitindo uma maior facilidade de comparação de resultados. É igualmente o volume aproximado de espumante normalmente produzido por 1 kg de uvas.

Além de vinho espumante, a empresa produz vinho tranquilo embora numa quantidade significativamente inferior. Não foi feita uma distinção entre vinho tranquilo e vinho espumante, tal como não foram feitas distinções acerca dos diversos espumantes produzidos ou castas de uvas. Para estudo do processo produtivo foi sempre considerada a produção de espumante uma vez que esta, além de ser claramente a mais significativa, com uma parcela de 98% da produção, possui grande parte dos pontos necessários para a produção de vinho tranquilo.

Em termos temporais, o estudo centrou-se na produção de um ano completo, tendo em conta que a produção de espumante possui algumas particularidades diferentes duma produção de vinho tranquilo, uma vez que entre a fase de Viticultura e produção de vinho base, e a fase final de finalização do produto (*dégorgement*, rolhagem e embalagem) existe um período de armazenamento que supera vários anos. Com esta condição, durante um ano de trabalho, a Murganheira produz uvas e posteriormente vinho base dessas mesmas uvas, e paralelamente produz e vende um produto final que provém de colheitas de anos anteriores (4 ou mais anos).

Assim, neste estudo de Avaliação de Ecoeficiência, é relevante perceber que se irá efetuar um estudo de todas as atividades de um ano abarcando um ciclo anual completo de Viticultura e de produção de vinho base, com produção de mosto e na posterior fase de conservação em cubas durante 3 a 6 meses. Além desse ciclo, serão considerados todos os procedimentos finais de acabamento final de vinhos espumantes, após estágio em caves, que sejam reencaminhados para venda.

A quantidade de espumante finalizado e vendido corresponde a um valor diferente da produção de vinho anual. O primeiro é influenciado pela capacidade de processamento do setor final da produção e pela capacidade de venda de produto final e o segundo é influenciado pela quantidade de uva produzida em cada ano. Neste trabalho, para tratamento de dados, considerou-se a quantidade de vinho produzido reportada ao ano de 2014, e não o volume de vinho comercializado.

Na Figura 18, apresenta-se uma representação aproximada das diversas etapas do processo ao longo do ano.

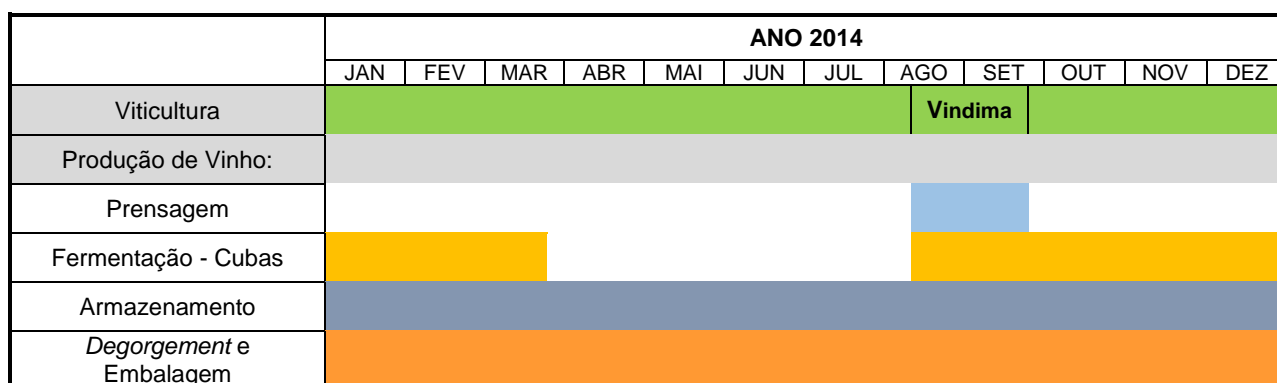


Figura 18 – Representação das atividades anuais da empresa

4.1.2. Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Esta fase é descrita de forma genérica no subcapítulo 2.3.1. Neste caso, pretende-se agregar a informação relativa aos recursos e produtos utilizados e as emissões, resíduos ou efluentes gerados, para as etapas em *Foreground* das fases de Viticultura e de Produção de Vinho. Adicionalmente, recolhem-se e apresentam-se os dados que permitem efetuar a Avaliação de Ciclo de Vida para as etapas em *Background* das fases de Viticultura e de Produção de Vinho e para todas as etapas das restantes fases.

Como anteriormente referido, na Viticultura e na Produção de Vinho, a empresa procura produzir uvas e vinho espumante, respetivamente. Para tal, a empresa dispõe de cerca de 30,36 hectares de vinha própria na qual produziu em 2014, cerca de 7,7% das uvas que utilizou na fase de Produção de Vinho. As restantes uvas utilizadas foram adquiridas a produtores externos de uvas, sobre os quais a empresa possui um elevado grau de confiança e acompanhamento. No sentido de efetuar a análise do inventário correspondente à fase de Viticultura, utilizaram-se os dados acerca de materiais e energia referentes à produção própria, assumindo-se uma representatividade relativa às produções externas de uvas. As quantidades de uvas e vinho produzidos em 2014 podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidades de uvas e vinho produzidos em 2014

Uvas	kg	%
Produção própria	78496	7,7%
Fornecedores externos	941225	92,3%
Total	1019721	100,0%
Vinho Espumante	L	%
Produção a partir de uvas de produção própria	58984	7,7%
Produção a partir de uvas de fornecedores externos	707046	92,3%
Total	766030	100,0%

Nesta etapa de ICV, foram utilizados dados fornecidos pela empresa, nomeadamente valores de consumos de água, de eletricidade e descrição e quantidades dos vários produtos utilizados no sistema. A informação recolhida pela empresa baseou-se em documentação apresentada e na partilha de conhecimento pelas pessoas responsáveis.

De forma a complementar essa informação, foi consultada bibliografia, no sentido de conhecer os compostos constituintes dos produtos comerciais utilizados, de calcular emissões provenientes da utilização de produtos ou de processos do sistema e para conhecer informação de *Background* acerca das produções dos diversos materiais e do transporte dos mesmos até à Murganheira.

4.1.2.1. ICV - Fase de Viticultura

Esta fase decorre durante todo o ano com diversas atividades em curso na vinha, desde intervenções de inverno, intervenções em verde, aplicação de fertilizantes e aplicação de produtos fitossanitários, culminando na vindima, na qual se procede à recolha das uvas.

Associadas a estas ações estão uma série de produtos e materiais que são aplicados e utilizados, combustível consumido e terrenos ocupados, e um conjunto de emissões e resíduos produzidos como descrito na Figura 19.

Referentes a entradas no sistema identificam-se a utilização de água proveniente de captações no terreno, tanto na fase de Viticultura como na fase de Produção de Vinho, *diesel* utilizado na maquinaria e a aplicação de fertilizantes sintéticos e produtos fitossanitários. Os fertilizantes utilizados neste ano reportam-se a uma fertilização foliar ou em aplicação de novas vinhas, sendo que a cada 4 anos e mediante análise de solos é aplicado adubo em toda área de vinha no sentido de se proceder a uma adubação de maior profundidade, consoante a necessidade dos solos. O ano de 2014 foi descrito como um ano de grande aplicação de fertilizantes sintéticos.

São igualmente identificadas aplicações de produtos fitossanitários no sentido de controlo de insetos, bactérias, fungos e ervas daninhas, entre outros.

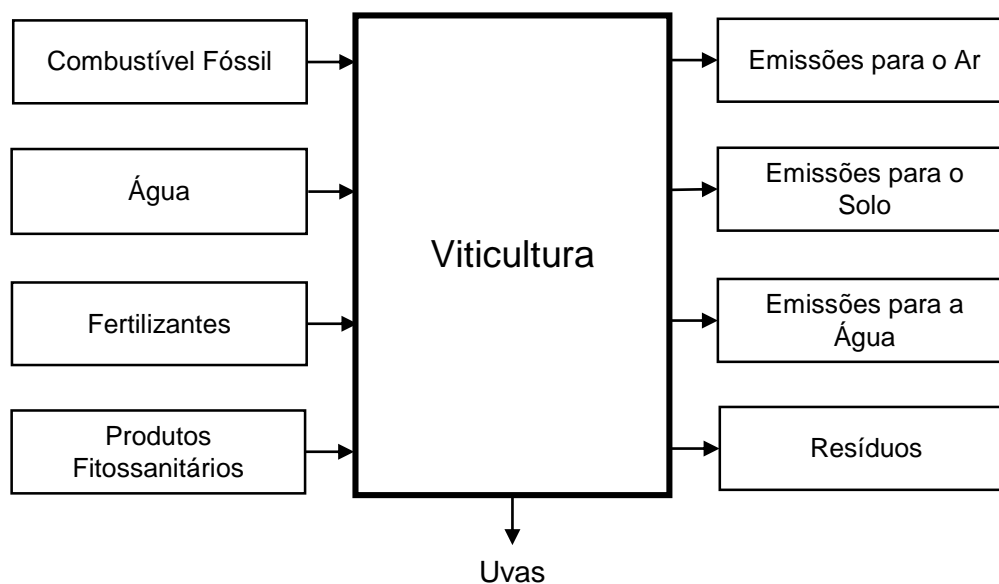


Figura 19 - Diagrama de entradas de recursos e emissões do sistema na fase de Viticultura

De forma a serem estimadas as emissões provenientes da aplicação dos diversos produtos fertilizantes sintéticos e produtos fitossanitários, e ainda os valores de emissão da combustão de *diesel*, foram utilizadas várias fontes bibliográficas.

No caso dos fertilizantes sintéticos considerados, com teores em azoto (NH_4NO_3), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), foram calculadas as emissões dos fertilizantes com teor de azoto e dos fertilizantes com teor de fósforo. As emissões correspondentes à aplicação de fertilizante com teor de potássio não foram consideradas, uma vez que dos três teores de fertilizantes é o menos significativo (com uma percentagem de massa de 4,8%) e não foram identificados métodos satisfatórios na bibliografia, para o cálculo das suas emissões.

Para o cálculo das emissões de fertilizantes com teor de azoto (NH_4NO_3), foram consideradas as emissões diretas e indiretas de N_2O , e de NH_3 e NO para o ar e ainda as emissões de NO_3 para a água.

Para o cálculo das emissões de N_2O foi utilizada o método descrito pelo IPCC (2006), que no caso das emissões diretas, estabelece como 1% do azoto total aplicado no solo. Igualmente através da utilização do mesmo método, as emissões indiretas são consideradas como resultantes da volatilização de azoto, exclusivamente sob a forma de NH_3 , e da lixiviação/escoamento superficial de NO_3 . Para o cálculo da volatilização de NH_3 é considerado um peso de 10% de azoto aplicado no solo e para o cálculo da lixiviação de NO_3 cerca de 30% do superávit de azoto, (ou seja a diferença entre o azoto adicionado e o azoto removido). Respetivamente, o peso de NH_3 e de NO_3 nas emissões indiretas de N_2O é de 1% e 0,75% (IPCC, 2006).

Para o cálculo do superávit de azoto foram incluídas as emissões de N_2 que correspondem a 9% da aplicação de azoto total (Bentrup, et al., 2000). Para o cálculo da emissão de NO foi usado o método descrito por Nemecek, T.; Kagi, T. (2007), que define um fator de 0,21 sobre o total de N_2O emitido.

Relativamente ao Fósforo, sob a forma de P_2O_5 , foi utilizado uma taxa de 2,9% para emissão para a água (Dalgaard, et al., 2006).

Relativamente aos produtos fitossanitários, foram consideradas as emissões decorrentes da utilização dos mesmos para os diversos compartimentos ambientais, nomeadamente o ar, a água e o solo. Para uma correta estimativa das emissões para todos os compartimentos seria necessário conhecer um grande número de fatores acerca da aplicação dos produtos, como a forma como foram aplicados, características atmosféricas e meteorológicas do momento de aplicação e características do solo no qual foram aplicados (EMEP/EEA, 2013). Como não foi possível conhecer todas essas características, foram utilizados fatores de emissão de acordo com trabalhos de Margni et al, (2002), e Fusi et al. (2014). Como tal, foram consideradas as emissões das substâncias ativas dos produtos com valores de 75% para o solo, 10% para a água por escoamento e 10% emitidos para o ar. Os restantes 5 % correspondem à retenção das substâncias nas plantas que não são relevantes para o estudo efetuado.

Ainda no âmbito da Viticultura, foram consideradas as emissões provocadas pela utilização de maquinaria agrícola, nomeadamente relativas à combustão de *diesel*. Por forma a obter os valores relativos a esta emissão foi utilizada a metodologia de EMEP/EEA (2013a), para maquinaria agrícola (*off-road*). Para tal foi considerada a abordagem *Tier 2*, considerando o veículo como pertencente à *stage III* (EMEP/EEA, 2013a).

Resíduos do tipo urbano, como embalagens de plástico ou cartão, não foram contabilizados, porque foram considerados irrelevantes face à quantidade produzida na fase de Produção de Vinho. Os resíduos verdes não foram contabilizados igualmente por serem deixados no solo do local da vinha.

Na Tabela 3, procede-se à inventariação dos recursos e materiais utilizados, que dão entrada no sistema e são igualmente apresentados na Tabela 4, os dados referentes a emissões e resíduos gerados pelo sistema nesta fase.

Como referido no subcapítulo 4.1.1, os dados de inventário são reportados à unidade funcional de 0,75 litros de vinho espumante produzido. Como tal, todos os valores de quantidades de produtos apresentados nas tabelas seguem essa premissa. A essa informação está associada o nome dos produtos, o tipo e unidade em que os valores se encontram. No caso da Tabela 4, são ainda definidos os compartimentos ambientais para os quais são emitidos os produtos gerados.

Tabela 3 - Inventário de entradas de produtos ou recursos na fase de Viticultura

Tipo de Produto	Nome do Produto	Quantidade	Unidade/UF
Recursos	Água ¹	1,86E-03	m ³
	Terrenos Ocupados	3,86E+00	m ²
Combustível	Diesel	8,50E-03	kg
Fertilizantes	Fertilizante (NH ₄ NO ₃)	3,84E-01	kg
	Fertilizante (P ₂ O ₅)	3,21E-02	kg
	Fertilizante (K ₂ O)	2,09E-02	kg
Produtos Fitossanitários	Flufenoxurão ²	7,63E-05	kg
	Cobre ³	6,71E-04	kg
	Cimoxanil ³	6,71E-05	kg
	Folpete ³	7,16E-04	kg
	Metalaxil ³	1,42E-04	kg
	Penconazol ³	3,69E-05	kg
	Clorpirifós ⁴	3,18E-06	kg
	Dimetomorfe ³	2,76E-05	kg
	Flazassulfurão ⁵	3,18E-06	kg
	Piraclostrobina ³	4,45E-06	kg
	Metirame ³	4,90E-05	kg
	Meptildinocape ³	5,34E-05	kg
	Miclobutanil ³	1,66E-05	kg
	Quinoxifena ³	1,66E-05	kg
	Diflufenicão ⁵	6,61E-04	kg
	Glifosato ⁵	6,08E-03	kg
	Diisopropilnaftaleno sulfonato de sódio ³	5,04E-05	kg
Ciclohexanona	1,91E-06	kg	

Tabela 4 - Inventário de produtos gerados e emissões da fase de Viticultura

Tipo de Produto	Compartimento	Nome do Produto	Quantidade	Unidade/UF
Produto		Uvas	9,98E-01	kg
Fertilizantes	Ar	N ₂ O ⁶	7,72E-03	kg
	Ar	NH ₃ ⁶	4,66E-02	kg
	Ar	NO ⁷	2,21E-03	kg
	Água	NO ₃ ⁶	4,08E-01	kg
	Água	P ₂ O ₅ ⁸	9,32E-04	kg
Produtos Fitossanitários	Ar	Flufenoxurão ⁹	7,63E-06	kg
	Ar	Cobre ⁹	6,71E-05	kg
	Ar	Cimoxanil ⁹	6,71E-06	kg
	Ar	Folpete ⁹	7,16E-05	kg
	Ar	Metalaxil ⁹	1,42E-05	kg
	Ar	Penconazol ⁹	3,69E-06	kg
	Ar	Clorpirifós ⁹	3,18E-07	kg
	Ar	Dimetomorfe ⁹	2,76E-06	kg
	Ar	Flazassulfurão ⁹	3,18E-07	kg
	Ar	Piraclostrobina ⁹	4,45E-07	kg
	Ar	Metirame ⁹	4,90E-06	kg
	Ar	Meptildinocape ⁹	5,34E-06	kg

¹ Água extraída de captações no terreno da empresa.

² Acaricida-inseticida

³ Fungicida

⁴ Inseticida

⁵ Herbicida

⁶ Valores estimados por base da metodologia de IPCC (2006).

⁷ Valores estimados por base da metodologia de Nemecek T., Kagi T. (2007).

⁸ Valores estimados por base da metodologia de Dalgaard et al. (2006).

⁹ Emissões estimadas tal como descrito por Margni et al. (2002) e Fusi et al. (2014).

	Ar	Miclobutanil ⁹	1,66E-06	kg
	Ar	Quinoxifena ⁹	1,66E-06	kg
	Ar	Diflufenicão ⁹	6,61E-05	kg
	Ar	Glifosato ⁹	6,08E-04	kg
	Ar	Diisopropilnaftaleno sulfonato de sódio ⁹	5,04E-06	kg
	Ar	Ciclohexanona ⁹	1,91E-07	kg
	Água	Flufenoxurão ⁹	7,63E-06	kg
	Água	Cobre ⁹	6,71E-05	kg
	Água	Cimoxanil ⁹	6,71E-06	kg
	Água	Folpete ⁹	7,16E-05	kg
	Água	Metalaxil ⁹	1,42E-05	kg
	Água	Penconazol ⁹	3,69E-06	kg
	Água	Clorpirifós ⁹	3,18E-07	kg
	Água	Dimetomorfe ⁹	2,76E-06	kg
	Água	Flazassulfurão ⁹	3,18E-07	kg
	Água	Piraclostrobina ⁹	4,45E-07	kg
	Água	Metirame ⁹	4,90E-06	kg
	Água	Meptildinocape ⁹	5,34E-06	kg
	Água	Miclobutanil ⁹	1,66E-06	kg
	Água	Quinoxifena ⁹	1,66E-06	kg
	Água	Diflufenicão ⁹	6,61E-05	kg
	Água	Glifosato ⁹	6,08E-04	kg
	Água	Diisopropilnaftaleno sulfonato de sódio ⁹	5,04E-06	kg
	Água	Ciclohexanona ⁹	1,91E-07	kg
	Solo	Flufenoxurão ⁹	5,72E-05	kg
	Solo	Cobre ⁹	5,04E-04	kg
	Solo	Cimoxanil ⁹	5,04E-05	kg
	Solo	Folpete ⁹	5,37E-04	kg
	Solo	Metalaxil ⁹	1,07E-04	kg
	Solo	Penconazol ⁹	2,77E-05	kg
	Solo	Clorpirifós ⁹	2,38E-06	kg
	Solo	Dimetomorfe ⁹	2,07E-05	kg
	Solo	Flazassulfurão ⁹	2,38E-06	kg
	Solo	Piraclostrobina ⁹	3,34E-06	kg
	Solo	Metirame ⁹	3,67E-05	kg
	Solo	Meptildinocape ⁹	4,01E-05	kg
	Solo	Miclobutanil ⁹	1,24E-05	kg
	Solo	Quinoxifena ⁹	1,24E-05	kg
	Solo	Diflufenicão ⁹	4,96E-04	kg
	Solo	Glifosato ⁹	4,56E-03	kg
	Solo	Diisopropilnaftaleno sulfonato de sódio ⁹	3,78E-05	kg
	Solo	Ciclohexanona ⁹	1,43E-06	kg
Combustão Diesel	Ar	CH ₄ ¹⁰	1,10E-07	kg
	Ar	CO ¹⁰	5,07E-05	kg
	Ar	CO ₂ ¹⁰	2,68E-02	kg
	Ar	N ₂ O ¹⁰	1,18E-06	kg
	Ar	NH ₃ ¹⁰	6,80E-08	kg
	Ar	NMVOC ¹⁰	6,68E-06	kg
	Ar	NO _x ¹⁰	1,15E-04	kg
	Ar	PM ₁₀ ¹⁰	4,94E-06	kg
	Ar	PM _{2,5} ¹⁰	4,94E-06	kg
	Ar	TSP ¹⁰	4,94E-06	kg

¹⁰ Valor estimado de acordo com EMEP/EEA (2013a).

4.1.2.2. ICV - Fase de Produção de Vinho Espumante

Esta fase segue-se à fase de Viticultura, utilizando as uvas produzidas para as transformar em vinho. Para tal sucedem-se uma série de etapas descritas no subcapítulo 3.2.2, e que envolvem a utilização de um conjunto de produtos enológicos, produtos de limpeza, materiais filtrantes e lubrificantes.

É considerada a utilização de eletricidade e água para todas as etapas de Produção de Vinho, sendo que os consumos de ambos os recursos registados nesta fase são alargados aos consumos gerais da empresa nomeadamente dos diversos setores da empresa, dos serviços administrativos, das captações de água, atividades relativas à fase de Engarrafamento e Embalagem e da ETAR.

Entre os produtos enológicos identificam-se vários tipos de materiais como o fosfato de diamónio e o ácido tartárico, aos quais se juntam outros elementos como nutrientes, leveduras e enzimas selecionadas pela empresa para obter os produtos de qualidade desejada. São igualmente identificados diversos produtos de limpeza para higienização de componentes das instalações, como as cubas, além de placas e terras filtrantes e produtos lubrificantes.

Apresenta-se na Figura 20, o diagrama genérico dos recursos que dão entrada no sistema e as emissões associadas a esta fase de Produção de Vinho.

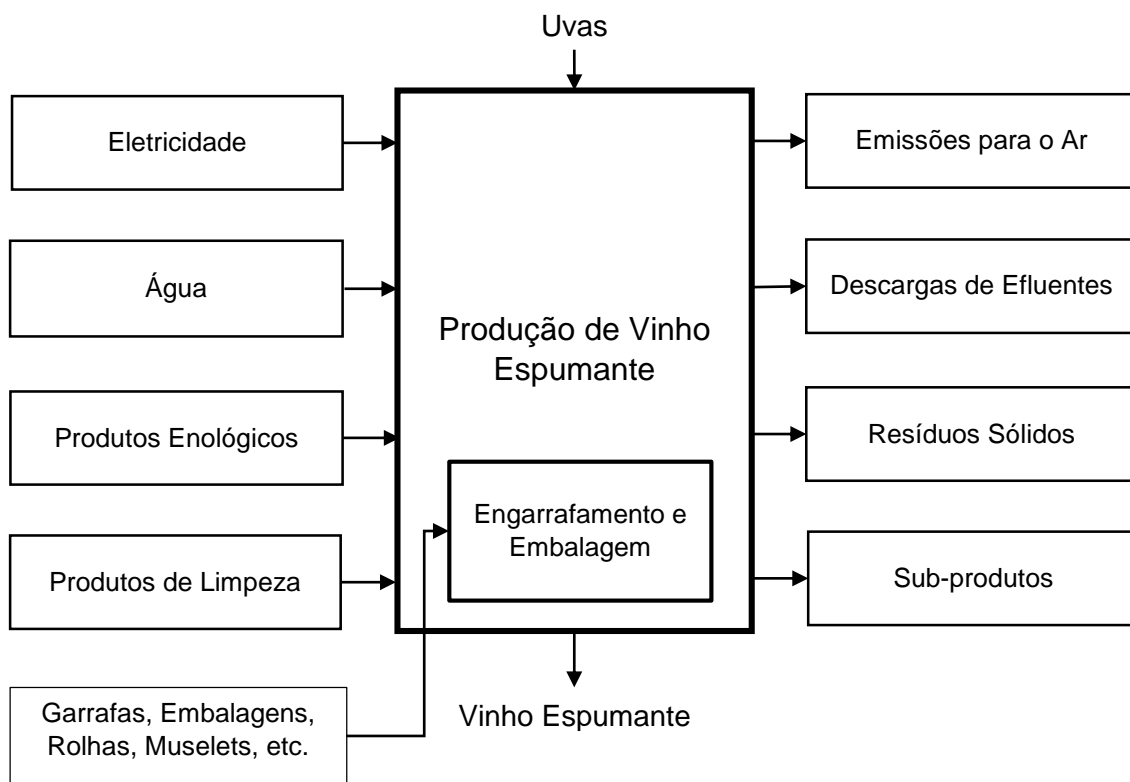


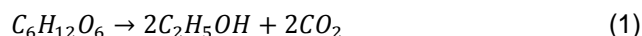
Figura 20 - Diagrama de entradas de recursos e emissões do sistema na fase de Produção de Vinho

Como referido, para a elaboração do inventário desta fase, é incluída informação acerca dos diversos produtos utilizados, juntamente com os valores das emissões associadas à produção de vinho, como as

emissões gasosas associadas à fermentação e as emissões de efluente de descarga. Nesta fase, foram considerados diversos elementos em saída do sistema, das quais se destaca o vinho espumante como o produto pretendido. A estes juntam-se as descargas de efluente após tratamento em ETAR da empresa, os resíduos sólidos como embalagens de papel e cartão, de metal e plástico e vidro.

Deve ser referido que os valores de descargas de efluentes e de resíduos sólidos são apenas indicadores desses produtos que são retirados do sistema. No entanto, os tratamentos de resíduos após a saída do sistema produtivo da empresa não se encontram no âmbito deste trabalho, tal como referido no subcapítulo 4.1 e definido na Figura 17. Relativamente aos valores das análises do efluente após tratamento na ETAR, estes servem como indicador da composição das descargas de efluentes da produção da empresa, não sendo analisado o funcionamento da ETAR.

Além desses, são consideradas as emissões gasosas provenientes do processo de fermentação, cujas emissões englobam mais precisamente COVNM e CO₂. Para o cálculo de emissões de COVNM, dos quais se destaca o etanol, foi utilizada a metodologia de EMEP/EEA (2013b). Para esta metodologia, não existindo dados para vinho espumante, optou-se por utilizar os dados referentes a vinho branco e vinho tinto com um peso de 50% cada, uma vez que esse é o rácio entre uvas brancas e tintas utilizadas pela Murganheira. Também foram calculadas as emissões de CO₂, embora possam ser consideradas pouco significativas e compensadas pela retenção de CO₂ pelas vinhas, na fase de Viticultura. Para tal, utilizou-se a fórmula química da fermentação de etanol (1), identificando, através do teor em álcool de espumante, a quantidade de CO₂ emitida pela produção de uma garrafa de 0,75L. Para tal utilizou-se um grau de 13% de álcool e a fórmula química:



Na Tabela 5, são apresentados os valores dos diversos elementos do inventário utilizados na fase de Produção de Vinho e descreve os elementos de saída, como emissões e resíduos, do sistema nesta fase.

Tabela 5 - Inventário entradas de produtos ou recursos da fase de Produção de Vinho

Tipo de Produto	Nome do Produto	Quantidade	Unidade/UF
Recursos	Água ¹	7,34E-04	m ³
	Terrenos Ocupados	1,13E-03	m ²
	Uvas	9,98E-01	kg
Energia	Eletricidade ²	2,71E-01	kWh
Produtos Enológicos	Ácido Tartárico	2,45E-05	kg
	Fosfato de Diamónio	1,84E-03	kg
	Parafina	2,88E-04	kg
	Isocianato de Alilo	5,87E-06	kg
	Monopropilenoglicol	1,29E-03	kg
	Ácido Ascórbico	1,94E-05	kg
	Bentonite/Montemorilonita	1,27E-05	kg
	Polivinilpirrolidona Reticulada (PVPP)	5,87E-06	kg
	Polygreen ³	1,96E-04	kg

¹ Água extraída de captações no terreno da empresa.

² Valor referente à eletricidade consumida com subtração da eletricidade gerada por painéis solares e posteriormente vendida.

³ Produto comercial com utilização na fase de clarificação (contendo Bentonite e PVPP).

	Adjuvante Plus ¹	4,99E-04	kg
	Goma Arábica	1,17E-05	kg
	Enzimas	3,81E-06	kg
	Leveduras	1,40E-04	kg
	Nutrientes	7,34E-05	kg
	Nutrientes (Levedura Inativa)	9,79E-05	kg
	Taninos	2,21E-04	kg
	Açúcar	9,79E-03	kg
Produtos de Limpeza	Hidróxido de Sódio	5,61E-03	kg
	Hipoclorito de Sódio	3,27E-04	kg
	2-Butoxietanol	8,02E-06	kg
	Metasilicato de Disódio	2,47E-06	kg
	Peróxido de Hidrogénio	1,75E-04	kg
	Ácido Peracético	4,10E-05	kg
	Hidróxido de Potássio	2,23E-06	kg
	Ácido Nítrico	2,26E-05	kg
	Ácido Fosfórico	7,52E-06	kg
	Alcool (Éter com Polietileno Glicol)	1,47E-05	kg
Ácido Cítrico Monohidratado	1,66E-04	kg	
Materiais Filtrantes	Placas Filtrantes	2,15E-04	kg
	Terras Filtrantes	1,31E-03	kg
Produtos Lubrificantes	Lubrificantes	3,07E-04	kg

Tabela 6 - Inventário de produtos gerados e emissões da fase de Produção de Vinho

Tipo de Produto	Compartimento	Nome do Produto	Quantidade	Unidade/UF
Produto		Vinho Espumante	7,50E-01	L
Descargas Efluentes	Água	Azoto Total ²	1,08E-05	kg
	Água	Fósforo Total ²	6,20E-06	kg
	Água	Sólidos Suspensos Totais ²	1,09E-05	kg
	Água	CQO ²	3,45E-05	kg
	Água	CBO ²	1,84E-06	kg
Emissões Fermentação	Ar	COVNM ³	4,31E-04	kg
	Ar	CO ₂ ⁴	7,35E-02	kg
Sub-produtos ⁵		Bagaço ⁶	2,48E-01	kg
Resíduos		Resíduos de Embalagens ⁷	1,61E-02	kg

¹ Produto comercial que facilita o processo de remuagem.

² Valores de descargas, após tratamento de ETAR, fornecidos pela Murganheira.

³ Valores estimados por base de metodologia de EMEP/EEA (2013a).

⁴ Valores estimados através da fórmula química da fermentação de etanol.

⁵ Além do bagaço, são produzidas borras mas foram consideradas pouco relevantes por representarem menos de 3% da produção de vinho.

⁶ O bagaço pode ser utilizado para adubação dos terrenos.

⁷ Resíduos de embalagens de papel, cartão, plástico, metal e vidro. Resíduos principalmente provenientes das embalagens que transportam os materiais utilizados pela empresa.

4.1.2.3. ICV - Fase de Engarrafamento e Embalagem

Conforme já antes referido, optou-se por criar uma separação entre a fase de Engarrafamento e Embalagem e a fase de Produção de Vinho, de forma a estimar, separadamente, o impacte causado pela produção e transporte dos diversos produtos utilizados na embalagem e finalização do produto.

Considerou-se que as ações diretas da empresa associadas a esta fase de produção serão responsáveis por uma parte pouco significativa do consumo de energia elétrica e pela produção de resíduos. Assim, o gasto de energia e a produção de resíduos para a fase de Engarrafamento e Embalagem encontram-se incluídos nos dados de inventário apresentados para a fase de Produção de Vinho.

De forma a inventariar os recursos necessários para engarrafar e embalar o vinho produzido, foram identificadas os pesos dos diversos produtos reportados à unidade funcional de 0,75 litros, às quais foi adicionada uma taxa de perda de 7% para todos. A informação de inventário desta fase é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Inventário de produtos utilizados para a fase de Engarrafamento e Embalagem

Produto	Massa Ponderada (kg)/UF ¹
Garrafa	9,42E-01
Rolha	9,63E-03
Papel	1,07E-03
Muselet	5,35E-03
Embalagem de Cartão	9,06E-02

4.1.2.4. ICV - Transporte de Uvas e dos Produtos Utilizados

A informação contida neste subcapítulo tem como objetivo estudar o transporte de uvas e de produtos utilizados até ao sistema produtivo, servindo de complemento às 3 fases anteriores já descritas.

No sentido de fazer uma avaliação num contexto de “*cradle-to-gate*”, é necessário inventariar a informação relativa ao transporte dos materiais e produtos desde os produtores ou fornecedores até à empresa. Como descrito no subcapítulo 4.1, não foi possível identificar o transporte desde o produtor para alguns dos produtos devido ao desconhecimento de toda a informação, como distâncias, meios de transporte, quantidades transportadas.

Na Tabela 8 apresentam-se os dados referentes ao transporte de uvas, na Tabela 9 descrevem-se os dados acerca do transporte dos diversos produtos utilizados nas fases de *Foreground* da empresa e na Tabela 10 é apresentada a informação sobre o transporte dos produtos que a par do vinho compõem o produto final vendido.

Para obtenção dos dados referentes ao transporte dos diversos produtos, foram calculadas as quantidades totais de produtos provenientes de cada produtor ou fornecedor, pesquisadas as distâncias desde a localidade das empresas fornecedoras até à Murganheira e aferidos os meios de transporte utilizados.

¹ Massa dos produtos é estimada à qual se acresce uma taxa de perda de 7% para todos os produtos. Essa taxa foi estimada pela empresa.

Tabela 8 - Transporte de uvas

Transporte	Meio de Transporte	Quant (tkm)/UF
Transporte de uvas de fornecedores externos ¹	Carrinha de Transporte ²	1,50E-02
Transporte de uvas interno - doutro local ³	Carrinha de Transporte ²	1,70E-02

Tabela 9 - Transporte de produtos utilizados pela empresa nas fases de Viticultura e Produção de Vinho

Produto	Quant (ton)/UF	Localidade	Distância (km)	Meio de Transporte	Quant (tkm)/UF
Fertilizantes	1,66E-03	Armamar	16,5	Camião ⁴	2,74E-02
Prod. Fitossanitários	3,27E-05	Armamar	18,5	Camião ⁴	6,05E-04
Produtos Enológicos	2,22E-06	Peso da Régua	25,4	Camião ⁴	5,65E-05
	1,93E-06	Canelas (Vila Nova de Gaia)	150	Camião ⁴	2,90E-04
	4,99E-07	Vila Nova de Gaia	145	Camião ⁴	7,24E-05
	1,21E-07	Alcázar de San Juan (Espanha)	575	Camião ⁴	6,98E-05
	9,79E-06	Peso da Régua	25,4	Camião ⁴	2,49E-04
Produtos de Limpeza	9,45E-06	Penajoia (Lamego)	22,8	Camião ⁴	2,15E-04
	9,45E-06	Peso da Régua	25,4	Camião ⁴	2,40E-04
	1,66E-07	Peso da Régua	25,4	Camião ⁴	4,23E-06
Materiais Filtrantes	1,52E-06	Vila Nova de Gaia	145	Camião ⁴	2,21E-04
Lubrificantes	3,07E-07	Aveiro	143	Camião ⁴	4,39E-05

Tabela 10 - Transporte de produtos utilizados pela empresa na fase de Engarrafamento e Embalagem

Produto	Quant (ton)/UF	Localidade	Distância (km)	Meio de Transporte	Quant (tkm)/UF
Garrafas	8,75E-04	Figueira da Foz	192	Camião ⁴	1,68E-01
	6,21E-05	Sant Feliu de Guíxols, Espanha	1105	Camião ⁴	6,86E-02
	4,77E-06	Feuquières, França	1656	Camião ⁴	7,91E-03
Rolhas	9,63E-06	Santa Maria de Lamas	154	Camião ⁴	1,48E-03
Muselets	5,35E-06	Sant Sadurní d'Anoia, Barcelona	983	Camião ⁴	5,26E-03
Caixas	8,81E-05	Odivelas	355	Camião ⁴	3,13E-02
	2,51E-06	São João da Madeira	131	Camião ⁴	3,29E-04
Rotulagem	1,07E-06	Vila Nova de Gaia	145	Camião ⁴	1,55E-04

¹ Transporte feito numa distância média de 15 km.

² Carrinhas de capacidade inferior a 3,3 toneladas.

³ Transporte feito de uma distância de 17 km.

⁴ O transporte de todos os produtos é considerado como sendo feito de camião de transporte com capacidade entre 16 e 32 toneladas.

4.1.2.5. ICV - Fase de Distribuição

Nesta fase foram considerados os dados disponibilizados pela empresa relativamente aos destinos de produtos vendidos e exportados, aos quais foram adicionadas informações acerca dos meios de transporte utilizados. Relativamente à exportação foram consideradas apenas as quantidades de garrafas exportadas diretamente pela empresa.

Relativamente às distâncias definidas, foi seguido o critério de, no transporte efetuado por camião, serem consideradas as distâncias da Murganheira à capital do país de destino, e no transporte efetuado por barco serem consideradas as distâncias do porto de Leixões até ao porto mais próximo da capital do país de destino.

Na Tabela 11 e na Tabela 12, apresentam-se os dados de inventário para esta fase.

Tabela 11 - Dados sobre Distribuição do produto final

País	Quantidade Garrafas	Quantidade Total (ton) ¹	Meio de Transporte	Distância (km)
França	24	4,32E-02	Camião de Transporte ²	1537
Reino Unido	92	1,65E-01	Navio de Carga ³	1587
Luxemburgo	1734	3,12E+00	Camião de Transporte ²	1920
Espanha	12	2,16E-02	Camião de Transporte ²	458
Alemanha	351	6,31E-01	Camião de Transporte ²	2582
Holanda	755	1,36E+00	Camião de Transporte ²	2035
Bélgica	31	5,57E-02	Camião de Transporte ²	1839
Filipinas	570	1,02E+00	Navio de Carga ³	16136
Timor	480	8,63E-01	Navio de Carga ³	16355
Macau	1890	3,40E+00	Navio de Carga ³	16322
Brasil	1080	1,94E+00	Navio de Carga ³	8107
Rússia	4677	8,41E+00	Camião de Transporte ²	4362
Estados Unidos	552	9,93E-01	Navio de Carga ³	5955
Japão	322	5,79E-01	Navio de Carga ³	19077
Hong Kong	24	4,32E-02	Navio de Carga ³	16405
Suíça	990	1,78E+00	Camião de Transporte ²	1905
Portugal	845919	1,52E+03	Camião de Transporte ²	300 ⁴

¹ Considerada a massa total de vinho espumante e os restantes produtos vendidos (garrafas, rolhas, etc).

² Camião de transporte com capacidade entre 16 e 32 toneladas.

³ Transporte de navio de contentores, informação à qual é adicionada o transporte dos produtos até ao porto de Leixões por Camião de Transporte (com distância de cerca de 145 km).

⁴ Considerada uma distância média em Portugal Continental de 300 km.

Tabela 12 - Dados sobre Distribuição do produto final

País	Quantidade Total (tkm/UF)	Meio de Transporte
França	6,49E-05	Camião de Transporte ¹
Reino Unido	2,57E-04	Navio de Carga ²
Luxemburgo	5,86E-03	Camião de Transporte ¹
Espanha	9,68E-06	Camião de Transporte ¹
Alemanha	1,60E-03	Camião de Transporte ¹
Holanda	2,71E-03	Camião de Transporte ¹
Bélgica	1,00E-04	Camião de Transporte ¹
Filipinas	1,62E-02	Navio de Carga ²
Timor	1,38E-02	Navio de Carga ²
Macau	5,43E-02	Navio de Carga ²
Brasil	1,54E-02	Navio de Carga ²
Rússia	3,59E-02	Camião de Transporte ¹
Estados Unidos	5,79E-03	Navio de Carga ²
Japão	1,08E-02	Navio de Carga ²
Hong Kong	6,93E-04	Navio de Carga ²
Suíça	3,32E-03	Camião de Transporte ¹
Portugal	4,47E-01	Camião de Transporte ¹

4.1.2.6. ICV – Informação sobre Atividades de Background

Com o objetivo de estudar o impacto das diversas atividades de Background sobre as quais a empresa não possui influência direta, foi necessário a consulta de bases de dados que apresentam dados de inventário próprios para cada uma dessas atividades. As atividades e bases de dados utilizadas são apresentadas no subcapítulo 4.1.5. no qual é apresentado também o procedimento efetuado. Para o cálculo do impacto correspondente de cada atividade é utilizada a informação apresentada nos subcapítulos anteriores relativos ao inventário das diferentes fases do processo produtivo.

4.1.3. Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida (AICV)

Como referido no Capítulo 2 (Fundamentos Teóricos), a Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida envolve várias etapas, obrigatórias (a Seleção de Categorias de Impacte, a Classificação e a Caracterização), e opcionais (a Normalização, a Agregação e a Ponderação). Neste trabalho, optou-se por efetuar apenas as etapas obrigatórias, uma vez que não seria interessante a análise a um indicador de avaliação conjunto que seria obtido após a execução dessas etapas opcionais.

Também referido no Capítulo 2, a Avaliação de Ciclo de Vida comporta a utilização de uma metodologia que, através da utilização de fatores de caracterização para as diferentes emissões, permite

¹ Camião de transporte com capacidade entre 16 e 32 toneladas.

² Transporte de navio de contentores, informação à qual é adicionada o transporte dos produtos até ao porto de Leixões por Camião de Transporte (com distância de cerca de 145 km).

obter valores de impacte ambiental para diversas categorias. A metodologia escolhida foi a CML-IA¹, desenvolvida pelo *Institute of Environmental Sciences (CML)* da Universidade de Leiden, na Holanda. Esta metodologia foi escolhida por ser atual, por permitir obter resultados numa avaliação em meso escala e por ser uma metodologia muito utilizada noutros trabalhos semelhantes, inclusivamente relativos a sistemas de produção de vinho. Esta última característica permitiu cumprir um dos objetivos do trabalho, de forma mais assertiva: enquadramento da empresa num contexto global por comparação com outros trabalhos sobre produções análogas.

O cálculo dos valores das categorias nas etapas de *Foreground* foi efetuado por recurso à consulta dos fatores de caracterização disponibilizados pela metodologia, CML-IA, que aplicados aos produtos e emissões apresentados no inventário, permitem obter os resultados para as atividades do *Foreground* do sistema. A estes resultados relativos às etapas do *Foreground*, foram adicionados os resultados obtidos para as etapas de *Background*. Como já referido, de forma a calcular os impactes provocados pelas etapas de *Background*, utilizaram-se bases de dados, como *Ecoinvent* ou ELCD, acessíveis pelo software escolhido, o *SimaPro 8.0*, permitindo obter resultados de Avaliação de Ciclo de Vida pela metodologia CML-IA. As etapas de *Background* abrangem as produções dos diversos materiais e energia, o seu transporte e a distribuição do produto final até aos pontos de venda. Para o tratamento conjunto de dados foi utilizada uma ferramenta de folha de cálculo (*Microsoft Excel*).

Neste trabalho, o *software SimaPro* foi utilizado apenas para recolha dos resultados das etapas de *Background*, no entanto, seria possível efetuar o tratamento integrado dos dados de inventário do *Foreground*, por recurso, ao mesmo programa obtendo de forma mais agilizada os resultados de Avaliação de Ciclo de Vida referente ao *Foreground*. Para tal seria necessário acesso à versão completa do *software*, algo que não foi possível, daí se ter optado por utilizar uma ferramenta de folha de cálculo (*Microsoft Excel*) para agregar todos os resultados.

4.1.3.1. AICV - Seleção de Categorias de Impacte

As categorias de impacte escolhidas no contexto da metodologia CML-IA foram as categorias definidas como “*baseline*” pela metodologia: Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E), Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis (DRA-CF), Aquecimento Global (AG), Depleção da Camada de Ozono (DCO), Toxicidade Humana (TH), Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD), Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM), Ecotoxicidade Terrestre (ET), Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP). Foi adicionada a categoria de Ocupação de Solo (OS), que é identificada pela metodologia como sendo de *non-baseline*. Esta categoria foi considerada relevante para o estudo em causa, uma vez que as atividades da empresa abrangem uma área significativa de terrenos ocupados.

4.1.3.2. AICV - Classificação

Como referido anteriormente, para as etapas de *Background*, foram obtidos diretamente os resultados de Avaliação de Ciclo de Vida para cada categoria selecionada, através de *software SimaPro*.

¹ Foi utilizada a versão disponível mais recente, atualizada a abril de 2015.

No caso da informação de *Foreground*, é necessário seguir os trâmites definidos pela metodologia, que é iniciada com a classificação de todos os consumos de energia e materiais e das emissões e descargas de efluentes para os diferentes compartimentos, como água, ar e solo, para cada categoria.

4.1.3.3. AICV - Caracterização

Complementarmente à etapa de Classificação, é desenvolvida a etapa de Caracterização, também aplicável apenas à avaliação de inventário de *Foreground*. Nesta etapa procede-se à quantificação da influência dos consumos e emissões relativamente às categorias. Assim, através da consulta da metodologia escolhida, CML-IA, são identificados os fatores de caracterização que definem o peso que cada componente do inventário tem nas diferentes categorias, considerando o compartimento (ar, água ou solo) em que estes são emitidos (Tabela 13). Conhecendo os fatores de caracterização, obtêm-se os valores de impacte equivalentes para cada categoria, através da multiplicação dos mesmos pelas quantidades de cada componente do inventário.

Verifica-se que nem todos os componentes descritos no inventário possuem um fator de caracterização associado, e que as categorias de Depleção de Recursos Abióticos não têm fatores de caracterização para os componentes do inventário das atividades de *Foreground*. Dessa forma, apenas as atividades de *Background* traduzirão impacte para estas categorias.

Tabela 13 - Fatores de caracterização, utilizados nas etapas de Classificação e Caracterização (CML, 2015)

Categoria de Impacte Ambiental	Componente	Compartimento	Factor de Caracterização
Ocupação de Solo (m ² .ano eq./m ² .ano)	Terrenos Ocupados		1,00E+00
Aquecimento Global (kg CO ₂ eq./kg)	N ₂ O	Ar	2,98E+02
	CH ₄	Ar	2,50E+01
	CO ₂	Ar	1,00E+00
Toxicidade Humana (kg 1,4-DCB eq./kg)	Folpete	Ar	1,97E+00
	Clorpirifós	Ar	2,12E+01
	Glifosato	Ar	3,10E-03
	Folpete	Água	8,63E+00
	Clorpirifós	Água	4,44E+01
	Glifosato	Água	6,60E-02
	Folpete	Solo	1,28E+01
	Clorpirifós	Solo	1,45E+01
	Glifosato	Solo	1,48E-02
	NH ₃	Ar	1,00E-01
	COVNM ¹	Ar	6,37E-01
	NO _x	Ar	1,20E+00
	PM ₁₀	Ar	8,20E-01
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (kg 1,4-DCB eq./kg)	Folpete	Ar	4,05E+02
	Clorpirifós	Ar	5,19E+02
	Glifosato	Ar	2,19E+01
	Folpete	Água	8,21E+04
	Clorpirifós	Água	6,41E+05

¹ Para os COVNM, foram utilizados os fatores de caracterização do etileno, tal como apontado na metodologia escolhida CML-IA

	Glifosato	Água	1,37E+03
	Folpete	Solo	4,51E+03
	Clorpirifós	Solo	3,56E+02
	Glifosato	Solo	9,22E-01
	COVNM	Ar	1,43E-11
Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (kg 1,4 DCB eq./kg)	Folpete	Ar	2,29E+03
	Clorpirifós	Ar	6,21E+01
	Glifosato	Ar	1,68E+01
	Folpete	Água	1,25E+04
	Clorpirifós	Água	2,40E+02
	Glifosato	Água	4,16E+00
	Folpete	Solo	7,08E+02
	Clorpirifós	Solo	1,44E-01
	Glifosato	Solo	2,80E-03
	COVNM	Ar	7,93E-11
Ecotoxicidade Terrestre (kg 1,4 DCB eq./kg)	Folpete	Ar	1,68E+00
	Clorpirifós	Ar	1,27E-01
	Glifosato	Ar	4,66E-02
	Folpete	Água	5,98E-01
	Clorpirifós	Água	2,13E-02
	Glifosato	Água	2,25E-11
	Folpete	Solo	1,06E+02
	Clorpirifós	Solo	1,67E+01
	Glifosato	Solo	9,63E-02
	COVNM	Ar	1,35E-12
Formação de Oxidantes Fotoquímicos (kg C ₂ H ₄ eq./kg)	NO	Ar	-4,27E-01
	Ciclohexanona	Ar	2,99E-01
	CH ₄	Ar	6,00E-03
	CO	Ar	2,70E-02
	COVNM	Ar	1,00E+00
	NO _x	Ar	2,80E-02
Acidificação Potencial (kg SO ₂ eq./kg)	NH ₃	Ar	1,60E+00
	NO	Ar	7,60E-01
	NO _x	Ar	5,00E-01
Eutrofização Potencial (kg PO ₄ eq./kg)	NO	Ar	2,00E-01
	NO ₃	Água	1,00E-01
	P ₂ O ₅	Água	1,34E+00
	N ₂ O	Ar	2,70E-01
	NH ₃	Ar	3,50E-01
	NO _x	Ar	1,30E-01
	Azoto Total	Água	4,20E-01
	Fósforo Total	Água	3,06E+00
CQO	Água	2,20E-02	

4.1.4. Resultados de ACV Relativos às Atividades de *Foreground*

Pela execução das etapas anteriormente descritas, obtêm-se os resultados de ACV das atividades de *Foreground*, referentes às fases de Viticultura e de Produção de Vinho, apresentados na Tabela 14 e na Tabela 15, respetivamente.

Tabela 14 – Resultados de ACV das atividades de *Foreground* da empresa na fase de Viticultura

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
TOTAL Viticultura	0,00E+00	0,00E+00	3,86E+00	2,33E+00	0,00E+00	1,26E-02	9,39E+00	1,45E+00	5,74E-02	-9,33E-04	7,63E-02	6,09E-02
Aplicação de Fertilizantes	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,30E+00	0,00E+00	4,66E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-9,44E-04	7,63E-02	6,09E-02
Aplicação de Produtos Fitossanitários	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,79E-03	9,39E+00	1,45E+00	5,74E-02	5,70E-08	0,00E+00	0,00E+00
Utilização de Combustível	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,72E-02	0,00E+00	1,47E-04	9,55E-17	5,30E-16	9,00E-18	1,13E-05	5,79E-05	1,54E-05

Tabela 15 – Resultados de ACV das atividades de *Foreground* da empresa na fase de Produção de Vinho

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
TOTAL	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-03	7,35E-02	0,00E+00	2,75E-04	6,17E-15	3,42E-14	5,81E-16	4,31E-04	0,00E+00	2,43E-05
Efluente	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,43E-05
Fermentação	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,35E-02	0,00E+00	2,75E-04	6,17E-15	3,42E-14	5,81E-16	4,31E-04	0,00E+00	0,00E+00

4.1.5. Obtenção dos Resultados de ACV das Atividades de *Background*

Além da obtenção dos resultados de ACV referentes às atividades de *Foreground* apresentados no subcapítulo anterior, calcularam-se os resultados de ACV para as atividades de *Background*. Essas atividades são referentes às produções dos diferentes produtos utilizados, energia e combustível, além do transporte dos diversos produtos utilizados até à Murganheira e a distribuição do produto final até aos pontos de venda, tendo sido descrita no subcapítulo 4.1.2, a informação de inventário respeitante a essas atividades.

No caso das atividades em *Background*, os resultados de ACV foram calculados através da utilização do *software SimaPro*, como anteriormente referido. Através do *SimaPro*, procede-se à identificação das atividades, cujo inventário se encontra presente nas bases de dados disponíveis (*Ecoinvent*, *ELCD*, etc), e que são equiparáveis às atividades necessárias para completar o ciclo de vida do sistema de produção estudado neste trabalho. Na identificação das atividades existentes nas bases de dados, procurou-se seleccionar atividades representativas das atividades que se pretendem estudar no trabalho, priorizando inclusivamente o local geográfico de origem dos dados da atividade.

De forma a esclarecer nomenclatura, no contexto do *software SimaPro*, as atividades são denominadas processos, uma vez que os dados de inventário apresentados pelas bases de dados no *software*, correspondem a várias etapas do ciclo de vida dessa atividade.

Complementando com um exemplo, a empresa utiliza embalagens de cartão produzidas em Portugal, tendo-se seleccionado na base de dados *Ecoinvent*, um processo de produção de embalagens de cartão, de origem europeia, no sentido de obter resultados de ACV referentes a essa produção.

Nesse sentido, apresentam-se os processos seleccionados e as bases de dados consultadas para descrever o impacte de ciclo de vida das atividades de *Background*, na Tabela 16.

Tabela 16 - Bases de dados utilizadas para ACV das atividades de *Background*

Atividade	Nome do Processo (SimaPro)	Base de Dados (Projeto)
Produção de Garrafas	Packaging glass, white {DE} production Alloc Def, S ¹	Ecoinvent 3 - allocation default
Produção de Embalagens de Cartão	Corrugated board box {RER} production Alloc Def, S	Ecoinvent 3 - allocation default
Produção de Rótulos (Papel)	Paper production, woodcontaining, lightweight coated RER ²	Ecoinvent 3 - allocation default
Produção de Muselets (aço galvanizado)	Galvanized steel sheet, at plant/RNA ³	USLCI
Produção de Eletricidade	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV PT S	ELCD
Produção de Diesel	Diesel, from crude oil, consumption mix, at refinery, 200 ppm sulphur EU-15 S	ELCD
Produção de Fertilizantes	Fertiliser (N) ⁴	LCA Food DK
	Fertiliser (P205) ⁴	LCA Food DK
	Fertilizer (K2O) ⁴	LCA Food DK
Produção de Produto Fitossanitário (Cobre)	Copper, at regional storage/RER S demo ⁷⁴	Introduction to SimaPro
Produção de Produtos de Limpeza	Sodium hydroxide (concentrated) E ⁴	Ecoinvent 3 - allocation default
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {RER} hydrogen peroxide production, product in 50% solution state Alloc Def, S ⁴	Industry data 2.0
Produção de Produtos Enológicos (Açúcar)	Sugar ⁴	LCA Food DK
Transporte de Uvas	Small lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4mix 7,5t total weight1 3,3 t max payload RER S	ELCD
Transporte de Produtos e Distribuição de Produto Final	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 RER Alloc Def, S	Ecoinvent 3 - allocation default
Distribuição de Produto Final	Container ship ocean, technology mix, 27.500 dwt payload capacity RER S	ELCD

Deve ser ainda referido que para o caso da atividade de produção de rolhas foram utilizados os resultados de ACV obtidos em Rives (2011) através da utilização da metodologia *CML 2001*.

Conhecendo as atividades selecionadas das bases de dados, é possível obter os resultados de ACV da produção de diversos produtos utilizados, relativamente às quantidades mássicas utilizadas desses produtos. No caso dos transportes, as quantidades foram utilizadas em unidades de tonelada-quilómetro.

¹ Considerou-se a utilização de garrafas de vidro brancas, no entanto a empresa utiliza também garrafas de outra coloração. Considerou-se que a produção das diferentes garrafas seria semelhante.

² Foi considerada uma produção de papel aproximada ao utilizado, não sendo possível conhecer o processo de produção do tipo de papel utilizado de forma mais exata.

³ Considerou-se a produção genérica de aço galvanizado para a produção de muselets.

⁴ Para os diferentes produtos fertilizantes, fitossanitários e de limpeza considerados foram avaliadas as produções dos diversos compostos e substâncias ativas de forma separada.

4.1.6. Resultados de ACV do Sistema Produtivo Completo

É possível apresentar os resultados de ACV relativos às quatro fases do sistema de produção estudadas, onde se incluem todas as atividades de *Foreground* e de *Background*, para as diversas categorias consideradas, na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados da Avaliação de Ciclo de Vida para as fases analisadas¹

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Viticultura												
Fertilizantes ²	1,69E-06	1,97E+01	3,04E-04	5,89E+00	8,52E-10	2,05E-02	9,34E-05	7,78E-01	1,10E-05	-7,21E-04	8,75E-02	6,47E-02
Produtos Fitossanitários ²	7,67E-07	1,57E-02	6,24E-04	1,25E-03	1,03E-10	2,60E-02	9,39E+00	3,40E+00	5,75E-02	3,52E-06	9,24E-05	2,61E-06
Diesel ³	1,21E-09	4,27E-01	0,00E+00	3,05E-02	6,15E-11	3,85E-04	1,54E-05	4,07E-01	1,31E-06	1,35E-05	7,96E-05	1,71E-05
Transporte Uvas	1,73E-10	6,10E-02	0,00E+00	4,34E-03	8,78E-12	1,52E-04	2,20E-06	5,81E-02	1,87E-07	1,45E-06	1,99E-05	4,60E-06
Sub-total Viticultura	2,46E-06	2,02E+01	3,86E+00⁴	5,92E+00	1,03E-09	4,71E-02	9,39E+00	4,64E+00	5,75E-02	-7,03E-04	8,77E-02	6,47E-02
Percentagem	0,55%	59,42%	92,33%	83,60%	0,90%	11,03%	99,79%	0,67%	97,22%	-49,06%	93,97%	99,05%
Produção de Vinho												
Emissões Ar e Água ⁵	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-03	7,35E-02	0,00E+00	2,75E-04	6,17E-15	3,42E-14	5,81E-16	4,31E-04	0,00E+00	2,43E-05
Produtos Enológicos ⁶	2,15E-08	1,00E-01	4,46E-03	8,36E-03	6,20E-09	1,69E-03	3,51E-04	3,41E+00	5,19E-06	2,13E-06	5,06E-05	-1,27E-05
Produtos Limpeza ⁶	3,70E-09	8,94E-02	1,65E-05	8,21E-03	3,71E-11	1,48E-04	3,42E-05	6,09E-01	2,80E-05	1,84E-05	4,20E-05	2,38E-06
Outros Produtos ⁶	1,24E-10	7,09E-04	2,94E-06	4,50E-05	8,23E-12	1,86E-05	6,03E-07	7,52E-03	7,30E-08	7,57E-09	1,51E-07	2,35E-08
Eletricidade ⁷	3,32E-09	2,17E+00	0,00E+00	2,05E-01	1,29E-09	2,24E-02	1,98E-04	2,03E+02	1,21E-04	8,08E-05	1,51E-03	8,70E-05
Sub-total Produção de Vinho	2,87E-08	2,36E+00	5,60E-03	2,95E-01	7,54E-09	2,46E-02	5,84E-04	2,07E+02	1,54E-04	5,33E-04	1,61E-03	1,01E-04
Percentagem	0,01%	6,94%	0,13%	4,17%	6,59%	5,75%	0,01%	29,63%	0,26%	37,19%	1,72%	0,15%
Engarrafamento e Embalagem												
Garrafa ⁶	1,48E-06	8,59E+00	2,22E-01	6,09E-01	7,51E-08	1,71E-01	5,12E-03	3,54E+02	7,82E-04	1,18E-04	2,77E-03	3,38E-04
Embalagem Cartão ⁶	5,13E-07	1,30E+00	8,43E-02	9,45E-02	1,08E-08	2,59E-02	1,87E-03	6,55E+01	2,84E-04	2,22E-05	3,72E-04	1,05E-04
Rótulo ⁶	5,16E-09	2,78E-02	3,49E-03	1,96E-03	2,49E-10	3,53E-04	2,09E-05	8,38E-01	4,96E-06	5,03E-07	1,07E-05	1,48E-06
Muselet ⁶	2,46E-09	1,62E-01	5,84E-05	1,54E-02	2,04E-10	7,71E-06	7,33E-03	1,17E+00	3,48E-06	6,08E-06	6,81E-05	-1,64E-05
Rolha ⁶	4,45E-04	3,97E-03	1,65E-05	5,94E-02	4,01E-09	1,23E-01	3,54E-03	5,03E+01	2,78E-04	3,36E-05	4,68E-04	3,98E-05
Sub-total Engarrafamento e Embalagem	4,47E-04	1,01E+01	3,10E-01	7,80E-01	9,03E-08	3,20E-01	1,79E-02	4,72E+02	1,35E-03	1,80E-04	3,69E-03	4,68E-04
Percentagem	99,40%	29,66%	7,41%	11,01%	78,98%	75,01%	0,19%	67,68%	2,29%	12,58%	3,95%	0,72%
Distribuição												
Doméstico	2,09E-07	1,20E+00	4,96E-03	7,60E-02	1,39E-08	3,14E-02	1,02E-03	1,27E+01	1,23E-04	1,28E-05	2,56E-04	3,97E-05
Exportação	2,38E-08	1,55E-01	5,64E-04	1,02E-02	1,58E-09	3,63E-03	1,17E-04	1,46E+00	1,41E-05	3,94E-06	7,99E-05	9,35E-06
Sub-total Distribuição	2,32E-07	1,35E+00	5,52E-03	8,61E-02	1,55E-08	3,50E-02	1,14E-03	1,42E+01	1,37E-04	1,67E-05	3,35E-04	4,90E-05
Percentagem	0,05%	3,98%	0,13%	1,22%	13,54%	8,21%	0,01%	2,03%	0,23%	1,17%	0,36%	0,08%
TOTAL Sistema												
	4,50E-04	3,40E+01	4,18E+00	7,09E+00	1,14E-07	4,27E-01	9,41E+00	6,98E+02	5,91E-02	2,68E-05	9,33E-02	6,53E-02
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

¹ Todos os resultados estão reportados a uma Unidade Funcional de 1 garrafa de 0,75 litros.

² Resultados relativos à produção, transporte e aplicação de produtos.

³ Resultados relativos à produção e emissões decorrentes do consumo.

⁴ Resultados maioritariamente influenciados pelos terrenos ocupados, descritos no inventário.

⁵ Resultados relativos às emissões.

⁶ Resultados relativos à produção e transporte.

⁷ Resultados relativos à produção.

Por análise prévia aos resultados obtidos na Tabela 17, pode-se verificar que a fase de Viticultura representa a maioria da contribuição para sete das doze categorias, e que a fase de Engarrafamento e Embalagem influencia mais significativamente cerca de quatro das categorias consideradas.

É igualmente evidente que a categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF) tem uma maior influência proveniente da fase de Produção de Vinho no que respeita aos valores positivos. No entanto, os resultados desta categoria são igualmente influenciados com valores negativos pela fase de Viticultura. Neste caso, esses valores negativos têm um significado positivo uma vez que provocam uma diminuição dos resultados globais de impacto do sistema de produção. Essa diminuição representa uma influência positiva nos resultados de impacto, porque como os valores são referentes a unidades de impacto por garrafa produzida, quanto mais reduzidos forem os valores, menores serão os impactos obtidos.

Os resultados obtidos foram apresentados com algum grau de especificidade, permitindo analisar e comparar não só as diferentes fases mas também os resultados obtidos pelos diversos componentes que constituem cada fase. Este conjunto de resultados permite a análise desenvolvida no Capítulo 5, no qual se avaliou os resultados aqui apresentados como se analisou mais aprofundadamente os contributos das diversas atividades que se desenvolvem em função dos componentes de cada fase.

4.2. Avaliação do Indicador Económico

Tendo sido obtidos os resultados da Avaliação de Ciclo de Vida, aplicou-se um indicador económico sobre esses valores, permitindo relacionar essa informação ambiental com uma perspetiva económica e assim obter uma Avaliação de Ecoeficiência. Neste caso, no contexto da informação descrita no subcapítulo 2.3.3 acerca da componente económica, o valor escolhido está associado aos Resultados Líquidos da empresa para o ano de 2014. Esse resultado foi de 101.080 €, que considerando uma produção anual de 766.030 litros de vinho espumante ou de cerca de 1.021.373¹ garrafas de 0,75 litros, permite calcular um lucro de 0,099 € por garrafa. O lucro reporta-se às garrafas produzidas e não à venda, porque o objetivo é relacionar esse valor económico com a produção, interligando-se com a unidade funcional.

4.3. Avaliação da Ecoeficiência

Com a aplicação dos resultados ambientais e do indicador económico na equação de cálculo da ecoeficiência (2) apresentada previamente no Capítulo 2, obtiveram-se os resultados de ecoeficiência que se apresentam na Tabela 18.

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Influência ambiental (Componente ambiental)}}{\text{Valor do produto ou serviço (Componente económica)}} \quad (2)$$

¹ Considera-se que a produção é exclusivamente de garrafas de 0,75 litros, tendo em conta que as garrafas de maior volume são produzidas em quantidades pouco significativas.

Tabela 18 - Resultados da Avaliação de Ecoeficiência para as fases analisadas¹

	DRA-E (kg Sb eq / €)	DRA-CF (MJ eq / €)	OS (m ² .ano eq. / €)	AG (kg CO ₂ eq. / €)	DCO (kg CFC -11 eq. / €)	TH (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAD (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAM (kg 1,4 DCB eq. / €)	ET (kg 1,4 DCB eq. / €)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq. / €)	AP (kg SO ₂ eq. / €)	EP (kg PO ₄ eq. / €)
Viticultura												
Fertilizantes ²	1,70E-05	1,99E+02	3,07E-03	5,95E+01	8,61E-09	2,07E-01	9,44E-04	7,86E+00	1,11E-04	-7,29E-03	8,84E-01	6,54E-01
Produtos Fitossanitários ²	7,75E-06	1,59E-01	6,30E-03	1,27E-02	1,04E-09	2,63E-01	9,48E+01	3,43E+01	5,81E-01	3,56E-05	9,34E-04	2,64E-05
Diesel ³	1,22E-08	4,31E+00	0,00E+00	3,08E-01	6,21E-10	3,89E-03	1,56E-04	4,11E+00	1,32E-05	1,36E-04	8,04E-04	1,73E-04
Transporte Uvas	1,75E-09	6,17E-01	0,00E+00	4,39E-02	8,88E-11	1,54E-03	2,22E-05	5,87E-01	1,89E-06	1,47E-05	2,01E-04	4,65E-05
Sub-total Viticultura	2,48E-05	2,04E+02	3,90E+01⁴	5,99E+01	1,04E-08	4,76E-01	9,48E+01	4,69E+01	5,81E-01	-7,10E-03	8,86E-01	6,54E-01
Percentagem	0,55%	59,42%	92,33%	83,60%	0,90%	11,03%	99,79%	0,67%	97,22%	-49,06%	93,97%	99,05%
Produção de Vinho												
Emissões Ar e Água ⁵	0,00E+00	0,00E+00	1,14E-02	7,43E-01	0,00E+00	2,77E-03	6,23E-14	3,46E-13	5,87E-15	4,36E-03	0,00E+00	2,45E-04
Produtos Enológicos ⁶	2,18E-07	1,01E+00	4,51E-02	8,44E-02	6,27E-08	1,71E-02	3,54E-03	3,45E+01	5,25E-05	2,15E-05	5,12E-04	-1,29E-04
Produtos Limpeza ⁶	3,74E-08	9,04E-01	1,67E-04	8,29E-02	3,75E-10	1,49E-03	3,46E-04	6,15E+00	2,83E-04	1,85E-04	4,24E-04	2,41E-05
Outros Produtos ⁶	1,25E-09	7,17E-03	2,97E-05	4,55E-04	8,32E-11	1,88E-04	6,10E-06	7,59E-02	7,38E-07	7,65E-08	1,53E-06	2,37E-07
Eleticidade ⁷	3,36E-08	2,19E+01	0,00E+00	2,08E+00	1,30E-08	2,27E-01	2,00E-03	2,05E+03	1,22E-03	8,16E-04	1,53E-02	8,79E-04
Sub-total Produção de Vinho	2,90E-07	2,39E+01	5,66E-02	2,99E+00	7,62E-08	2,48E-01	5,90E-03	2,09E+03	1,56E-03	5,38E-03	1,62E-02	1,02E-03
Percentagem	0,01%	6,94%	0,13%	4,17%	6,59%	5,75%	0,01%	29,63%	0,26%	37,19%	1,72%	0,15%
Engarrafamento e Embalagem												
Garrafa ⁶	1,50E-05	8,68E+01	2,24E+00	6,16E+00	7,59E-07	1,72E+00	5,17E-02	3,58E+03	7,90E-03	1,19E-03	2,80E-02	3,42E-03
Embalagem Cartão ⁶	5,18E-06	1,32E+01	8,51E-01	9,55E-01	1,09E-07	2,62E-01	1,89E-02	6,62E+02	2,87E-03	2,24E-04	3,76E-03	1,06E-03
Rótulo ⁶	5,22E-08	2,81E-01	3,53E-02	1,98E-02	2,51E-09	3,57E-03	2,11E-04	8,47E+00	5,01E-05	5,09E-06	1,08E-04	1,50E-05
Muselet ⁶	2,49E-08	1,64E+00	5,90E-04	1,56E-01	2,06E-09	7,79E-05	7,41E-02	1,18E+01	3,52E-05	6,14E-05	6,88E-04	-1,66E-04
Rolha ⁶	4,50E-03	4,02E-02	1,66E-04	6,00E-01	4,05E-08	1,25E+00	3,58E-02	5,09E+02	2,81E-03	3,40E-04	4,72E-03	4,02E-04
Sub-Total Engarrafamento e Embalagem	4,52E-03	1,02E+02	3,13E+00	7,89E+00	9,13E-07	3,23E+00	1,81E-01	4,77E+03	1,37E-02	1,82E-03	3,73E-02	4,73E-03
Percentagem	99,40%	29,66%	7,41%	11,01%	78,98%	75,01%	0,19%	67,68%	2,29%	12,58%	3,95%	0,72%
Distribuição												
Doméstico	2,11E-06	1,21E+01	5,01E-02	7,68E-01	1,40E-07	3,17E-01	1,03E-02	1,28E+02	1,25E-03	1,29E-04	2,58E-03	4,01E-04
Exportação	2,41E-07	1,57E+00	5,70E-03	1,03E-01	1,60E-08	3,67E-02	1,18E-03	1,48E+01	1,42E-04	3,98E-05	8,07E-04	9,45E-05
Sub-total Distribuição	2,35E-06	1,37E+01	5,58E-02	8,70E-01	1,56E-07	3,54E-01	1,15E-02	1,43E+02	1,39E-03	1,69E-04	3,39E-03	4,95E-04
Percentagem	0,05%	3,98%	0,13%	1,22%	13,54%	8,21%	0,01%	2,03%	0,23%	1,17%	0,36%	0,08%
TOTAL Sistema												
	4,54E-03	3,44E+02	4,23E+01	7,16E+01	1,16E-06	4,31E+00	9,50E+01	7,05E+03	5,97E-01	2,71E-04	9,43E-01	6,60E-01
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

¹ Resultados reportados à UF e calculados através da equação de ecoeficiência (2)

² Resultados relativos à produção, transporte e aplicação de produtos.

³ Resultados relativos à produção e emissões decorrentes do consumo.

⁴ Resultados maioritariamente influenciados pelos terrenos ocupados, descritos no inventário.

⁵ Resultados relativos apenas às emissões.

⁶ Resultados relativos à produção e transporte.

⁷ Resultados relativos à produção.

5. Discussão de Resultados

Neste capítulo analisam-se os resultados obtidos relativamente à avaliação efetuada sobre a produção do ano de 2014, analisando o inventário e os resultados de ACV e de Avaliação de Ecoeficiência. Nesta análise efetuam-se comparações entre os contributos das diferentes fases do sistema produtivo para os resultados totais das diversas categorias, identificando os principais componentes de cada fase e as atividades dos mesmos que mais influenciam os resultados.

Analisando o inventário obtido, pode-se verificar que ocorreu maior consumo de água, na fase de Viticultura, na qual se identificou igualmente um consumo de *diesel* na utilização de maquinaria agrícola. Considerou-se um consumo de eletricidade, que resulta da subtração da energia produzida à energia consumida, apenas na fase de Produção de Vinho. A eletricidade consumida nas outras fases considerou-se irrelevante quando comparada com a consumida nesta fase. Foram igualmente contabilizados para as duas fases referidas, os diversos produtos químicos utilizados, descrevendo as suas quantidade de entrada e as emissões consequentes da utilização dos mesmos. Essas emissões foram analisadas, no contexto da metodologia da Avaliação de Ciclo de Vida selecionada, comportando diferentes pesos no cálculo das categorias de impactes, como se pode verificar na Tabela 13. Foram igualmente calculadas as emissões provenientes da combustão de *diesel* e identificadas as emissões gasosas devido à fermentação e os dados acerca das descargas de efluente. Foram ainda identificadas as diferentes quantidades e distâncias dos transportes dos diversos produtos e materiais, além dos produtos da fase de Distribuição, que têm uma influência considerável nos resultados de impacte a calcular.

Por observação dos resultados de Avaliação de Ciclo de Vida e de Ecoeficiência obtidos, pode-se concluir que as fases que mais contribuem para os valores de impacte obtidos nas categorias analisadas são a fase de Viticultura e a fase de Engarrafamento e Embalagem. Todos os valores percentuais podem ser observados na Tabela 19 e na Figura 21, que permitem obter uma melhor compreensão sobre os resultados globais obtidos.

Tabela 19 - Valores percentuais das fases para as categorias avaliadas

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA- CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC - 11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Viticultura (%)	0,55	59,42	92,33	83,60	0,90	11,03	99,79	0,67	97,22	-49,06	93,97	99,05
Produção de Vinho (%)	0,01	6,94	0,13	4,17	6,59	5,75	0,01	29,63	0,26	37,19	1,72	0,15
Engarrafamento e Embalagem (%)	99,40	29,66	7,41	11,01	78,98	75,01	0,19	67,68	2,29	12,58	3,95	0,72
Distribuição (%)	0,05	3,98	0,13	1,22	13,54	8,21	0,01	2,03	0,23	1,17	0,36	0,08
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

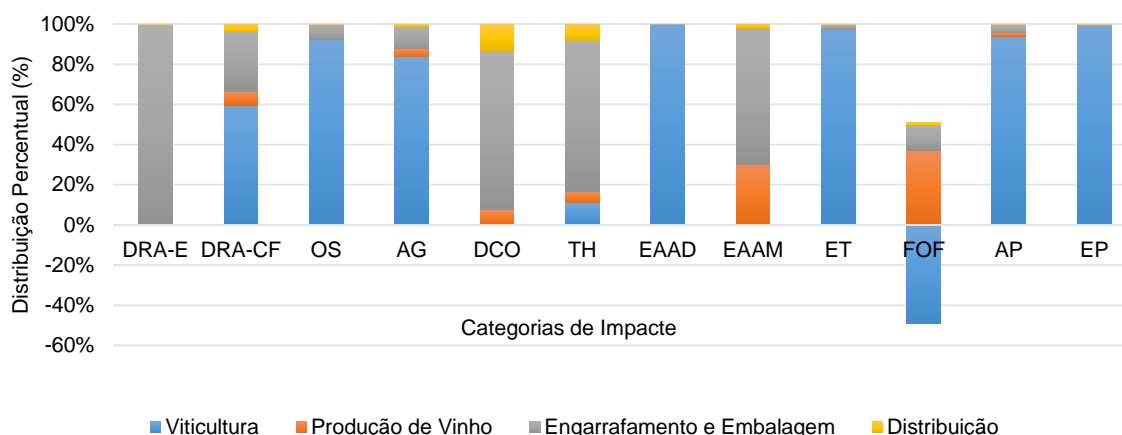


Figura 21 - Distribuição percentual do impacte das fases do sistema de produção para as categorias avaliadas

A fase de Viticultura obtém os valores mais elevados em cerca de sete categorias, correspondendo alguns dos valores a percentagens próximas dos 100%, como no caso das categorias de Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD), Ecotoxicidade Terrestre (ET), e Eutrofização Potencial (EP). Também nas outras quatro categorias, sobre as quais a Viticultura possui maior relevância, apresenta percentagens elevadas, nomeadamente na Ocupação de Solo (OS) com cerca de 92%, na Acidificação Potencial (AP) com 94%, na categoria de Aquecimento Global (AG), na qual apresenta 84% e na categoria de Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis (DRA-CF) com cerca de 60%.

A fase de Engarrafamento e Embalagem apresenta os valores mais elevados nas categorias de Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E), com 99%, Depleção de Camada de Ozono (DCO) com 79%, Toxicidade Humana (TH) com 75% e Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM) com 68%.

As fases que têm menor influência nos resultados são a Produção de Vinho e a Distribuição. De qualquer forma, a Produção de Vinho representa a fase com maior impacte na Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), embora tal seja contrabalançado por valores negativos relativos à Viticultura. Esses valores negativos provêm da emissão de Óxido Nítrico (NO) na fase de Viticultura que contém um fator de caracterização negativo na conversão para C_2H_4 , como se pode verificar na Tabela 13, e que conduz a valores negativos nesta categoria. Nas outras categorias sob as quais a influência da fase de Produção de Vinho é minoritária, destacam-se um peso de 30% na categoria de Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM), 7% na Depleção da Camada de Ozono (DCO), 6% na Toxicidade Humana (TH) e 4% na Aquecimento Global (AG), considerando apenas os mais relevantes.

A Distribuição é a fase que globalmente apresenta valores mais reduzidos, no entanto atinge um valor de 14% na Depleção da Camada de Ozono (DCO) e 8% na Toxicidade Humana (TH).

Tendo em conta a relevância da fase de Viticultura nos resultados obtidos, foram analisados os principais contribuintes para o seu peso significativo no resultado final. Concluiu-se que os principais contribuintes são as atividades relacionadas com os fertilizantes sintéticos e os produtos fitossanitários, tal como é possível observar na Figura 22, que traduz as percentagens de impacte que o conjunto das atividades relativas aos componentes referidos (fertilizantes, produtos fitossanitários, diesel e transporte de uvas) acrescenta ao resultado total da fase de Viticultura.

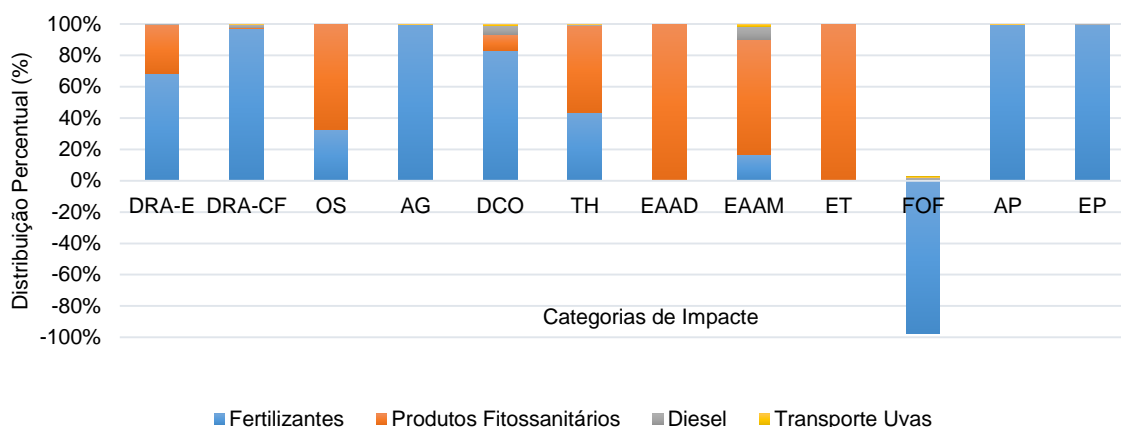


Figura 22 - Distribuição percentual do impacto dos componentes da fase de Viticultura

Neste particular, as categorias relativas à toxicidade e a categoria de Ocupação de Solo (OS) são as mais influenciadas pelo conjunto de atividades relacionadas com os produtos fitossanitários. Destaca-se a influência destes produtos nas categorias de Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD) e Ecotoxicidade Terrestre (ET) por serem categorias cujos resultados totais do sistema de produção são quase exclusivamente influenciados pela fase de Viticultura. No caso das restantes categorias são mais influenciadas pelo conjunto de atividades relativas aos fertilizantes sintéticos. O conjunto de atividades envolve a sua produção, transporte e aplicação. Pode ser observada ainda a influência inversa dos fertilizantes na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), decorrente da emissão de Óxido Nítrico, anteriormente referida.

Uma vez que a fertilização das vinhas contribui de forma significativa para a maior relevância da Viticultura no resultado do sistema global, nomeadamente nas categorias de Aquecimento Global (AG), Depleção da Camada do Ozono (DCO), Depleção de Recursos Abióticos relativos a Elementos (DRA-E) e relativos a Combustíveis Fósseis (DRA-CF), Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP), considerou-se interessante estabelecer uma discriminação comparativa dos impactes correspondentes à produção dos fertilizantes, ao seu transporte e à aplicação dos mesmos na vinha.

Para tal, apresenta-se a distribuição percentual da contribuição de cada atividade para os resultados relativos aos fertilizantes sintéticos, na Figura 23. Pode-se observar que existe um equilíbrio entre a produção, o transporte e a aplicação dos fertilizantes pelas categorias consideradas. Analisando as categorias que no contexto da Viticultura são mais influenciadas pelos fertilizantes sintéticos, e que foram descritas anteriormente e representadas na Figura 22, pode-se verificar que as categorias de Depleção de Recursos Abióticos relativos a Elementos (DRA-E) e relativos a Combustíveis Fósseis (DRA-CF), Aquecimento Global (AG) e Toxicidade Humana (TH) são mais influenciadas pela produção de fertilizantes. Por seu turno, as categorias de Ocupação de Solo (OS), Depleção da Camada de Ozono (DCO) e a Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM) são maioritariamente influenciadas pelo transporte, e as categorias de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP) são mais influenciadas pelos impactes decorrentes da aplicação de fertilizantes.

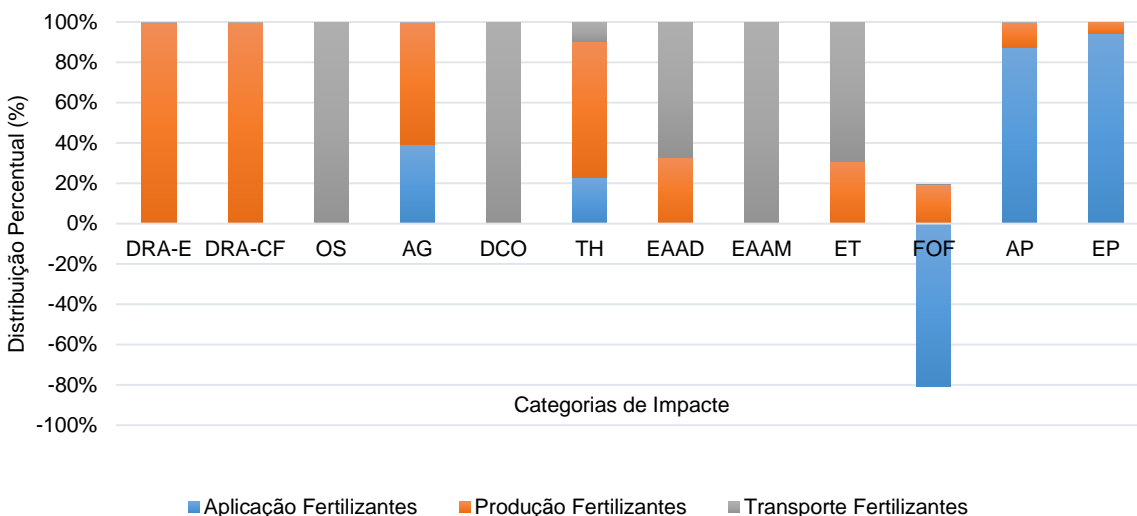


Figura 23 – Distribuição percentual do impacte das atividades referentes aos fertilizantes sintéticos

Com objetivo de efetuar uma análise mais específica entre os impactes referentes à produção e à aplicação dos fertilizantes sintéticos, excluiu-se a influência do transporte na análise do conjunto das atividades relacionadas com os fertilizantes. Através da comparação entre os resultados apresentados na Figura 23 e na Figura 24, torna-se evidente que a exclusão do transporte deixa transparecer que nas categorias de Ocupação de Solo (OS) e Depleção de Camada de Ozono (DCO) nem a aplicação nem a produção comportam impacte e que nas restantes categorias, nas quais o transporte tinha uma relevância significativa, é a produção que adquire maior notoriedade.

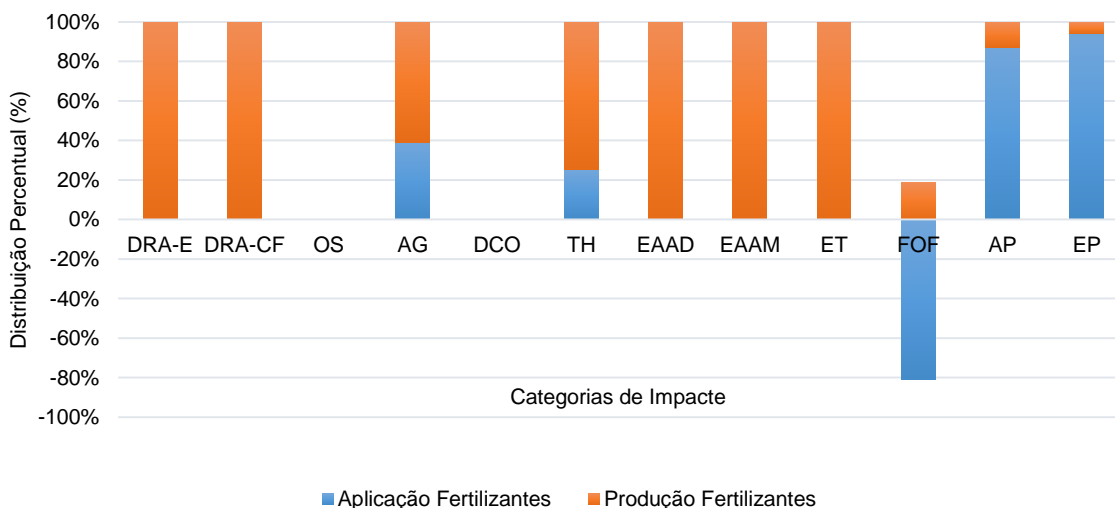


Figura 24 - Distribuição percentual do impacte da produção e aplicação dos fertilizantes sintéticos

Comparando os resultados apresentados na Figura 24 com os correspondentemente obtidos por Point (2008), referido no subcapítulo 2.3.4, pode constatar-se que os resultados percentuais obtidos para a

produção e a aplicação de fertilizantes sintéticos são semelhantes em ambos os trabalhos, ou seja, ocorre uma maior preponderância da aplicação de fertilizantes nas categorias de Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP) e algum peso (entre 40 e 60%) na categoria de Aquecimento Global (AG). Iguamente na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), a aplicação de fertilizantes possui um peso negativo acentuado e a produção de fertilizantes um peso positivo menos significativo em ambos os trabalhos. Nas restantes categorias, é a produção de fertilizantes sintéticos que possui maior relevo, com valores percentuais muito próximos dos 100%, excluindo na Toxicidade Humana (TH).

Nas quatro categorias, para as quais a fase de Engarraamento e Embalagem (ver Figura 21) é mais importante no contexto global (DRA-E, DCO, TH e EAAM), a produção e transporte de rolhas tem a influência total na Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E). Nas outras três categorias, o maior contributo de impacte é desempenhado pela produção e transporte de garrafas, sendo a categoria de Toxicidade Humana (TH) também influenciada pelas rolhas e as restantes duas categorias pelas embalagens de cartão. Para esta fase de Engarraamento e Embalagem (Figura 25), apenas para a categoria de Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD) é representada uma maior relevância dos muselets. No entanto, no resultado total do sistema (Figura 21), esta categoria não é praticamente influenciada por esta fase de Engarraamento e Embalagem, sendo claramente mais influenciada pela Viticultura como anteriormente referido. Nesta fase, a influência do transporte é sempre significativamente menor do que a produção.

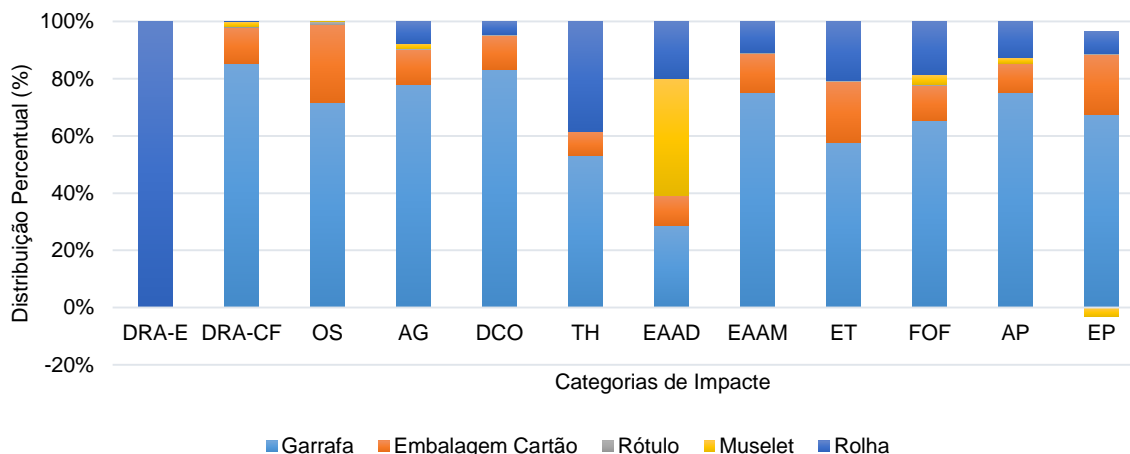


Figura 25 – Distribuição percentual do impacte dos componentes da fase de Engarraamento e Embalagem

Na fase de Produção de Vinho, é possível destacar a produção de Eletricidade como causador de impacte num grande número de categorias (Figura 26). As emissões para a atmosfera e as descargas de efluentes destacam-se na Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF) e a produção e transporte de produtos enológicos provoca o maior impacte nas categorias de Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E), Ocupação do Solo (OS), Depleção da Camada do Ozono (DCO) e Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD). Convém relembrar que os valores de emissão de ar e água correspondem ao impacte originário das emissões diretas da empresa e os restantes resultados correspondem ao impacte da produção e transporte dos diversos produtos, ou seja, nesta fase, o impacte da aplicação de cada produto utilizado é representado em conjunto nas descargas após tratamento em ETAR e nas emissões de fermentação.

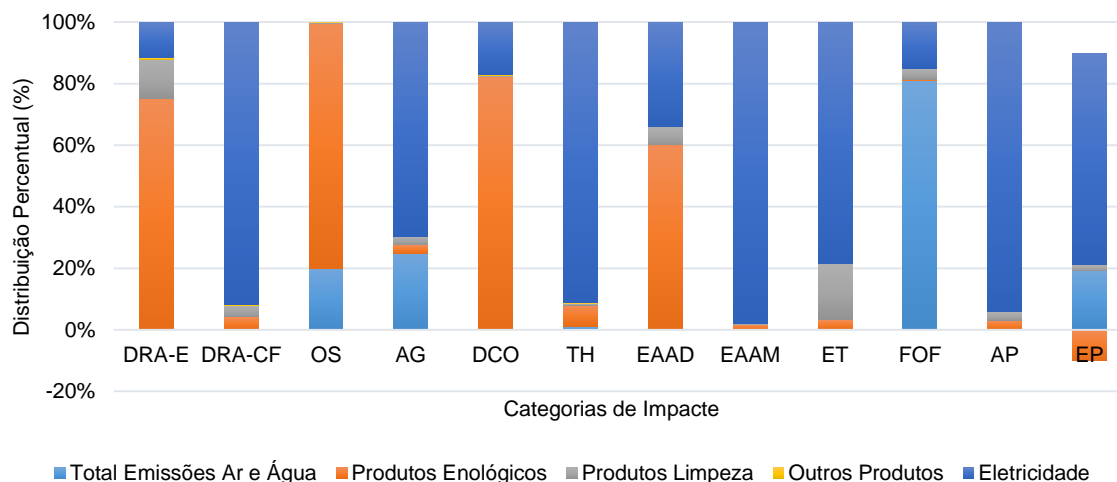


Figura 26 - Distribuição percentual do impacto dos componentes da fase de Produção de Vinho

Esta fase de Produção de Vinho apresenta apenas uma relevância significativa nos resultados totais do sistema (Figura 21), na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF) e na categoria de Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM). Como se pode verificar na Figura 26, essas categorias são influenciadas pelas emissões de atmosféricas e de efluente e pela produção de eletricidade, respetivamente.

No contexto global, a distribuição de importância das diferentes fases coaduna-se com os resultados de outros trabalhos de Avaliação de Ciclo de Vida, sobre produções do setor vitivinícola. Tal como apresentado no Capítulo 2, alguns dos trabalhos aí referidos concluem que são as fases de Viticultura e de Engarrafamento e Embalagem, nomeadamente a produção de garrafas, que influenciam mais significativamente os impactos ambientais correspondentes às categorias analisadas.

Tal como neste trabalho, também é a fase de Viticultura que possui maior contribuição no contexto global das categorias (Neto, et al., 2012; Point, 2008), considerando-se como tendo uma importância significativa em Fusi et al. (2014), Ardente et al. (2006) e Amienyo et al. (2014). Por outro lado, a produção de garrafas é referida como possuindo maior peso em Fusi et al. (2014), sendo identificada como representativa nos restantes trabalhos referidos, o que vai também ao encontro dos resultados obtidos neste trabalho. Neste caso, a fase de Engarrafamento e Embalagem possui grande relevância em quatro categorias, sendo que mais precisamente a produção de garrafas contém maior impacto em três das categorias analisadas.

Nalguns trabalhos como Point et al. (2008) e Fusi et al. (2014), a fase de Distribuição é também considerada relevante, o que não é muito evidente no caso analisado.

6. Análise de Influência de Variação de Diferentes Fatores Produtivos na Avaliação de Ecoeficiência

Após a definição e aplicação da metodologia de análise à obtenção de resultados correspondentes ao ano de 2014 descritos nos capítulos anteriores, considerou-se interessante (i) estabelecer uma comparação desses resultados com os correspondentes a outro ano de produção da empresa, (ii) estudar alterações pontuais que tenham entretanto ocorrido no sistema produtivo e (iii) analisar algumas propostas de alterações desse sistema que possam ser consideradas.

6.1. Comparação dos Resultados de Avaliação de Ciclo de Vida e de Avaliação de Ecoeficiência entre as Produções de 2012 e de 2014

Relativamente à avaliação de outro ano de produção, procedeu-se ao cálculo dos indicadores de impacto ambiental e de ecoeficiência para o ano de 2012. Este estudo doutro ano enquadra-se no contexto de se considerar relevante efetuar comparações de resultados de Avaliação de Ciclo de Vida e de Avaliação de Ecoeficiência entre vários anos diferentes. Nesse contexto é igualmente relevante que seja considerada a análise de vários anos anteriores, de forma a ser obtida uma representação mais fidedigna da evolução do sistema de produção num contexto de ecoeficiência.

O ano de 2012 foi escolhido por se ter verificado uma maior produção de vinho espumante comparativamente ao ano de 2014. Além desse fator, existem diferenças em certos passos do processo, nomeadamente: uma escassa utilização de fertilizantes sintéticos em 2012, representando menos de 3% da quantidade de produtos utilizados em 2014; e a impossibilidade de recorrer ao aproveitamento da produção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, que foram implantados na empresa em 2013. Além disso, é apontado um decréscimo do peso das garrafas de 10 gramas entre 2012 e 2014.

Igualmente em 2012 demonstraram-se valores económicos de lucro significativamente maiores comparativamente a 2014, nomeadamente o resultado líquido utilizado para o cálculo de indicadores de ecoeficiência. Em 2014, a empresa obteve um lucro global de 101.080 euros como anteriormente apresentado, no entanto, em 2012 obteve cerca de 335.379 euros. Essa diferença não é justificável pela quantidade de garrafas vendidas, entre 2012 e 2014, porque foram obtidas vendas de cerca de 830.000 e de 860.000 garrafas, respetivamente. Além desta diferença de valores poder estar associada a inúmeras atividades desempenhadas pela empresa que ficam fora do âmbito deste trabalho, tem uma implicação significativa nos resultados de ecoeficiência. As atividades podem ser alargadas a diversos investimentos efetuados pela empresa em 2014, nomeadamente em compra de maquinaria agrícola, intervenções em infraestruturas ou mesmo anúncios publicitários, apenas para citar alguns exemplos. Como essa diferença de valores económicos influencia significativamente os resultados de ecoeficiência sobre os dois anos, será mais aconselhável fazer comparações com base apenas nos valores ambientais. Ainda assim, e naturalmente, os resultados de ecoeficiência de 2012 são igualmente apresentados.

Relativamente ao cálculo dos indicadores ambientais através da Avaliação de Ciclo de Vida, e dos resultados de Ecoeficiência para o ano de 2012, o procedimento de cálculo considerado para 2014 foi repetido. Foi considerada uma escala temporal semelhante, utilizou-se a mesma unidade funcional relativa à produção anual de vinho espumante (correspondente a 0,75 litros de vinho produzido), e as fronteiras do

sistema foram exatamente as mesmas. Assim, foram considerados os impactes gerados pelas atividades do *Foreground* do sistema produtivo, através da composição do inventário, contendo os fluxos de entradas e saídas das diferentes fases do sistema (Viticultura, Produção de Vinho, Engarrafamento e Embalagem e Distribuição). Cruzando esses dados com os fatores de caracterização da metodologia CML-IA, foi possível obter os resultados de ACV correspondentes. A esta análise do *Foreground* foram adicionados os impactes decorrentes das atividades do *Background*, nomeadamente a produção e transporte dos diversos produtos utilizados, através da aplicação da mesma metodologia, tal como havia sido feito para o ano de 2014.

Existem, entretanto, algumas considerações sobre valores de inventário que foram tomadas para a estimativa dos resultados de 2012 que provieram diretamente da análise feita para o ano de 2014. Estes valores transitaram da análise de 2014 por não serem conhecidos ou não ser possível obter valores para o ano de 2012, no entanto, foram considerados representativos da realidade no ano em causa. Foram então considerados, também em 2012, os valores de 2014 relativos (i) à composição e origem dos produtos utilizados no Engarrafamento e Embalagem, (ii) as distâncias médias dos destinos de Distribuição e (iii) os valores dos resíduos de vidro produzidos no ano. Nesta análise, foram também considerados os valores de descargas de efluentes de 2014, ainda que em 2012 não tivesse sido ainda implementada a ETAR própria da empresa, dado que não existem os valores correspondentes às análises efetuadas ao efluente após tratamento. Dessa forma, este trabalho não pôde analisar e comparar a alteração a nível ambiental e de ecoeficiência decorrente da implementação da ETAR.

Também foram considerados iguais a 2014, os valores dos terrenos ocupados e de água consumida, por não se ter constatado que teria ocorrido uma alteração significativa, entre os anos.

Relativamente aos produtos utilizados na Viticultura e na Produção de Vinho, deve ser destacada a significativamente menor utilização de fertilizantes artificiais comparativamente a 2014. Todas as composições dos produtos e o transporte desde os fornecedores dos mesmos foram recalculados de acordo com a realidade de 2012, através do mesmo procedimento descrito no Capítulo 4.

Na Tabela 20, apresenta-se a produção de uvas e vinho para o ano de 2012.

Tabela 20 - Produção de uvas e vinho no ano de 2012

Uvas	kg	%
Produção própria	158516	12,3%
Fornecedores externos	1134794	87,7%
Total	1293310	100,0%
Vinho/Espumante	L	%
Produção a partir de uvas de produção própria	112099	12,3%
Produção a partir de uvas de fornecedores externos	802501	87,7%
Total	914600	100,0%

Deve ainda ser destacada a maior quantidade de produção de uvas e vinho em 2012 comparativamente a 2014, que influencia todos os dados de inventário para os dois anos, uma vez que são calculados de forma a estarem reportados à unidade funcional de 0,75 litros de vinho espumante produzido. Assim sendo, como em 2014 a produção foi menor, todos os resultados obtidos tendem a ser um pouco mais elevados nesse ano.

Desta forma podem ser apresentados os resultados obtidos para o ano de 2012 para a etapa de Avaliação de Ciclo de Vida na Tabela 21.

Tabela 21 - Resultados de Avaliação de Ciclo de Vida relativos à produção do ano de 2012¹

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₆ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Viticultura												
Fertilizantes ²	4,98E-08	5,36E-02	6,22E-07	1,07E-02	1,74E-12	6,28E-05	4,66E-07	1,59E-03	5,37E-08	-4,41E-07	1,50E-04	1,34E-04
Produtos Fitossanitários ²	4,77E-07	8,90E-03	3,84E-04	7,23E-04	5,40E-11	1,34E-02	2,62E+00	1,59E+00	1,56E-02	2,15E-06	5,73E-05	1,60E-06
Diesel ³	1,67E-09	5,88E-01	0,00E+00	4,20E-02	8,47E-11	5,30E-04	2,12E-05	5,61E-01	1,81E-06	1,86E-05	1,10E-04	2,36E-05
Transporte Uvas	1,84E-10	6,48E-02	0,00E+00	4,62E-03	9,33E-12	1,62E-04	2,34E-06	6,18E-02	1,99E-07	1,54E-06	2,12E-05	4,89E-06
Sub-total Viticultura	5,29E-07	7,16E-01	2,03E+00⁴	5,81E-02	1,50E-10	1,42E-02	2,62E+00	2,22E+00	1,56E-02	2,18E-05	3,38E-04	1,64E-04
Percentagem	0,12%	5,08%	86,22%	4,90%	0,13%	3,67%	99,26%	0,33%	90,75%	2,99%	5,79%	21,62%
Produção de Vinho												
Emissões Ar e Água ⁵	0,00E+00	0,00E+00	9,43E-04	7,35E-02	0,00E+00	2,75E-04	6,17E-15	3,42E-14	5,81E-16	4,31E-04	0,00E+00	2,03E-05
Produtos Enológicos ⁶	3,59E-08	1,67E-01	7,46E-03	1,39E-02	1,04E-08	2,80E-03	5,86E-04	5,70E+00	8,56E-06	3,56E-06	8,45E-05	-2,14E-05
Produtos Limpeza ⁶	4,01E-10	1,10E-02	1,85E-06	1,01E-03	5,06E-12	1,99E-05	4,23E-06	7,01E-02	3,45E-06	2,27E-06	5,16E-06	2,93E-07
Outros Produtos ⁶	3,66E-12	2,10E-05	8,71E-08	1,33E-06	2,44E-13	5,52E-07	1,79E-08	2,23E-04	2,17E-09	2,24E-10	4,49E-09	6,97E-10
Electricidade ⁷	3,00E-09	1,96E+00	0,00E+00	1,86E-01	1,16E-09	2,03E-02	1,79E-04	1,83E+02	1,09E-04	7,30E-05	1,37E-03	7,86E-05
Sub-total Produção de Vinho	3,93E-08	2,14E+00	8,41E-03	2,74E-01	1,15E-08	2,34E-02	7,70E-04	1,89E+02	1,21E-04	5,10E-04	1,46E-03	7,79E-05
Percentagem	0,01%	15,20%	0,36%	23,11%	10,09%	6,06%	0,03%	27,87%	0,71%	69,96%	24,99%	10,30%
Engarramento e Embalagem												
Garrafa ⁶	1,50E-06	8,69E+00	2,24E-01	6,16E-01	7,60E-08	1,73E-01	5,17E-03	3,58E+02	7,91E-04	1,19E-04	2,80E-03	3,42E-04
Embalagem Cartão ⁶	5,13E-07	1,30E+00	8,43E-02	9,45E-02	1,08E-08	2,59E-02	1,87E-03	6,55E+01	2,84E-04	2,22E-05	3,72E-04	1,05E-04
Rótulo ⁶	5,16E-09	2,78E-02	3,49E-03	1,96E-03	2,49E-10	3,53E-04	2,09E-05	8,38E-01	4,96E-06	5,03E-07	1,07E-05	1,48E-06
Muselet ⁶	2,46E-09	1,62E-01	5,84E-05	1,54E-02	2,04E-10	7,71E-06	7,33E-03	1,17E+00	3,48E-06	6,08E-06	6,81E-05	-1,64E-05
Rolha ⁶	4,45E-04	3,97E-03	1,65E-05	5,94E-02	4,01E-09	1,23E-01	3,54E-03	5,03E+01	2,78E-04	3,36E-05	4,68E-04	3,98E-05
Sub-total Engarramento e Embalagem	4,47E-04	1,02E+01	3,12E-01	7,87E-01	9,12E-08	3,22E-01	1,79E-02	4,76E+02	1,36E-03	1,81E-04	3,72E-03	4,72E-04
Percentagem	99,83%	72,35%	13,25%	66,39%	79,67%	83,46%	0,68%	70,24%	7,94%	24,88%	63,77%	62,39%
Distribuição												
Doméstico	1,70E-07	9,73E-01	4,03E-03	6,17E-02	1,13E-08	2,55E-02	8,28E-04	1,03E+01	1,00E-04	1,04E-05	2,08E-04	3,22E-05
Exportação	4,33E-09	6,38E-02	1,00E-04	4,72E-03	2,86E-10	7,55E-04	2,20E-05	2,94E-01	2,62E-06	5,41E-06	1,10E-04	1,08E-05
Sub-total Distribuição	1,74E-07	1,04E+00	4,13E-03	6,64E-02	1,16E-08	2,63E-02	8,50E-04	1,06E+01	1,03E-04	1,58E-05	3,18E-04	4,30E-05
Percentagem	0,04%	7,36%	0,18%	5,60%	10,11%	6,81%	0,03%	1,56%	0,60%	2,17%	5,45%	5,69%
TOTAL Sistema												
	4,48E-04	1,41E+01	2,36E+00	1,19E+00	1,14E-07	3,86E-01	2,64E+00	6,78E+02	1,71E-02	7,29E-04	5,83E-03	7,56E-04
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

¹ Resultados reportados à UF e com as mesmas características representativas que em 2014.

² Resultados relativos à produção, transporte e aplicação de produtos.

³ Resultados relativos à produção e emissões decorrentes do consumo.

⁴ Resultados maioritariamente influenciados pelos terrenos ocupados.

⁵ Resultados relativos apenas às emissões.

⁶ Resultados relativos à produção e transporte.

⁷ Resultados relativos à produção.

Através do valor de Resultado Líquido de 2012 e da produção desse ano obteve-se um valor significativamente diferente de lucro por garrafa de 0,75L quando comparado com 2014. Com um Resultado Líquido de 335.379 € e considerando uma produção 914600 litros, obteve-se um lucro de 0,275 € por garrafa produzida. Tal como na análise de 2014, este valor foi aplicado nos resultados de Avaliação de Ciclo de Vida, permitindo obter os resultados de Avaliação de Ecoeficiência, apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resultados da Avaliação de Ecoeficiência relativos à produção do ano de 2012¹

	DRA-E (kg Sb eq / €)	DRA-CF (MJ eq / €)	OS (m ² ano eq. / €)	AG (kg CO ₂ eq. / €)	DCO (kg CFC -11 eq. / €)	TH (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAD (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAM (kg 1,4 DCB eq. / €)	ET (kg 1,4 DCB eq. / €)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq. / €)	AP (kg SO ₂ eq. / €)	EP (kg PO ₄ eq. / €)
Viticultura												
Fertilizantes	1,81E-07	1,95E-01	2,26E-06	3,91E-02	6,33E-12	2,28E-04	1,69E-06	5,78E-03	1,95E-07	-1,60E-06	5,44E-04	4,86E-04
Produtos Fitossanitários	1,73E-06	3,24E-02	1,40E-03	2,63E-03	1,97E-10	4,88E-02	9,53E+00	5,80E+00	5,65E-02	7,81E-06	2,08E-04	5,80E-06
Diesel	6,06E-09	2,14E+00	0,00E+00	1,53E-01	3,08E-10	1,93E-03	7,72E-05	2,04E+00	6,56E-06	6,75E-05	3,99E-04	8,57E-05
Transporte Uvas	6,68E-10	2,36E-01	0,00E+00	1,68E-02	3,39E-11	5,89E-04	8,50E-06	2,25E-01	7,23E-07	5,61E-06	7,70E-05	1,78E-05
Sub-total Viticultura	1,92E-06	2,60E+00	7,39E+00²	2,11E-01	5,45E-10	5,15E-02	9,53E+00	8,07E+00	5,66E-02	7,94E-05	1,23E-03	5,95E-04
Percentagem	0,12%	5,08%	86,22%	4,90%	0,13%	3,67%	99,26%	0,33%	90,75%	2,99%	5,79%	21,62%
Produção de Vinho												
Emissões Ar e Água	0,00E+00	0,00E+00	3,43E-03	2,67E-01	0,00E+00	9,98E-04	2,24E-14	1,24E-13	2,11E-15	1,57E-03	0,00E+00	7,39E-05
Produtos Enológicos	1,30E-07	6,07E-01	2,71E-02	5,06E-02	3,77E-08	1,02E-02	2,13E-03	2,07E+01	3,11E-05	1,29E-05	3,07E-04	-7,77E-05
Produtos Limpeza	1,46E-09	3,99E-02	6,72E-06	3,67E-03	1,84E-11	7,25E-05	1,54E-05	2,55E-01	1,25E-05	8,25E-06	1,88E-05	1,07E-06
Outros Produtos	1,33E-11	7,65E-05	3,17E-07	4,85E-06	8,87E-13	2,01E-06	6,51E-08	8,10E-04	7,88E-09	8,16E-10	1,63E-08	2,53E-09
Electricidade	1,09E-08	7,13E+00	0,00E+00	6,75E-01	4,23E-09	7,37E-02	6,51E-04	6,66E+02	3,97E-04	2,66E-04	4,97E-03	2,86E-04
Sub-total Produção de Vinho	1,43E-07	7,78E+00	3,06E-02	9,96E-01	4,20E-08	8,50E-02	2,80E-03	6,87E+02	4,40E-04	1,85E-03	5,30E-03	2,83E-04
Percentagem	0,01%	15,20%	0,36%	23,11%	10,09%	6,06%	0,03%	27,87%	0,71%	69,96%	24,99%	10,30%
Engarrafamento e Embalagem												
Garrafa	5,46E-06	3,16E+01	8,16E-01	2,24E+00	2,76E-07	6,27E-01	1,88E-02	1,30E+03	2,88E-03	4,33E-04	1,02E-02	1,24E-03
Embalagem Cartão	1,86E-06	4,74E+00	3,06E-01	3,44E-01	3,91E-08	9,43E-02	6,81E-03	2,38E+02	1,03E-03	8,07E-05	1,35E-03	3,81E-04
Rótulo	1,88E-08	1,01E-01	1,27E-02	7,11E-03	9,05E-10	1,28E-03	7,58E-05	3,05E+00	1,80E-05	1,83E-06	3,89E-05	5,40E-06
Muselet	8,95E-09	5,89E-01	2,12E-04	5,60E-02	7,40E-10	2,80E-05	2,67E-02	4,25E+00	1,27E-05	2,21E-05	2,48E-04	-5,98E-05
Rolha	1,62E-03	1,45E-02	5,99E-05	2,16E-01	1,46E-08	4,48E-01	1,29E-02	1,83E+02	1,01E-03	1,22E-04	1,70E-03	1,45E-04
Sub-total Engarrafamento e Embalagem	1,63E-03	3,70E+01	1,14E+00	2,86E+00	3,32E-07	1,17E+00	6,52E-02	1,73E+03	4,95E-03	6,60E-04	1,35E-02	1,72E-03
Percentagem	99,83%	72,35%	13,25%	66,39%	79,67%	83,46%	0,68%	70,24%	7,94%	24,88%	63,77%	62,39%
Distribuição												
Doméstico	6,16E-07	3,54E+00	1,46E-02	2,24E-01	4,10E-08	9,28E-02	3,01E-03	3,75E+01	3,64E-04	3,77E-05	7,55E-04	1,17E-04
Exportação	1,58E-08	2,32E-01	3,65E-04	1,72E-02	1,04E-09	2,75E-03	8,02E-05	1,07E+00	9,52E-06	1,97E-05	4,01E-04	3,93E-05
Sub-total Distribuição	6,32E-07	3,77E+00	1,50E-02	2,42E-01	4,21E-08	9,55E-02	3,09E-03	3,86E+01	3,74E-04	5,74E-05	1,16E-03	1,57E-04
Percentagem	0,04%	7,36%	0,18%	5,60%	10,11%	6,81%	0,03%	1,56%	0,60%	2,17%	5,45%	5,69%
TOTAL Sistema												
	1,63E-03	5,12E+01	8,57E+00	4,31E+00	4,16E-07	1,40E+00	9,60E+00	2,47E+03	6,23E-02	2,65E-03	2,12E-02	2,75E-03
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

¹ Resultados reportados à UF e com as mesmas características representativas da Tabela 21.

² Resultado maioritariamente influenciado pelos terrenos ocupados.

De forma a serem analisadas as importâncias percentuais de cada fase nos valores finais das diferentes categorias de impacte ambiental, apresenta-se a Figura 27, na qual são comparados os anos de 2012 e 2014.

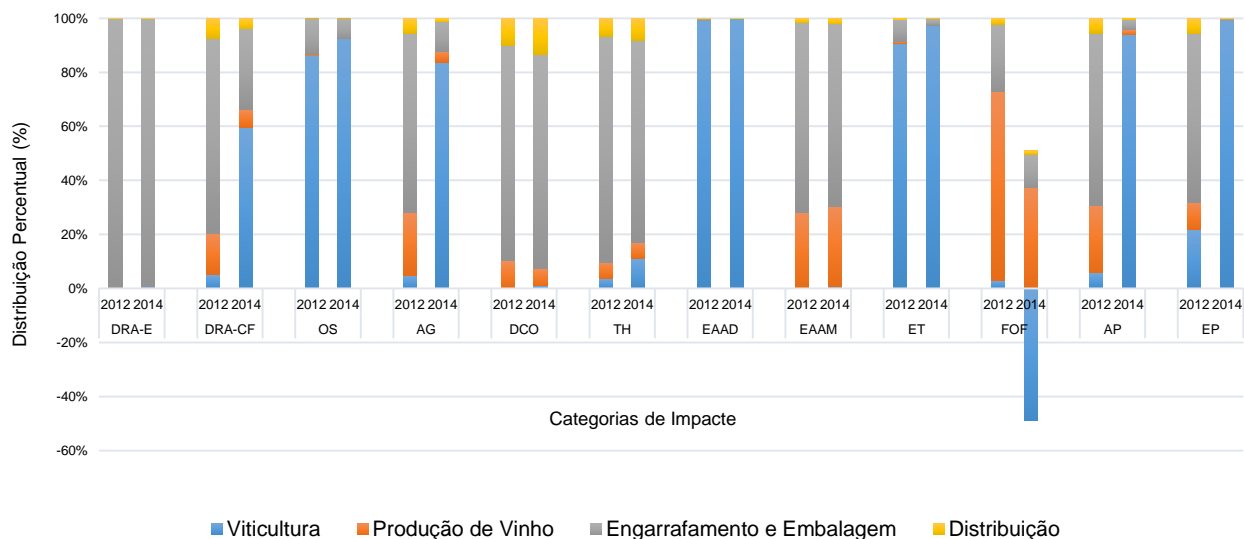


Figura 27 – Distribuição percentual do impacte das diferentes fases em 2012 e 2014

É observável que a grande diferença entre a distribuição da influência das fases, entre os dois anos considerados, destaca-se na relevância da fase de Viticultura na quantificação de impacte ambiental, que aumenta significativamente no ano de 2014 quando comparado com o ano de 2012, nas categorias de Aquecimento Global (AG), Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP). O aumento da importância da Viticultura diminui a influência das fases de Engarraamento e Embalagem e de Produção de Vinho nas categorias citadas. Também é descrita a maior relevância da fase de Viticultura em 2014, na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), embora com uma influência de valor negativo.

Nas categorias de Ocupação de Solo (OS) e de Ecotoxicidade Terrestre (ET), a importância da Viticultura aumenta, confirmando a maioria da influência nos resultados globais. Na categoria de Toxicidade Humana (TH) ocorre também um acréscimo, mas mantendo-se o carácter secundário dessa fase.

Procedeu-se também a uma comparação dos resultados absolutos do sistema produtivo total entre 2012 e 2014 (Tabela 23), utilizando apenas os resultados de ACV, porque os resultados da Avaliação de Ecoeficiência são significativamente influenciados pelos diferentes valores económicos dos dois anos. Assim, uma análise comparativa com esses dados iria levar a conclusões influenciadas por essa diferença dos valores económicos, que são afetados por outros fatores que não a produção e venda da empresa.

Tabela 23 - Comparação dos resultados de ACV do sistema de produção total entre 2012 e 2014

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC-11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
TOTAL 2012	4,48E-04	1,41E+01	2,36E+00	1,19E+00	1,14E-07	3,86E-01	2,64E+00	6,78E+02	1,71E-02	7,29E-04	5,83E-03	7,56E-04
TOTAL 2014	4,50E-04	3,40E+01	4,18E+00	7,09E+00	1,14E-07	4,27E-01	9,41E+00	6,98E+02	5,91E-02	2,68E-05	9,33E-02	6,53E-02

Comparando os resultados finais de ACV entre 2012 e 2014 concluiu-se que ocorrem aumentos significativos dos valores de impacte praticamente em todas as categorias (DRA-CF, OS, AG, TH, EAAD, ET, AP e EP), que são maioritariamente influenciadas pela fase de Viticultura. Exclui-se a categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), porque neste caso, a Viticultura tem uma influência inversa aos valores das outras fases. As outras categorias (DRA-E, DCO e EAAM) não aumentam ou aumentam apenas ligeiramente, por duas razões: não são influenciadas pela fase de Viticultura, traduzindo a grande diferença de procedimento da empresa entre os dois anos no que concerne à aplicação de fertilizantes sintéticos; e pelo facto da quantidade de vinho produzido ter sido menor no ano de 2014 que em 2012, o que provoca um aumento global nos valores de 2014, uma vez que todos os resultados estão reportados à UF.

De forma a analisar as fases individualmente, procede-se à apresentação dos resultados para cada uma das fases. Na fase de Viticultura, com a variação descrita na Tabela 24 e representada na Figura 28, pode-se observar que as ações praticadas no ano de 2014 produziram maiores valores de impacte para todas categorias.

Como referido no início deste capítulo, o ano de 2012 contrasta de forma significativa com 2014, na aplicação de produtos fertilizantes sintéticos. Segundo informação da empresa, o ano de 2014, foi um ano de maior aplicação de produtos decorrente de uma análise de solos oportunamente efetuada, e que demonstrou a necessidade de uma intervenção de fundo nos terrenos de vinha. Assim sendo, deve ser apontada essa diferença de procedimento como o fator responsável pelos valores mais significativos obtidos para 2014, uma vez que não existiram grandes alterações noutros fatores como o consumo de água, de *diesel* e na aplicação de produtos fitossanitários.

Tabela 24 – Comparação dos resultados de ACV para a fase de Viticultura em 2012 e 2014

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Viticultura 2012	5,29E-07	7,16E-01	2,03E+00	5,81E-02	1,50E-10	1,42E-02	2,62E+00	2,22E+00	1,56E-02	2,18E-05	3,38E-04	1,64E-04
Viticultura 2014	2,46E-06	2,02E+01	3,86E+00	5,92E+00	1,03E-09	4,71E-02	9,39E+00	4,64E+00	5,75E-02	-7,03E-04	8,77E-02	6,47E-02

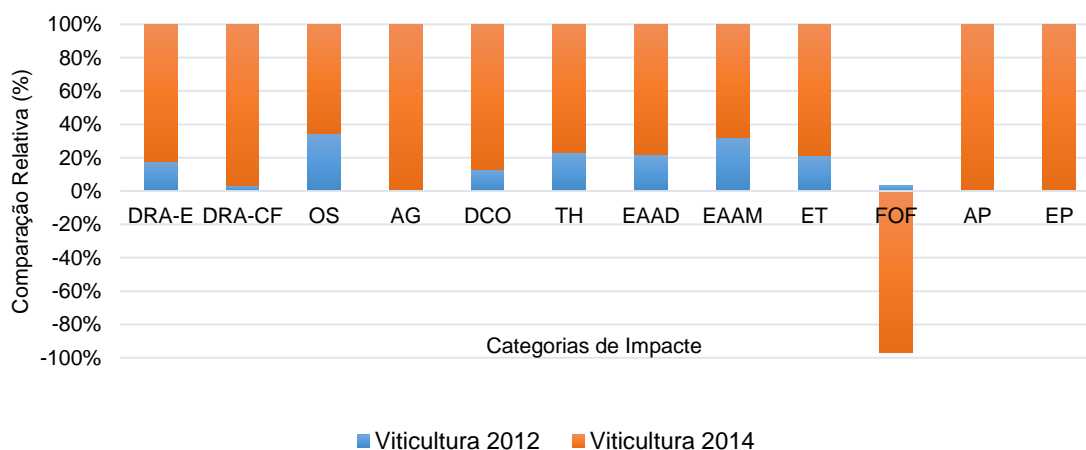


Figura 28 - Comparação percentual de resultados da fase de Viticultura entre os dois anos analisados

De forma a identificar a origem do aumento da influência da Viticultura entre 2012 e 2014, considerou-se fundamental comparar os contributos dos diferentes componentes contribuintes para esta fase nos dois anos, resumido Figura 29.

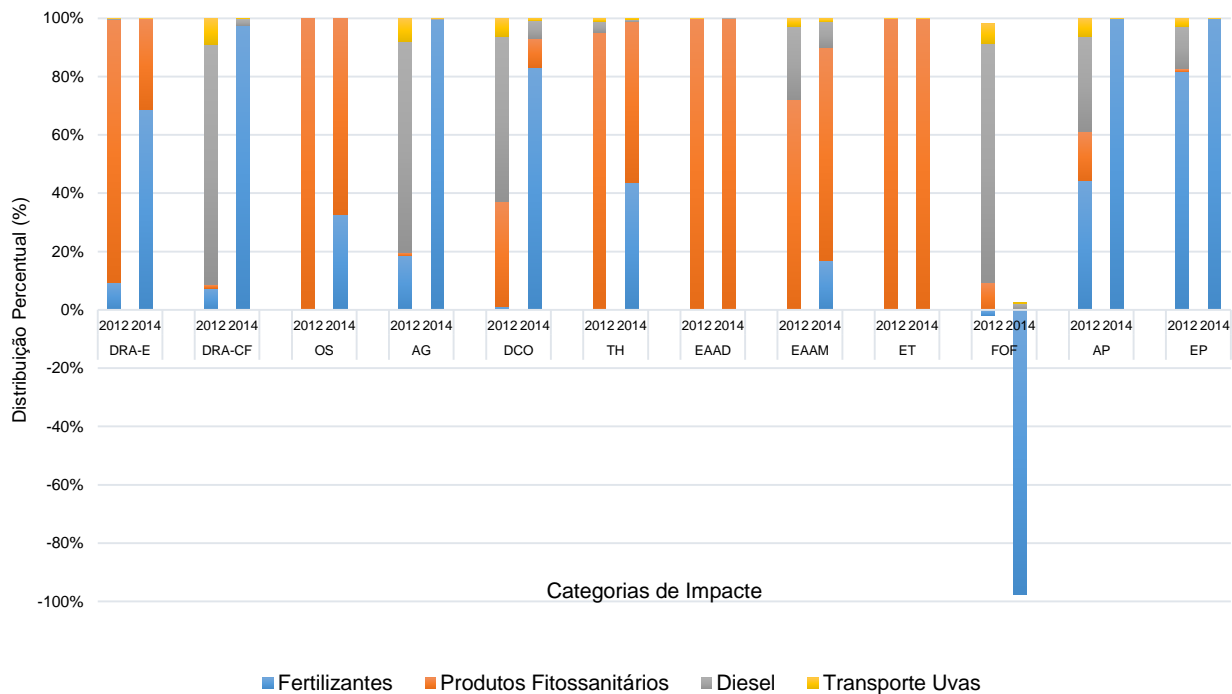


Figura 29 - Distribuição das contribuições dos componentes analisados na fase de Viticultura para os anos de 2012 e 2014

Em conformidade com o já referido muito considerável aumento da aplicação de fertilizantes sintéticos nos solos no ano de 2014 comparativamente a 2012, a Figura 29 permite constatar que o contributo da fertilização aumenta significativamente em 2014 quando comparada com os outros componentes desta fase. O aumento de influência é observável na maioria das categorias, excetuando-se Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD) e Ecotoxicidade Terrestre (ET). Também na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF) ocorre influência embora no sentido inverso.

Para descrever o aumento do peso desta fase não devem ser negligenciados outros dois fatores: um ligeiro acréscimo das quantidades anuais utilizadas de outros produtos nomeadamente os produtos fitossanitários e a diminuição da produção de uvas entre 2012 e 2014.

No caso da fase de Produção de Vinho, são notórias algumas diferenças nos valores das categorias analisadas como se pode verificar na Tabela 25 e Figura 30. As diferenças descrevem pequenos aumentos e diminuições nas categorias, que estão relacionados com algumas alterações pouco significativas a nível de inventário nomeadamente nos produtos utilizados.

Tabela 25 - Resultados de ACV para a fase de Produção de Vinho em 2012 e 2014

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC-11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Produção de Vinho 2012	3,93E-08	2,14E+00	8,41E-03	2,74E-01	1,15E-08	2,34E-02	7,70E-04	1,89E+02	1,21E-04	5,10E-04	1,46E-03	7,79E-05
Produção de Vinho 2014	2,87E-08	2,36E+00	5,60E-03	2,95E-01	7,54E-09	2,46E-02	5,84E-04	2,07E+02	1,54E-04	5,33E-04	1,61E-03	1,01E-04

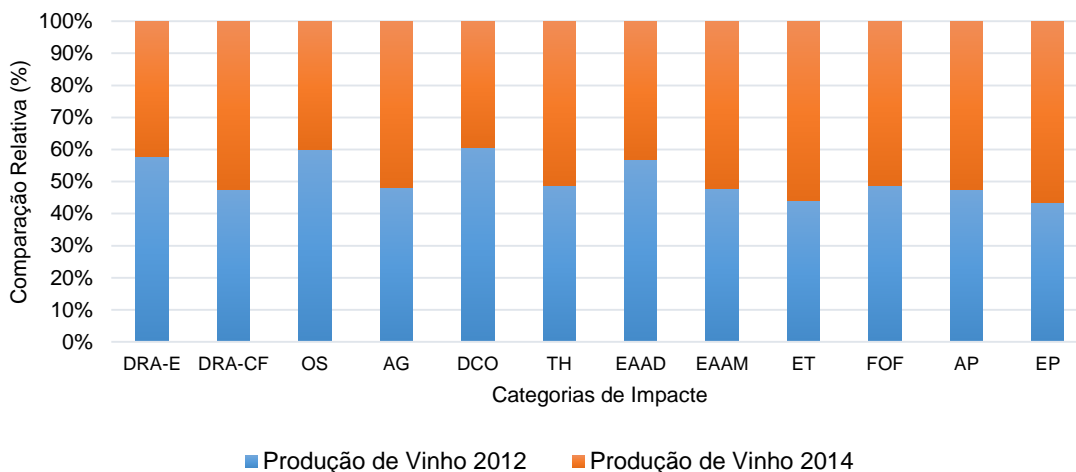


Figura 30 - Comparação percentual de resultados da fase de Produção de Vinho entre os dois anos analisados

As diferenças entre os valores obtidos sobre a fase de Produção de Vinho não são muito significativas, no entanto, é possível identificar um decréscimo entre 2012 e 2014 nas categorias de Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E), Ocupação de Solo (OS), Depleção de Camada de Ozono (DCO) e Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD).

Por outro lado, denota-se um ligeiro aumento dos valores nas outras categorias, entre 2012 e 2014, com maior destaque para as de Ecotoxicidade Terrestre (ET) e Eutrofização Potencial (EP).

De forma a relacionar os resultados obtidos para a fase de Produção de Vinho e os resultados globais, foram avaliadas as categorias que nos resultados finais mais são influenciadas pela fase de Produção de Vinho.

Assim, podem-se identificar os exemplos de Aquecimento Global (AG) e da Acidificação Potencial (AP) que embora tenham os valores absolutos aumentados na Produção de Vinho, esta fase perde influência no ano de 2014 para a fase de Viticultura. No mesmo sentido, a fase de Produção de Vinho perde peso nos valores positivos na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos para a fase de Engarrafamento e Embalagem, não obstante o seu contributo real ser maior em 2014.

Por outro lado, na categoria de Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM), o aumento da contribuição desta fase entre 2012 e 2014, provoca um ligeiro crescimento na influência no resultado global, em 2014.

Na fase de Engarrafamento e Embalagem, a única diferença de inventário considerada entre os dois anos de estudo é um decréscimo do peso das garrafas de 890g para 880g. Como se pode verificar na Tabela 26, existe uma redução dos valores de impacte obtidos em quase todas as categorias, mas esse decréscimo é muito pouco representativo. Essa redução é resultado de dois fatores, que influenciam os resultados desta fase de forma contrária, e que ocorrem entre 2012 e 2014: o decréscimo do peso das

garrafas que comporta um benefício ambiental, diminuindo os valores, e a diminuição de produção da quantidade de vinho que, ao reportar os dados de inventário à unidade funcional (0,75 litros de vinho produzido), influencia os resultados de 2014, aumentando-os. Tendo em conta estes dois fatores contrários, os valores das categorias diminuem como já referido, embora apenas em pequena escala. As pequenas diferenças obtidas conduzem a, neste caso, dispensar a representação gráfica.

Tabela 26 - Resultados de ACV para a fase de Engarrafamento e Embalagem para 2012 e 2014

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Engarrafamento e Embalagem 2012	4,47E-04	1,02E+01	3,12E-01	7,87E-01	9,12E-08	3,22E-01	1,79E-02	4,76E+02	1,36E-03	1,81E-04	3,72E-03	4,72E-04
Engarrafamento e Embalagem 2014	4,47E-04	1,01E+01	3,10E-01	7,80E-01	9,03E-08	3,20E-01	1,79E-02	4,72E+02	1,35E-03	1,80E-04	3,69E-03	4,68E-04

Relativamente à fase de Distribuição, os valores de impacto aumentam em todas as categorias em 2014, podendo esse aumento ser atribuído apenas à menor quantidade de vinho produzido nesse ano, uma vez que a quantidade de distribuição dos produtos vendidos não é significativamente diferente entre os dois anos. De qualquer forma, este aumento de valores não reflete uma influência relevante nos resultados finais do sistema na maioria das categorias, porque esta fase não influencia significativamente esses resultados. Ainda assim, na categoria de Depleção de Camada de Ozono (DCO), na qual a Distribuição obteve maior percentagem de impacto sobre os resultados do sistema total, identifica-se um aumento relevante de 10% para 13,6% entre 2012 e 2014, sendo este o exemplo mais evidente da alteração sentida nos resultados finais.

Podem-se observar os resultados de ACV para a fase de Distribuição em 2012 e 2014, na Tabela 27 e na Figura 31.

Tabela 27 - Resultados de ACV para a fase de Distribuição para 2012 e 2014

	DRA-E (kg Sb eq.)	DRA-CF (MJ eq.)	OS (m ² .ano eq.)	AG (kg CO ₂ eq.)	DCO (kg CFC -11 eq.)	TH (kg 1,4 DCB eq.)	EAAD (kg 1,4 DCB eq.)	EAAM (kg 1,4 DCB eq.)	ET (kg 1,4 DCB eq.)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq.)	AP (kg SO ₂ eq.)	EP (kg PO ₄ eq.)
Distribuição 2012	1,74E-07	1,04E+00	4,13E-03	6,64E-02	1,16E-08	2,63E-02	8,50E-04	1,06E+01	1,03E-04	1,58E-05	3,18E-04	4,30E-05
Distribuição 2014	2,32E-07	1,35E+00	5,52E-03	8,61E-02	1,55E-08	3,50E-02	1,14E-03	1,42E+01	1,37E-04	1,67E-05	3,35E-04	4,90E-05

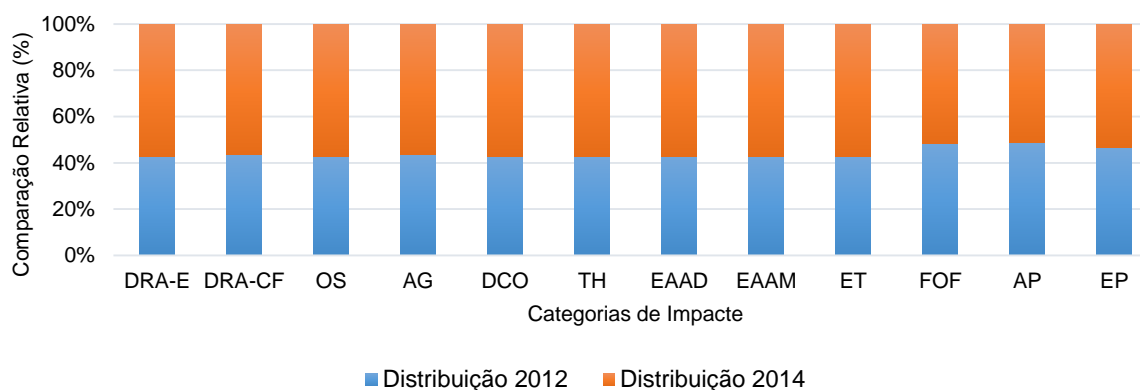


Figura 31 - Comparação percentual de resultados da fase de Distribuição entre os dois anos analisados

6.2. Comparação da Variação de Resultados de Ecoeficiência Decorrente da Instalação de Painéis Fotovoltaicos

Conforme referido na introdução deste capítulo, considerou-se também importante avaliar alterações que possam ter ocorrido nos últimos anos nas componentes do sistema produtivo. Com este propósito, identificou-se a utilização de painéis fotovoltaicos, que permitiu gerar eletricidade que é vendida à empresa fornecedora da mesma.

Esta simulação procurou analisar a mais-valia obtida pela empresa na utilização de painéis solares para produção de eletricidade e correspondente venda, no ano de 2014, estabelecendo duas situações paralelas, nesse ano: a situação base, considerando o estado atual do sistema produtivo da empresa, integrando a produção de eletricidade e correspondente venda; e a situação alternativa, onde se avalia o caso de a empresa ter continuado sem produzir energia através da utilização dos painéis.

Nesse sentido, existem dois fatores que devem ser considerados para que a simulação seja completa.

Um dos fatores é o valor ambiental que é influenciado pela quantidade de energia consumida. Nesse caso, considerando a produção e venda de energia, a atual situação descreve um consumo de eletricidade menor do que a hipótese alternativa, que não considera a produção. Embora a empresa consuma a mesma quantidade de eletricidade, considerou-se ambientalmente razoável, subtrair a energia produzida à energia consumida e obter os resultados de impacto decorrentes desse valor. Neste caso, o estudo já apresentado sobre o ano de 2014 representado no Capítulo 4, considera a subtração da energia produzida à energia consumida, tendo sido obtido um valor de 2,71E-01 kWh por unidade funcional (0,75 litros de vinho produzido). De forma a comparar com a situação alternativa sem geração de energia, considerou-se apenas o valor de eletricidade consumida, de 3E-01 kWh por unidade funcional.

O outro fator importante é o valor económico. Com a produção de energia, a empresa não só procura obter melhores resultados ambientais, uma vez que está a produzir energia limpa, como através da venda dessa energia, faz aumentar o seu lucro final. Nesse sentido, considerou-se importante, ao estabelecer uma situação paralela em que a empresa não produz eletricidade, fazer valer essa ação nos dois pontos da Avaliação de Ecoeficiência. Assim, além de se prever um consumo maior de eletricidade, considerou-se que o resultado líquido económico também é afetado, retirando-lhe o valor que a venda da eletricidade acrescenta. Desta forma, retirou-se ao valor de lucro anual de 101.030€ o valor de venda da eletricidade gerada, cerca de 11.575€.

Apresenta-se na Tabela 28, os valores obtidos para a comparação entre as situações, para a fase de Produção de Vinho¹ e o resultado final para todo o sistema.

¹ Apenas se apresenta a fase de Produção de Vinho, pois é apenas nesta fase que o fluxo de eletricidade representa impacto ambiental.

Tabela 28 - Resultados de Avaliação de Ecoeficiência nas situações analisadas

	DRA-E (kg Sb eq / €)	DRA-CF (MJ eq / €)	OS (m ² .ano eq. / €)	AG (kg CO ₂ eq. / €)	DCO (kg CFC -11 eq. / €)	TH (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAD (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAM (kg 1,4 DCB eq. / €)	ET (kg 1,4 DCB eq. / €)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq. / €)	AP (kg SO ₂ eq. / €)	EP (kg PO ₄ eq. / €)
Produção de Vinho												
Simulação sem geração	3,32E-07	2,97E+01	6,39E-02	3,63E+00	8,76E-08	3,08E-01	6,91E-03	2,61E+03	1,91E-03	6,18E-03	2,02E-02	1,26E-03
Situação Real	2,90E-07	2,39E+01	5,66E-02	2,99E+00	7,62E-08	2,48E-01	5,90E-03	2,09E+03	1,56E-03	5,38E-03	1,62E-02	1,02E-03
Variação (%)	-12,57%	-19,60%	-11,45%	-17,75%	-13,09%	-19,55%	-14,65%	-20,09%	-18,49%	-12,91%	-19,78%	-19,13%
Sistema Total												
Simulação sem geração	5,13E-03	3,91E+02	4,77E+01	8,11E+01	1,31E-06	4,90E+00	1,07E+02	8,22E+03	6,75E-01	4,08E-04	1,07E+00	7,46E-01
Situação Real	4,54E-03	3,44E+02	4,23E+01	7,16E+01	1,16E-06	4,31E+00	9,50E+01	7,05E+03	5,97E-01	2,71E-04	9,43E-01	6,60E-01
Variação (%)	-11,45%	-12,07%	-11,45%	-11,73%	-11,56%	-11,96%	-11,45%	-14,20%	-11,47%	-33,51%	-11,61%	-11,47%

Como se pode observar, a geração de eletricidade promove um aumento de ecoeficiência em todas as categorias na fase de Produção de Vinho e no resultado global do sistema. Esse aumento de ecoeficiência é refletido pela diminuição dos valores obtidos, uma vez que o valor ambiental se situa no numerador da equação de cálculo da ecoeficiência e o valor económico no denominador. No contexto global, a variação é notória em todas as categorias, oscilando na maioria, em redor dos 12%, sendo esta melhoria de ecoeficiência proporcionada pelo menor valor de consumo de eletricidade aplicado e pelo maior valor de lucro quando comparado com a situação sem geração de eletricidade.

6.3. Comparação da Variação de Resultados de Ecoeficiência Decorrente do Decréscimo de Peso das Garrafas Utilizadas

Tal como já havia sido descrito na comparação entre os anos de 2012 e 2014, as garrafas têm vindo a ser mais leves, por opção tomada (e que tem vindo a ser continuada, nos últimos anos) pelo produtor das mesmas. Na sequência de se ter introduzido esse fator na comparação entre os dois anos, considerou-se interessante estudar de que forma, diminuições mais elevadas na massa das garrafas poderiam influenciar os resultados de ecoeficiência. Utilizou-se o ano de 2014 como ano base, tendo em conta que os resultados deste ano são menos influenciados pela fase de Engarrafamento e Embalagem do que o ano de 2012. Partindo-se do cálculo efetuado para 2014, simularam-se hipóteses em que as massas de garrafas diminuiriam 5, 10 e 20%. Deve ser referido que esta alteração influencia não só a fase de Engarrafamento e Embalagem, nas suas parcelas de produção e transporte de garrafas, como a fase de Distribuição que conta com os pesos de vinho e dos materiais transportados.

Assim sendo, pode-se verificar os resultados de todo o processo no seu estado atual e com as reduções apontadas na Tabela 29. Apresentam-se igualmente as variações provocadas relativamente à situação atual. Como se pode verificar, a redução da massa das garrafas provocou um decréscimo nos valores dos indicadores de ecoeficiência para as diversas categorias, sendo que essa redução representa uma melhoria de ecoeficiência. Com 10% de redução, já se identificam melhorias significativas em algumas das categorias, sendo claro que, com uma redução de 20%, os resultados são ainda melhores.

Tabela 29 - Resultados de Avaliação de Ecoeficiência nas situações analisadas

TOTAL	DRA-E (kg Sb eq / €)	DRA-CF (MJ eq / €)	OS (m ² .ano eq. / €)	AG (kg CO ₂ eq. / €)	DCO (kg CFC -11 eq. / €)	TH (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAD (kg 1,4 DCB eq. / €)	EAAM (kg 1,4 DCB eq. / €)	ET (kg 1,4 DCB eq. / €)	FOF (kg C ₂ H ₄ eq. / €)	AP (kg SO ₂ eq. / €)	EP (kg PO ₄ eq. / €)
Atual	4,54E-03	3,44E+02	4,23E+01	7,16E+01	1,15E-06	4,30E+00	9,50E+01	7,04E+03	5,97E-01	2,70E-04	9,43E-01	6,60E-01
Redução 5% - 836g	4,54E-03	3,39E+02	4,21E+01	7,13E+01	1,11E-06	4,22E+00	9,50E+01	6,87E+03	5,97E-01	2,07E-04	9,42E-01	6,60E-01
Varição (%)	-0,02%	-1,37%	-0,27%	-0,46%	-3,64%	-2,21%	0,00%	-2,59%	-0,07%	-23,55%	-0,16%	-0,03%
Redução 10% - 792g	4,54E-03	3,34E+02	4,20E+01	7,09E+01	1,07E-06	4,12E+00	9,50E+01	6,68E+03	5,97E-01	1,44E-04	9,40E-01	6,60E-01
Varição (%)	-0,04%	-2,73%	-0,54%	-0,92%	-7,28%	-4,43%	-0,01%	-5,19%	-0,14%	-47,09%	-0,32%	-0,06%
Redução 20% - 704g	4,54E-03	3,25E+02	4,18E+01	7,03E+01	9,87E-07	3,93E+00	9,50E+01	6,32E+03	5,96E-01	1,58E-05	9,37E-01	6,59E-01
Varição (%)	-0,07%	-5,47%	-1,07%	-1,85%	-14,55%	-8,85%	-0,01%	-10,37%	-0,29%	-94,18%	-0,63%	-0,11%

7. Conclusões

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões retiradas do trabalho efetuado. Analisa-se as conclusões relativas à análise efetuada sobre a produção de 2014, as principais ideias retiradas da comparação entre 2012 e 2014 e das restantes análises comparativas. São igualmente apresentadas algumas propostas sobre trabalhos a realizar no futuro.

7.1. Conclusões Relativas ao Trabalho Efetuado

Este trabalho foi concebido no sentido de enquadrar um crescente interesse na elaboração de estudos de ecoeficiência através de uma metodologia recente, que se desenvolve a partir de uma Avaliação de Ciclo de Vida. A aplicação deste tipo de estudos no setor vitivinícola não é novidade. No entanto, os trabalhos existentes apenas se concentram na abordagem ambiental, não sendo incluído o indicador económico, que permite a evolução da Avaliação de Ciclo de Vida para uma Avaliação de Ecoeficiência como a apresentada neste trabalho.

A avaliação executada pretendeu analisar o sistema produtivo de vinho espumante da Murganheira, através do desenvolvimento inicial do inventário das fases do sistema produtivo e posterior obtenção de resultados de ACV e de Avaliação de Ecoeficiência. Nesse sentido, apontou-se como objetivo a definição e quantificação dos principais impactes e fases do sistema produtivo mais afetados, identificando as etapas e atividades da produção mais significativas em termos de impactes e permitir, através desse conhecimento identificar os pontos do sistema produtivo mais sensíveis com vista a melhorar os valores de ecoeficiência. O trabalho foi desenvolvido com base na produção e atividades do ano de 2014, o que permitiu entender quais os pontos críticos e fases mais influentes na obtenção de resultados de impacte ambiental, num ciclo de produção completo. Partindo dessa análise, promoveu-se uma comparação com um outro ano, 2012, que apresenta algumas diferenças de características de produção. Além dessa comparação, foi ainda possível analisar algumas alterações ocorridas anteriormente e outras possíveis mudanças na produção.

Relativamente à avaliação efetuada sobre o ano de 2014, foi possível identificar, no inventário elaborado para as atividades de *Foreground*, algumas características do sistema produtivo desse ano. Em termos de recursos introduzidos no sistema produtivo, foi possível identificar um maior consumo de água na fase de Viticultura do que na fase de Produção de Vinho. Na fase de Viticultura, destaca-se ainda o consumo de *diesel* na maquinaria agrícola, não se reportando qualquer consumo de eletricidade, uma vez que apenas se identifica a sua utilização na extração de água dos poços, considerada pouco significativa quando comparada com a quantidade utilizada na Produção de Vinho. Dessa forma, a quantidade total de eletricidade consumida contabilizada pela empresa foi reportada na parte do inventário referente à fase de Produção de Vinho. Destaca-se também a utilização de fertilizantes e produtos fitossanitários na Viticultura e de produtos enológicos, de limpeza e matérias filtrantes e lubrificantes na fase de Produção de Vinho.

Relativamente a emissões de saída do sistema produtivo, foram calculadas as emissões decorrentes da aplicação de fertilizantes sintéticos e de produtos fitossanitários, juntamente com as emissões provenientes da combustão de *diesel*, na fase de Viticultura. Para a fase de Produção de Vinho, destacam-se as emissões de fermentação e as descargas de efluentes.

Para a fase de Engarrafamento e Embalagem, definiram-se quantidade mássicas dos materiais requeridos, como garrafas, rolhas, etc., às quais foram adicionadas taxas de perdas consideradas pela

empresa; e para a fase de Distribuição foram calculadas as distâncias aos países de destino e respetivas quantidades.

No sentido de desenvolver o trabalho a nível das atividades de *Background* foram calculadas igualmente as distâncias e quantidades de produtos transportados desde o local dos fornecedores. Nalguns casos o fornecedor é o produtor do produto, nomeadamente para as garrafas e para todos os produtos de Embalagem.

Ainda a nível de *Background*, com o intuito de se abranger a produção dos recursos utilizados foram consultadas bases de dados permitindo obter a informação acerca da produção da maioria dos produtos utilizados nas fases de Viticultura e de Produção de Vinho. Foram igualmente contabilizados os impactes decorrentes da produção e transporte de todos os produtos utilizados na fase de Engarrafamento e Embalagem.

Através da informação descrita obtiveram-se os resultados de Avaliação de Ciclo de Vida e de Avaliação de Ecoeficiência, por utilização da metodologia CML-IA.

Relativamente aos resultados para o ano de 2014, concluiu-se que a fase de Viticultura e de Engarrafamento e Embalagem dividem a importância na maioria nas categorias analisadas, sendo que a Viticultura possui a maior influência nas categorias de Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis (DRA-CF), Ocupação de Solo (OS), Aquecimento Global (AG), Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD), Ecotoxicidade Terrestre (ET), Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP). A Viticultura tem ainda uma influência relevante na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), embora com valores negativos decorrentes da influência inversa do fator de caracterização negativo da emissão de Óxido Nítrico (NO) associado à aplicação de fertilizantes sintéticos.

No âmbito da Viticultura, destaca-se a utilização de fertilizantes sintéticos e de produtos fitossanitários como as principais ações responsáveis pelo destaque desta fase nos resultados do sistema de produção, considerando todo o ciclo de vida dos componentes integrantes da fase.

Considerando a contribuição específica dos fertilizantes, procurou-se identificar quais atividades do ciclo de vida que mais contribuem para os impactes ambientais nas diferentes categorias. Nesse contexto, identificou-se uma certa divisão dos contributos nas categorias, sendo que a aplicação de fertilizantes obtém a maioria em Acidificação Potencial (AP) e Eutrofização Potencial (EP), apresentando ainda o valor negativo na categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF). A produção de fertilizantes destaca-se na Depleção de Recursos Abióticos relativos a Elementos (DRA-E) e a Combustíveis Fósseis (DRA-CF), Aquecimento Global (AG) e Toxicidade Humana (TH) e o transporte corresponde à maior contribuição nas categorias de Ocupação de Solo (OS), Depleção da Camada de Ozono (DCO), Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD) e na Água Marinha (EAAM) e na Ecotoxicidade Terrestre (ET). No entanto, mesmo apresentando uma contribuição maioritária, cada atividade divide uma parte considerável do peso nas categorias com outra das atividades.

No caso dos produtos fitossanitários, destaca-se a influência destes nas categorias de Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD) e Ecotoxicidade Terrestre (ET) por serem quase exclusivamente influenciados pela fase de Viticultura nos resultados totais do sistema de produção.

Na fase de Engarrafamento e Embalagem destaca-se a produção e transporte de garrafas como as atividades mais importante na atribuição de valores de impacto ambiental, na maioria das categorias, excetuando-se a Depleção de Recursos Abióticos - Elementos (DRA-E) e Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD).

Na fase de Produção de Vinho, embora esta não seja tão relevante no resultado do sistema global como as fases já referidas, foi interessante identificar as ações relacionadas com os produtos enológicos e com a eletricidade como os principais contribuintes para os resultados desta fase.

Concluindo a análise relativa ao ano de 2014, pode-se resumir a identificação das atividades específicas que mais contribuem para os resultados das diversas categorias nos resultados do sistema produtivo total. Nesse sentido, identifica-se a importância dos fertilizantes sintéticos, cuja aplicação é a atividade mais relevante nos resultados de impacto das categorias de Acidificação Potencial (AP), Eutrofização Potencial (EP) e é também significativa nos resultados das categorias de Aquecimento Global (AG) e de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), embora nesta última com uma influência de valor negativo. No caso da produção de fertilizantes sintéticos, apresenta-se como a atividade mais relevante nas categorias de Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis (DRA-CF) e de Aquecimento Global (AG). Também a produção de garrafas é a atividade que influencia de forma mais significativa os resultados finais das categorias de Depleção de Camada do Ozono (DCO), de Toxicidade Humana (TH) e de Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM), apresentando ainda uma importância relevante na categoria de Depleção de Recursos Abióticos - Combustíveis Fósseis (DRA-CF). No caso dos produtos fitossanitários, apresentam-se como os principais contribuintes para os resultados das categorias de Ecotoxicidade Terrestre (ET) e de Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (EAAD). A produção de rolhas é quase exclusivamente a principal atividade contribuinte para os resultados da categoria de Depleção de Recursos Abióticos relativos a Elementos (DRA-E) e ainda influencia significativamente a categoria de Toxicidade Humana. No caso da categoria de Ocupação de Solo (OS), esta é influenciada maioritariamente pelos terrenos ocupados na fase de Viticultura. Deve ser referida ainda a importância da produção de eletricidade nos resultados finais da categoria de Ecotoxicidade Aquática na Água Marinha (EAAM) e a importância das emissões atmosféricas e de efluentes da fase de Produção de Vinho nos valores positivos obtidos para a categoria de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), nos resultados do sistema total.

Após a análise ao sistema produtivo da Murganheira em 2014, optou-se por efetuar a análise análoga para o ano de 2012 e comparar os resultados. Foi definido o ano de 2012 por ser um ano de maior produção de uvas e vinho do que 2014 e por ter sido um ano em que, contrariamente a 2014, a ação de fertilização sintética foi praticamente irrelevante. Outras diferenças na produção são a geração de energia elétrica através de painéis solares, a existência de ETAR própria e um decréscimo do peso das garrafas em 2014. É apresentado ainda um resultado económico significativamente maior em 2012.

Como principal conclusão da análise dos resultados de ACV dos dois anos, pode-se identificar o aumento dos valores de impacto nos resultados globais, entre 2012 e 2014, podendo tal justificar-se principalmente pela muito maior fertilização das vinhas, em 2014. Esta justificação ganha destaque quando se analisam as outras atividades do sistema produtivo, não se obtendo uma variação significativa entre os dois anos.

São igualmente identificadas medidas de melhoria ambiental, pela introdução da geração própria de eletricidade, pela diminuição do vidro nas garrafas e na implementação da ETAR, embora esta última não tenha sido quantificada. No entanto, embora estas ações possam ter uma influência positiva nos resultados ambientais de 2014, identifica-se uma outra influência contrária resultante da menor quantidade de vinho produzido em 2014. Essa influência decorrente da menor quantidade de vinho produzido afeta os resultados ambientais, porque todos os valores de inventário são reportados a essa quantidade (com a unidade funcional de 0,75 litros de vinho produzido) e sendo essa quantidade menor, os resultados da avaliação serão maiores.

Embora tenham sido igualmente apresentados os resultados de Avaliação de Ecoeficiência para 2012, as comparações efetuadas, entre os dois anos, consideraram apenas os resultados de ACV, uma vez que o valor económico tornaria os valores de impacte de 2014 muito mais elevados quando comparados com 2012, devido ao facto desse valor, referente ao lucro, ser muito mais elevado em 2012. Considerou-se que este valor pode ser influenciado por outras questões relativas à gestão da empresa, porque a própria quantidade de vendas entre os dois anos foi semelhante. De qualquer forma, não sendo comparados os resultados de ecoeficiência, pode-se considerar que a menor utilização de fertilizantes sintéticos trará melhorias ao nível da ecoeficiência, porque o valor de impacte é menor, como referido, e o valor económico será influenciado por essa menor quantidade de produto fertilizante comprado.

Concluindo, pela comparação efetuada, verificou-se que uma fertilização artificial muito menor, como em 2012 que é identificada como a prática normal da Murganheira, reduz significativamente os resultados globais. Embora em 2014, a fertilização tenha sido excessivamente maior pela necessidade identificada em análises feitas aos solos, é expectável que noutros anos a aplicação de fertilizantes seja mais semelhante a 2012. Além disso, relembra-se que para a fase de Viticultura foi efetuada uma extrapolação dos valores da Murganheira, sendo que nos outros produtores não terá ocorrido uma fertilização tao acentuada. Nesse sentido, os valores da Viticultura de 2012 serão mais demonstrativos das atividades normais da empresa nos vários anos de atividade e também mais representativos do comportamento dos outros fornecedores no próprio ano de 2014.

Além da análise entre 2012 e 2014, avaliou-se a alteração proporcionada pela introdução da produção de eletricidade por painéis fotovoltaicos, uma vez que foi interessante perceber que vantagens a nível de ecoeficiência foram oferecidas por uma ação tão recente da empresa, sendo a produção de eletricidade um dos pontos mais fortes da influência da fase de Produção de Vinho, Concluiu-se que esta opção veio trazer melhorias de ecoeficiência para todas as categorias, com variações na ordem dos 12% para a grande maioria. Essa melhoria é consequência da menor quantidade de eletricidade consumida e pelo valor monetário recuperado pela venda da energia à rede.

Foi igualmente testada uma alteração na quantidade de vidro utilizado nas garrafas de forma a avaliar as melhorias que uma redução mais expressiva do peso poderia revelar nos resultados finais, uma vez que são produtos influentes na obtenção dos resultados finais. Concluiu-se que uma redução de 10 a 20% do peso das garrafas poderia permitir melhorias razoáveis nos valores de ecoeficiência para algumas das categorias.

No global, é explícita a intenção da empresa em apostar em melhorias a nível de ecoeficiência no seu sistema produtivo, sem afetar a qualidade do produto. As medidas aplicadas identificam-se como corretas e com resultados condizentes, das quais são exemplo, a introdução da geração própria de eletricidade e o decréscimo na massa das garrafas, neste caso por parte do produtor. Embora as melhorias proporcionadas pelas ações descritas tenham sido provadas neste trabalho, através da análise específica das mesmas, não foram totalmente evidentes na comparação entre os dois anos estudados, porque outros fatores, nomeadamente as diferenças na quantidade de vinho produzido e na fertilização, influenciaram os resultados de forma mais significativa. No entanto, se considerarmos que esses fatores se equilibram numa escala temporal de vários anos, poderá ser evidente a melhoria da ecoeficiência proporcionada pelas ações referidas. Neste contexto, surge um dos trabalhos futuros propostos no próximo capítulo que envolve uma maior abrangência temporal deste tipo de estudos, permitindo obter um esboço mais aproximado da realidade evolutiva da ecoeficiência, no decorrer de vários anos, e enquadrar a Avaliação de Ecoeficiência na tomada de decisões respeitantes a alterações no sistema produtivo da empresa.

7.2. Trabalhos Futuros

Na sequência das avaliações, resultados e conclusões obtidas por este trabalho, considera-se importante refletir de que forma pode ser definida uma continuidade do tema desenvolvido.

Podem ser definidos vários trajetos de continuidade dos assuntos tratados neste trabalho. Alguns passos a desenvolver poderão estar relacionados com as Avaliações de Ciclo de Vida e de Ecoeficiência, num contexto global, ou poderão ser apontados trabalhos futuros no âmbito da análise efetuada à empresa em questão. Assim, optou-se por efetuar uma listagem sucinta de algumas propostas de desenvolvimento.

Num contexto geral sobre o tema:

- Integrar o conceito de Avaliação de Ecoeficiência como prática corrente na gestão de empresas e na tomada de decisões respeitantes a alterações no sistema produtivo.
- Para tal, identifica-se a hipótese de desenvolver *softwares* ou folhas de cálculo que, complementando os *softwares* já existentes para Avaliação de Ciclo de Vida, possam focar-se na produção do inventário. Nomeadamente, através do conhecimento dos produtos comerciais utilizados, possibilitar a organização do inventário com o apoio de um *software* com bases de dados próprias, que identifique as substâncias ativas de cada produto e calcule automaticamente as emissões provocadas pela aplicação dos mesmos.
- Poderá ser interessante desenvolver os *softwares* de ACV para poderem incluir fatores económicos e assim integrar a Avaliação de Ecoeficiência.

No contexto mais específico do trabalho realizado sobre a Murganheira, será interessante:

- Estudar a produção de todos materiais sobre os quais não foi possível recolher dados para avaliar o impacte de produção.
- Avaliar de forma abrangente o transporte desde os produtores dos diversos produtos utilizados.
- Podendo alargar o espectro de análise a uma perspetiva de “*cradle-to-grave*”, será interessante analisar os procedimentos de fim de vida dos produtos, após o consumo.
- No mesmo sentido, será interessante integrar análises periódicas às descargas de efluente após tratamento da ETAR, com o objetivo de acompanhar a evolução da ecoeficiência da mesma.
- Efetuar avaliações sobre a produção respeitante a um maior número de anos, nomeadamente os últimos 10 a 15 anos, avaliando de forma mais completa a evolução da empresa em termos ambientais e de ecoeficiência, e integrando o estudo na gestão da mesma. Para isso seria também interessante identificar um valor económico relativo ao produto final, de forma a permitir uma comparação de ecoeficiência fidedigna entre os diferentes anos.
- Usando a base existente, avaliar possíveis intervenções no sistema produtivo, no sentido de promover a melhoria da ecoeficiência.

Bibliografia

- 3M. 2015.** 3M. [Online] 2015. [Citação: 10 de março de 2015.] http://www.3m.com/3M/en_US/sustainability-us/goals-progress/.
- Agri-footprint. 2015.** Agri-footprint. [Online] 2015. [Citação: 12 de abril de 2015.] <http://www.agri-footprint.com/>.
- Amienyo, D., Camilleri, C. e Azapagic, A. 2014.** Environmental impacts of consumption of Australian red wine in the UK. *Journal of Cleaner Production*. 2014, Vol. 72, pp. 110-119.
- Ardente, F., et al. 2006.** POEMS: A Case Study of an Italian Wine-Producing Firm. *Environmental Management*. 2006, Vol. 38 (3), pp. 350-364.
- Barkemeyer, Ralf, et al. 2014.** What Happened to the 'Development' in Sustainable Development? Business Guidelines Two Decades After Brundtland. *Sustainable Development*. 2014, Vol. 22, pp. 15-32.
- Baumann, H. e Tillman, A. 2004.** *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Suécia : Studentlitteratur AB, 2004.
- Bentrup, F., et al. 2000.** Methods to Estimate On-field Nitrogen Emissions from Crop Production as an Input to LCA Studies in the Agricultural Sector. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2000, Vol. 6, pp. 349-357.
- Brundtland, Gro Harlem. 1987.** *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Bélgica : Comissão Europeia, 1987.
- Cascata do Varosa. 2014.** Cascata do Varosa. [Online] 2014. [Citação: 22 de maio de 2015.] <http://www.cascataovarosa.com/caves-da-murganheira/111>.
- CE. 2013.** *Agriculture in the European Union - Report 2013 - Statistical and Economic Information*. Bélgica : Comissão Europeia, 2013.
- CML. 2015.** Institute of Environmental Sciences (CML) Universiteit Leiden. [Online] 2015. [Citação: 4 de maio de 2015.] <http://cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>.
- CVR Távora-Varosa. 2015.** Comissão Vitivinícola Regional Távora-Varosa. [Online] 2015. [Citação: 19 de março de 2015.] <http://www.cvrtavora-varosa.pt/index.asp>.
- Dalgaard, R., et al. 2006.** Modelling representative and coherent Danish farm types based on farm accountancy data for use in environmental assessments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006, Vol. 117, pp. 223-237.
- DeSimone, L. D. e Popoff, F. 1997.** *Eco-Efficiency: The Business Link to Sustainable Development*. Estados Unidos da América : MIT Press, 1997.
- Ecoinvent. 2015.** Database - ecoinvent. [Online] 2015. [Citação: 10 de abril de 2015.] <http://www.ecoinvent.org/database/database.html>.
- EcoWater. 2012.** *Meso-level eco-efficiency indicators to assess technologies and their uptake in water use sectors - Deliverable 1.1: Review and selection of eco-efficiency indicators to be used in the EcoWater Case Studies*. 2012.

— **2012a.** *Meso-level eco-efficiency indicators to assess technologies and their uptake in water use sectors - Deliverable 1.4: Review of existing frameworks and tools for developing eco-efficiency indicators.* 2012a.

ELCD. 2014. European Platform on Life Cycle Assessment. [Online] 2014. [Citação: 10 de abril de 2015.] <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>.

Elkington, John. 1994. Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review.* 1994, pp. 90-100.

EMEP/EEA. 2013. *Air pollutant emissions inventory guidebook 2013. Agriculture other including use of pesticides.* Copenhaga, Dinamarca : European Environment Agency, 2013.

— **2013b.** *Air pollutant emissions inventory Guidebook 2013. Food and beverages industry.* Copenhaga, Dinamarca : European Environment Agency, 2013b.

— **2013a.** *Air pollutant emissions inventory Guidebook 2013. Non-road mobile sources and machinery.* Copenhaga, Dinamarca : European Environment Agency, 2013a.

Environment and Society. 2015. Environment and Society. [Online] 2015. [Citação: 9 de março de 2015.] <http://www.environmentandsociety.org/exhibitions/silent-spring/overview>.

Fusi, A., Guidetti, R. e Benedetto, G. 2014. Delving into the environmental aspect of a Sardinian white wine: From partial to total life cycle assessment. *Science of the Total Environment.* 2014, Vol. 472, pp. 989-1000.

Glavi, P., Lesjak, M. e Hirsbak, S. 2012. *European Training Course on Eco-Efficiency.* Dinamarca : Aalborg University, 2012.

Google Maps. 2015. Google Maps. [Online] 2015. [Citação: 27 de maio de 2015.] <https://maps.google.pt/>.

GRI. 2007. *Directrices para a Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade.* Países Baixos : Global Reporting Initiative, 2007.

HLPGS. 2010. *Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012.* Nova Iorque : High Level Panel on Global Sustainability, United Nations, 2010.

ILCD. 2012. *The International Reference Life Cycle Data System Handbook. Towards more sustainable production and consumption for a resource-efficient Europe.* Itália : JRC. IES. Comissão Europeia, 2012.

Infovini. 2009. Infovini. [Online] 2009. [Citação: 18 de março de 2015.] www.infovini.com.

IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application.* Suíça : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

ISO. 2008. ISO 14040:2006 Gestão ambiental - Avaliação de ciclo de vida - Princípios e enquadramento. Suíça : International Organization for Standardization, 2008.

— **2010.** ISO 14044:2006 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e linhas de orientação. Suíça : International Organization for Standardization, 2010.

— **2012.** ISO 14045:2012 Environmental management - Eco-efficiency assessment of product systems - Principles, requirements and guidelines. Suíça : International Organization for Standardization, 2012.

- IVV, I.P. 2014a.** *Análise Estatística do Comércio Internacional de Vinho*. Lisboa : Instituto da Vinha e do Vinho, I.P., 2014a.
- **2015a.** *Evolução da Produção por Região Vitivinícola*. Lisboa : Instituto da Vinha e do Vinho, I.P., 2015a.
- **2015.** Instituto da Vinha e do Vinho, I.P. [Online] 2015. [Citação: 18 de março de 2015.] <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/home.html>.
- **2014.** *Vinhos e Aguardentes de Portugal - Anuário 2014*. Lisboa : Instituto da Vinha e do Vinho, I.P., 2014.
- Mamede, Pedro. 2013.** *Medição de Sustentabilidade Empresarial*. Coimbra : Faculdade de Economia. Universidade de Coimbra, 2013. Mestrado em Gestão.
- Margni, M., et al. 2002.** Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2002, Vol. 93, pp. 379-392.
- Meadows, Dennis L., et al. 1972.** *The Limits to Growth*. Nova Iorque : A Potomac Associates Book, 1972.
- Moreira, J. 2009.** *Indicadores de eco-eficiência como parte do Sistema de Gestão Ambiental da Águas do Ave, S.A: aplicação às ETAR de S.Gonçalo, Esposende e Vila Meã*. Porto : Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, 2009. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente.
- Murganheira. 2015.** Informação fornecida pela empresa. 2015.
- **2015a.** Murganheira. [Online] 2015a. [Citação: 25 de março de 2015.] <http://www.murganheira.com/>.
- Nações Unidas. 2012.** *Report of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Nova Iorque : Organização das Nações Unidas, 2012.
- **2012a.** *The Future We Want*. Nova Iorque : Organização das Nações Unidas, 2012a.
- Nemecek, T. e Kagi, T. 2007.** *Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. Ecoinvent report no. 15. ART*. Zurich, Suíça : Ecoinvent, 2007.
- Neto, B., Dias, A. e Machado, M. 2012.** Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: from viticulture to distribution. *The International Journal of Life Cycle Assessment (2013)*. 2012, Vol. 18, pp. 590-602.
- OIV. 2014b.** *OIV's Focus - The sparkling wine market*. Paris : International Organisation of Vine and Wine, 2014b.
- **2014a.** *State of the vitiviniculture world market - press release of 37th World Congress of Vine and Wine*. Paris : International Organisation of Vine and Wine, 2014a.
- **2014.** *State of World Vitiviniculture situation - 37th World Congress of Vine and Wine*. Paris : International Organisation of Vine and Wine, 2014.
- Pereira, Cláudia. 2001.** *Desenvolvimento dos Indicadores de Eco-Eficiência: Aplicação à Indústria Metalomecânica*. Porto : Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, 2001. Mestrado em Engenharia do Ambiente.
- Pereira, S. 2009.** *Ecoeficiência na Indústria - O que não se pode medir não se pode gerir*. Aveiro : Departamento de Ambiente e Ordenamento, 2009. Mestrado em Engenharia do Ambiente.

Point, E. V. 2008. Life Cycle Environmental Impacts of Wine Production and Consumption in Nova Scotia, Canada. Halifax, Nova Scotia : Dalhousie University, 2008. Master of Environmental Studies.

PRé. 2014. *SimaPro Database Manual Methods library*. Países Baixos : PRé Sustainability, 2014.

Rives, J. 2011. Environmental evaluation of the cork sector in Southern Europe (Catalonia). Catalunha : Universitat Autònoma de Barcelona, 2011. PhD in Environmental Sciences and Technology.

Santos, A. 2010. Avaliação de Ciclo de Vida do Vinho Verde. Porto : Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, 2010. Mestrado em Engenharia do Ambiente - Gestão.

Schmidheiny, S. 1992. *Changing Course*. Estados Unidos da América : MIT Press, 1992.

Sogrape. 2015. Sogrape Vinhos. [Online] 2015. [Citação: 20 de março de 2015.]
www.sograpevinhos.com.

USLCI. 2013. National Renewable Energy Laboratory. [Online] 2013. [Citação: 10 de abril de 2015.]
<http://www.nrel.gov/lci/>.

WBCSD. 2000. *A Ecoeficiência, Criar mais valor com menos impacto*. Suíça : World Business Council for Sustainable Development, 2000.

WinesofPortugal. 2015. Wines of Portugal. [Online] 2015. [Citação: 20 de maio de 2015.]
<http://www.winesofportugal.com/en/travel-wine/wine-regions/tavora-varosa/overview/>.

WRI. 1994. *Dow Chemical Company (A): The WRAP Program*. Estados Unidos da América : Amos Tuck School of Business Administration. Dartmouth College, 1994.