



FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO VINHO VERDE

ANA MANUELA MARTINS NETO DOS SANTOS

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente - Gestão

ORIENTADORES ACADÉMICOS:

Belmira de Almeida Ferreira Neto

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto

Ana Cláudia Relvas Vieira Dias

Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de
Aveiro

ORIENTADOR NA EMPRESA:

Dra. Sara Dias

Responsável de Departamento de Controlo de Gestão e Qualidade da Aveleda - Sociedade
Agrícola e Comercial da Quinta da Aveleda, S. A.

Porto, Março de 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2009/2010

Editado por:

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2009/2010*, da *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Presidente do júri: Professor Paulo Tenreiro dos Santos Monteiro

Confiança

O que é bonito neste mundo, e anima,
É ver que na vindima
De cada sonho
Fica a cepa a sonhar outra aventura...
E que a doçura
Que se não prova
Se transfigura
Numa doçura
Muito mais pura
E muito mais nova...

Miguel Torga

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho não teria sido possível sem a ajuda, o apoio, a amizade e a compreensão de algumas pessoas que contribuíram e me acompanharam de forma directa ou indirecta durante este tempo. De um modo especial, o meu muito Obrigado.

À professora Belmira Neto pelo interesse, entusiasmo e disponibilidade demonstrados na sua orientação desde o primeiro dia, pelos ensinamentos transmitidos e pelas múltiplas correcções e sugestões ao texto da tese.

À professora Ana Cláudia Dias, do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, pela sua disponibilidade, ajuda e simpatia, pelas pertinentes correcções e esclarecimentos prestados.

À Dra. Sara Dias, da Aveleda, pelo acompanhamento, preocupação e interesse demonstrados, por ter permitido que a passagem pela Aveleda fosse a melhor possível, pelas sugestões que me foi dando, pela boa disposição e pelo óptimo ambiente de trabalho.

Ao Engenheiro António Azevedo Guedes, o meu reconhecido agradecimento por ter possibilitado a realização deste trabalho em parceria com a Aveleda, sem a qual dificilmente conseguiria levá-lo a bom termo, e por assim ter permitido conhecer uma nova e muito interessante realidade, muito distinta do meio académico, com os valores que caracterizam a Aveleda. Agradeço também o seu acompanhamento através das sugestões, correcções e informações nomeadamente referentes à viticultura.

À Engenheira Maria José Machado e aos Engenheiros Manuel Soares e José Cardoso, da Aveleda, pelos imensos esclarecimentos e respostas às minhas questões quase sempre tão pouco objectivas, pelas informações cedidas, pelos conhecimentos das diversas áreas transmitidos, pela paciência, ajuda e disponibilidade essenciais neste trabalho.

Ao Engenheiro José Ferreira pelo entusiasmo demonstrado na realização deste projecto na Aveleda e por ter possibilitado as melhores condições para a sua elaboração.

À Susete Ferreira e ao Luís Soares pelo seu acompanhamento, apoio e esclarecimento de todas as dúvidas desde os primeiros dias na Aveleda, pela sua amizade e pelo óptimo ambiente de trabalho.

A todas as outras pessoas da Aveleda pela sua colaboração directa ou indirecta neste trabalho e pela sua ajuda na minha integração na empresa.

À Dra. Conceição Osório da Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes pela cedência e disponibilização de alguns documentos do acervo documental da instituição.

À Ana Luísa pelos esclarecimentos na aplicação da metodologia da ACV, pela ajuda incessante, pelas palavras de incentivo e ânimo constante nos piores momentos, pela paciência, por ter sido o meu diário e por me fazer acreditar de novo nas oportunidades.

À Irina e Andreia pelas suas constantes presenças, preocupação, amizade, dedicação, entusiasmo e incentivo, não só agora, mas desde dos primeiros momentos na FEUP.

Aos colegas e amigos de Ambiente em especial à Inês Vaz, à Leonor, à Débora, ao Kiko, ao João Pinto, à Inês Alves, ao Daniel e ao Tiago pelo apoio, pelas palavras de incentivo e pela sua amizade em todas as alturas.

Aos professores Maria Antónia Carravilla e José Fernando Oliveira pela preocupação, incentivo e amizade, desde os primeiros tempos como aluna na FEUP.

À Daniela pela partilha de sonhos, que apesar de se concretizarem em direcções diferentes, nunca fizeram perder a amizade.

Aos meus pais e irmãos pela forma como me ajudaram neste trabalho e pelo modo incondicional e constante como sempre me apoiaram.

RESUMO

O sector do vinho representa um papel importante no contexto económico e ambiental, a nível nacional e internacional. Este sector tem desenvolvido esforços de forma a minimizar os impactes no ambiente associados à produção de vinho, usando ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Como exemplo são citados estudos realizados sobre vinhos produzidos em várias regiões da Europa e Canadá.

Esta tese tem como objectivo a aplicação da ACV, de forma simplificada, seguindo a metodologia descrita na norma NP EN ISO 14040 de 2008, ao Vinho Verde branco, produzido pela Aveleda. A empresa situa-se na sub-região do Sousa localizada na Região Demarcada dos Vinhos Verdes.

Pretendeu-se quantificar os principais impactes ambientais associados às fases do ciclo de vida do vinho. Consideraram-se a fase da viticultura e da produção de vinho (que inclui a vinificação, conservação/elaboração de lotes e engarrafamento/armazenamento).

A avaliação de impactes ambientais seguiu o método CML (2009) e foram realizadas as etapas de Classificação, Caracterização, Normalização e Ponderação. A Ponderação recorreu ao uso de quatro metodologias distintas. Uma considera que todas as categorias de impacte são igualmente Importantes e as outras metodologias são a *Distance to target* e a que recorre a painéis de peritos (Painel de peritos I e Painel de peritos II).

Os resultados obtidos permitem concluir que para os quatro métodos de ponderação as três categorias mais contributivas para o impacte ambiental global são a Acidificação, o Aquecimento Global e a Toxicidade Humana. Estas representam para todos os métodos de ponderação mais de 60% da contribuição para o impacte ambiental global.

Os poluentes que mais contribuem são o dióxido de carbono (CO_2), os óxidos de enxofre (SO_x) e o crómio (Cr). A emissão destes poluentes resulta da combustão do GPL nas caldeiras de produção de vapor utilizado na esterilização das linhas de enchimento e do dessulfizador, na fase da produção de vinho. O CO_2 e os SO_x contribuem para o impacte global causado pelas actividades da Aveleda entre 57% para o método Igualmente Importantes e 72% para o método Painel de peritos II. Os SO_x e o Cr contribuem com 58% para o método *Distance to target*.

Quando analisada individualmente a fase da viticultura, constata-se que as principais categorias ambientais associadas são a Formação de Oxidantes Fotoquímicos e a Acidificação, representando para todos os métodos de ponderação mais de 80% da contribuição para o impacte ambiental global. Os poluentes que mais contribuem para esta fase são os compostos orgânicos voláteis (COV), os resíduos e os óxidos de azoto (NO_x). A contribuição dos COV e NO_x para o impacte global causado pelas actividades vitícolas da Aveleda é de cerca 90%, para os métodos *Distance to Target* e Painel de peritos I e II. A contribuição dos COV e dos resíduos é cerca de 93% para o método *Igualmente Importantes*.

ABSTRACT

The wine sector plays an important role in the economic and environmental context, at national and international level. This sector has made efforts to minimise the impact on the environment associated with the production of wine, using tools like the Life Cycle Assessment (LCA). Such studies are cited on wines produced in various regions of Europe and Canada.

This thesis aims at the application of LCA in a simplified way, following the methodology described in NP EN ISO 14040 of 2008, to the white Vinho Verde produced by well known Portuguese company (Aveleda). The company is located in the sub-region of Sousa, in the Demarcated Region of Vinho Verde.

The aim is to quantify the major environmental impacts associated with the phases of the wine life cycle. It was considered the stage of viticulture (vine growing) and wine production (including vinification, conservation/draw lots and bottling/storage).

The environmental impact assessment followed the method CML (2009) and were performed the stages of Classification, Characterization, Normalization and Weighting. The Weighting is based on four different methodologies. The first considers that all categories of impact are equally important and the other methodologies are the Distance to target and which uses panels of experts (Expert panel I and the Expert panel II).

The results showed that white Vinho Verde produced by Aveleda for the four methods of weighting considered the three categories most contributory to the overall environmental impact are the Acidification, Global Warming and Human Toxicity. It accounts, for all methods of weighting, more than 60% of the contribution to the overall environmental impact.

The pollutants mostly contributing to the impact are the carbon dioxide (CO₂), sulfur oxides (SO_x) and chromium (Cr). These pollutants result from the combustion of LPG in the boilers to produce steam used in the sterilization of the filling lines and desulfiting unit, at the wine production stage. The emitted CO₂ and SO_x contribute to the overall impact caused by the activities of Aveleda between 57% for the Equally Important method and 72% for the Expert panel II method. SO_x and Cr contribute 58% for the Distance to target method.

When analysed individually the stage of viticulture, it appears that the major environmental categories are associated with the Photochemical Oxidant Formation and Acidification, accounting for all weighting methods more than 80% of the contribution to the overall environmental impact. The pollutants that contribute most to this step are the volatile organic compounds (VOC), waste and nitrogen oxides (NO_x). The contribution of VOC and NO_x for the overall impact caused by the viticulture of Aveleda is about 90% for the Distance to Target and the Expert panel I and II methods. The contribution of VOC and waste is about 93% for the Equally Important methodology.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CARACTERIZAÇÃO MUNDIAL E NACIONAL DO SECTOR DO VINHO.....	1
1.2 A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA APLICADA AO SECTOR DO VINHO	8
1.3 OBJECTIVOS	11
1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	11
2. CARACTERIZAÇÃO DA AVELEDA	13
2.1 A VITICULTURA	16
2.2 A PRODUÇÃO DE VINHO VERDE BRANCO.....	23
2.2.1 Vinificação.....	24
2.2.2 Conservação/elaboração de lotes	27
2.2.3 Engarrafamento/armazenamento.....	28
3. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO VINHO VERDE	31
3.1 METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA.....	31
3.2 DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E DO ÂMBITO	32
3.3 ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV).....	35
3.3.1 Viticultura	36
3.3.2 Produção de vinho.....	41
3.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTES DO CICLO DE VIDA (AICV).....	46
3.4.1 Selecção das categorias de impacte	46
3.4.2 Classificação.....	46
3.4.3 Caracterização	47
3.4.4 Normalização.....	50
3.4.5 Ponderação	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS	53
4.1.1 Análise dos resultados do Inventário	53
4.1.2 Análise dos resultados da Avaliação de Impactes	54

4.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	58
4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM OS ESTUDOS DA BIBLIOGRAFIA REVISTA	59
5. CONCLUSÕES	61
6. PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	73
ANEXO A. CARACTERIZAÇÃO MÉDIA DAS LAMAS DA ETAR	73
ANEXO B. CONTRIBUIÇÃO PARA O IMPACTE GLOBAL DO VINHO VERDE BRANCO PRODUZIDO NA AVELEDA, POR MÉTODO DE PONDERAÇÃO	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área mundial ocupada por vinha em 2008 (OIV, 2009).	2
Figura 2. Produção mundial de uvas em 2008 (OIV, 2009).	2
Figura 3. Produção mundial de vinho em 2008 (OIV, 2009).	2
Figura 4. Consumo mundial de vinho em 2008 (OIV, 2009).	2
Figura 5. Evolução da produção de vinho ao nível mundial e na UE-15/UE-27 (CE, 2007).	3
Figura 6. Evolução da produção de vinho em Portugal (IVV, 2009a).	3
Figura 7. Regiões vitivinícolas de Portugal (adaptado de ViniPortugal, 2010).	4
Figura 8. Produção de vinho por regiões (média das campanhas 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009) (adaptado de IVV, 2009a).	4
Figura 9. Região Demarcada dos Vinhos Verdes e respectivas sub-regiões.	6
Figura 10. Evolução do número de produtores de Vinho Verde (campanhas de 1985/1986 a 2009/2010) (CVRVV, 2009).	7
Figura 11. Valor médio da produção de Vinho Verde (branco e tinto conjuntamente) e evolução da produção de Vinho Verde branco e tinto/rosado entre as campanhas de 1999/2000 a 2009/2010 (CVRVV, 2009).	7
Figura 12. Evolução do volume de Vinho Verde exportado, para o período entre 2001 e 2008 (CVRVV, 2009).	7
Figura 13. Localização da Quinta da Aveleda.	13
Figura 14. Vista aérea da Quinta da Aveleda.	13
Figura 15. Marcas comerciais da Aveleda, segundo a Região Demarcada de origem.	14
Figura 16. Actividades desenvolvidas pela Aveleda no âmbito do estudo da ACV do Vinho Verde branco (viticultura e produção de vinho).	16
Figura 17. Principais actividades realizadas na fase de viticultura.	17
Figura 18. Operação de pré-poda mecânica realizada na Quinta da Aveleda (à esquerda) e dispositivo colocado na máquina de vindimar para a realização da pré-poda (à direita).	18
Figura 19. Operação de despona nas vinhas da Quinta da Aveleda.	19
Figura 20. Exemplos de enrelvamento (à esquerda: cobertura com vegetação espontânea; à direita: cobertura com vegetação semeada) (Jordão, 2007).	20
Figura 21. Vindima mecânica realizada na Quinta da Aveleda (à esquerda: colheita das uvas na vinha; à direita: passagem das uvas para os tractores para o transporte até ao centro de vinificação).	22
Figura 22. Composição do cacho de uvas.	23
Figura 23. Medição do grau alcoólico (à esquerda) e descarga das uvas nos tegões (à direita) na Quinta da Aveleda.	24

Figura 24. Exemplo de um desengaçador mecânico (à esquerda) (Cardoso, 2007) e prensas pneumáticas de membrana existentes na Quinta da Aveleda (à direita).....	25
Figura 25. Enchimento das garrafas na Aveleda.....	29
Figura 26. Etapas de uma Avaliação do Ciclo de Vida, segundo a NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008).	31
Figura 27. Fases do ciclo de vida associadas à produção de Vinho Verde branco.	34
Figura 28. Período de tempo associado a cada fase do ciclo de vida do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, na campanha vitivinícola de 2008/2009.	35
Figura 29. Principais fluxos de entrada de recursos, materiais e energia e de saída de emissões para o ar/água e resíduos da fase de viticultura.	36
Figura 30. Principais fluxos de entrada de recursos, materiais e energia e de saída de emissões para o ar/água e resíduos da fase de produção de vinho.	42
Figura 31. Contribuição de cada categoria de impacte ambiental para o impacte global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para os métodos de ponderação considerados.	51
Figura 32. Poluentes emitidos para o ar e resíduos de ambas as fases do ciclo de vida do Vinho Verde branco (viticultura e produção de vinho).	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Concelhos pertencentes a cada sub-região da RDVV de acordo com a Portaria nº 28/2001.....	5
Tabela 2. Selecção de estudos de ACV aplicados ao sector do vinho.	9
Tabela 3. Uvas, mosto e vinho usados na produção de Vinho Verde branco na Aveleda na campanha de 2008.....	35
Tabela 4. Inventário de entradas de recursos, materiais, combustíveis e energia das actividades desenvolvidas na viticultura por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).	37
Tabela 5. Inventário de saídas de emissões (gasosas e para a água) e resíduos das actividades desenvolvidas na viticultura por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).	38
Tabela 6. <i>Mix</i> energético usado na produção de energia eléctrica em Portugal em 2006 (IEA, 2006).	39
Tabela 7. Inventário de entradas de recursos, combustíveis e energia das actividades desenvolvidas na produção de vinho por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).	43
Tabela 8. Inventário de saídas de emissões (gasosas e para água) e resíduos das actividades desenvolvidas produção de vinho por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).	43
Tabela 9. Atribuição dos poluentes às categorias de impacte ambiental seleccionadas (Classificação) e respectivos factores de caracterização para cada poluente, consoante o compartimento ambiental de emissão (CML, 2009).	47
Tabela 10. Resultados da Caracterização: Contribuição de cada um das fases do ciclo de vida (viticultura e produção de vinho) para cada categoria de impacte ambiental.	49
Tabela 11. Resultados da Normalização: indicadores de impacte ambiental normalizados (adimensional) para cada categoria de impacte ambiental.....	50
Tabela 12. Factores de ponderação para os quatro métodos utilizados.	51
Tabela 13. Contribuição de cada emissão para o ar e água e resíduos gerados para o impacte global da viticultura e da produção de vinho.....	56
Tabela 14. Contribuição para o impacte global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para cada uma das categorias de impacte ambiental e por método de ponderação, considerando a fase de viticultura isoladamente.	57
Tabela 15. Gama de variação dos parâmetros considerados e resultados obtidos na Análise de Sensibilidade.....	58
Tabela 16. Resultados da Análise de Sensibilidade: variação no impacte ambiental de cada categoria de impacte para cada parâmetro considerado.....	59
Tabela A 1. Caracterização média das lamas da estação de tratamento de águas residuais da Aveleda (média das 4 análises realizadas em 2008 e 2009).	73
Tabela B 1. Contribuição para o impacte global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para cada uma das categorias de impacte ambiental e por método de ponderação.	74

ABREVIATURAS

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

AICV - Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida

BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Walt und Landschaft

CBO - Carência Bioquímica de Oxigénio

CE - Comissão Europeia

CFC - Clorofluorocarbono

CML - Institute of Environmental Science, Faculty of Science, Leiden University

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

COVNM - Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos

CQO - Carência Química de Oxigénio

CVRVV - Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes

DCB - Diclorobenzeno

DOC - Denominação de Origem Controlada

EVAG - Estação Vitivinícola Amândio Galhano

GPL - Gás de Petróleo Liquefeito

HC - Hidrocarbonetos

ICV - Inventário do Ciclo de Vida

IPPC - Intergovernmental Panel on Climate Change

ISO - International Organization for Standardization

IVV - Instituto do Vinho e da Vinha

JOCE - Jornal Oficial das Comunidades Europeias

OCM - Organização Comum de Mercado (vitivinícola)

OIV - Organisation Internationale de la Vigne et du Vin

PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

PCCD/F - Polychlorinated Dibenzodioxin/Polychlorinated Dibenzofuran

PM₁₀/PM_{2,5} - Partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm/2,5 µm

PST - Partículas Suspensas Totais

RDVV - Região Demarcada dos Vinhos Verdes

SST - Sólidos Suspensos Totais

UE-15 - União Europeia com 15 Estados-Membros

UE-27 - União Europeia com 27 Estados-Membros

UF - Unidade Funcional

VQPRD - Vinho de Qualidade Produzido em Região Determinada

1. INTRODUÇÃO

O vinho é um produto obtido exclusivamente por fermentação alcoólica, total ou parcial de uvas frescas, esmagadas ou não, ou em alternativa de mosto de uvas frescas (JOCE, 2008). Deve apresentar uma graduação alcoólica superior a 8,5%, devendo ser elaborado segundo os processos tecnológicos estipulados por lei, de forma a ser adequado ao consumo humano.

O presente trabalho incide nos vinhos produzidos na Região Demarcada dos Vinhos Verdes (RDVV) vulgarmente designados “Vinhos Verdes”.

O sector do vinho tem vindo a concentrar esforços com vista à garantia da sustentabilidade ambiental, de forma a minimizar os impactes associados à produção de vinho no meio ambiente. Estes esforços são evidenciados na reforma da Organização Comum do Mercado (OCM) vitivinícola, iniciada em 2006 pela Comissão Europeia e formalmente publicada no Regulamento nº 479/2008. A integridade ambiental constitui um dos três elementos para a sustentabilidade do sector, em conjunto com a viabilidade económica e a aceitação social (CE, 2009).

Um dos objectivos propostos na reforma da OCM é instaurar um regime vitivinícola que preserve as melhores tradições de produção de vinho da União Europeia (UE) e reforce o tecido social e ambiental de muitas zonas rurais. A produção e comercialização do vinho devem dar toda a atenção às preocupações ambientais, com vista a minimizar o impacto ambiental da vitivinicultura, particularmente no que respeita à erosão e contaminação dos solos, à utilização de produtos fitofarmacêuticos e à gestão dos resíduos (CE, 2007).

Desta forma, começa a tornar-se clara a necessidade de desenvolver instrumentos e ferramentas capazes de auxiliar no alcance destes objectivos. Uma das formas encontradas para avaliar a extensão destes impactes foi considerar os impactes associados aos produtos durante a sua produção, utilização e eliminação, ou seja, numa perspectiva de avaliação do seu ciclo de vida. Deste modo todos os impactes ambientais associados a cada uma das fases do ciclo de vida são abordados de uma forma integrada e não são simplesmente deslocados de uma fase do ciclo de vida para outra.

De modo a enquadrar a temática abordada neste trabalho, nos sub-capítulos seguintes é caracterizado o sector dos vinhos a nível mundial e nacional. Em seguida são identificadas as regiões vitivinícolas de Portugal, com particular relevância para a RDVV. Finalmente, é efectuada uma análise de estudos que incidem na Avaliação do Ciclo de Vida de vinhos produzidos em várias regiões da Europa e Canadá.

1.1 CARACTERIZAÇÃO MUNDIAL E NACIONAL DO SECTOR DO VINHO

A produção de vinho constitui o mais importante dos produtos que compõem a fileira vitivinícola. Cerca de 26% da produção de uvas são consumidas em fresco, cerca de 8% são consumidas sob a forma de passas e as restantes 66% são utilizadas na produção de vinhos e outros, como espumantes e aguardentes.

Segundo dados da Organização Internacional da Vinha e do Vinho, em 2008, a área mundial total ocupada por vinha era de 7,74 milhões de hectares (OIV, 2009). A Europa ocupa actualmente um lugar preponderante neste indicador, com cerca de 58,4% da área mundial, ou seja, 4,52 milhões de hectares (Figura 1). A produção mundial de uvas, no mesmo ano, foi de 67,8 milhões de toneladas de uvas, representando um ligeiro aumento de 11,6 milhões de toneladas comparativamente ao ano anterior (OIV, 2009). A Europa, seguida a Ásia e da América constituem os principais produtores de uvas (Figura 2).

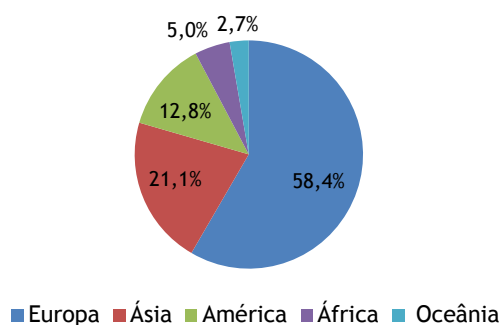


Figura 1. Área mundial ocupada por vinha em 2008 (OIV, 2009).

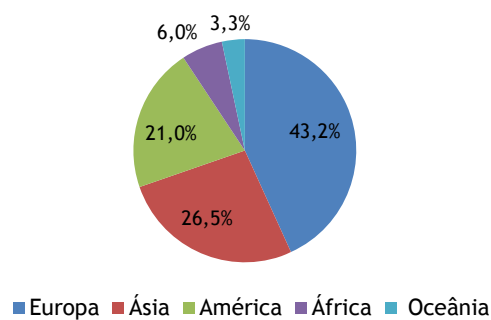


Figura 2. Produção mundial de uvas em 2008 (OIV, 2009).

Relativamente à produção mundial de vinho (excluindo sumos e mostos), em 2008 registou-se uma produção mundial de vinho de 26 900 milhões de litros (OIV, 2009). A Europa destaca-se apresentando cerca de dois terços da produção mundial (Figura 3). O consumo mundial de vinho acompanha a tendência decrescente da produção. O consumo de vinho neste ano foi de 24 490 milhões de litros e novamente cerca de dois terços do consumo ocorrem na Europa (Figura 4) (OIV, 2009).

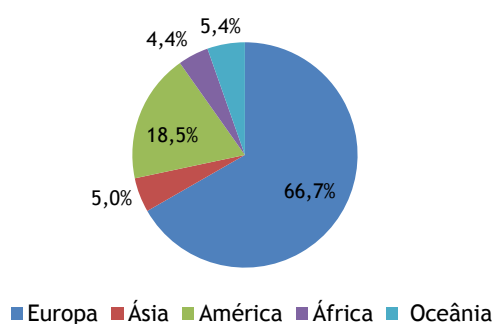


Figura 3. Produção mundial de vinho em 2008 (OIV, 2009).

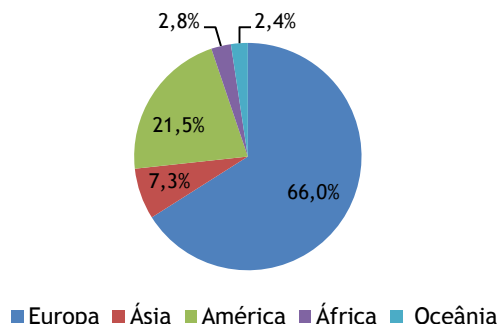


Figura 4. Consumo mundial de vinho em 2008 (OIV, 2009).

Ao nível da União Europeia, esta possui a maior cota de produção, ocupando cerca de 50% da superfície vitícola mundial e produzindo mais de 60% do vinho. A UE é ainda o maior consumidor (mais de 60% do consumo global), o maior exportador e o principal mercado de importação (CE, 2007).

A produção de vinho é especialmente importante nos países da Europa do Sul, distinguindo-se a França, a Itália e a Espanha como principais produtores, em volume. No período entre 2002-2006, os 27 Estados-Membros da UE produziram, em média, 18 500 milhões de litros de vinho por ano (Figura 5), gerando um valor de 15 600 milhões de euros (CE, 2007).

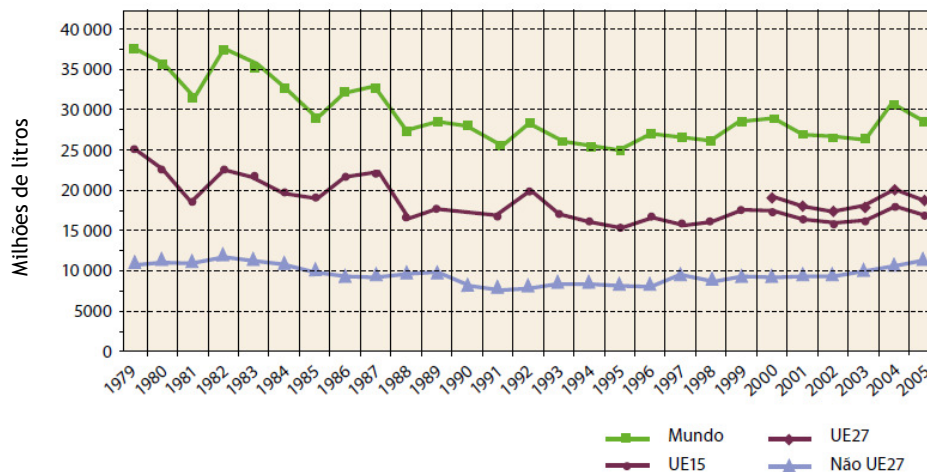


Figura 5. Evolução da produção de vinho ao nível mundial e na UE-15/UE-27 (CE, 2007).

A informação disponível para Portugal indica que a superfície vitícola ocupa cerca de 2,6% do território continental, correspondendo a 2 370 km² de área de cultura de vinha, repartida pelas diferentes regiões (IVV, 2009b). O país ocupa o oitavo lugar na lista dos países com maior área nacional ocupada por vinha e o décimo lugar entre os países, com maior taxa de exportações, a nível mundial (OIV, 2009). A produção nacional de vinho em 2007 foi de cerca de 13% do valor gerado pelo sector agrícola nacional e 22% do valor gerado pela produção vegetal (hortícolas e frutas). Verifica-se o crescimento do peso deste sector, que representava 9,1% da produção agrícola, no período de 1980-1989 e que atingiu 15,4% no período de 2000-2007 (IVV, 2009b). No período compreendido entre as campanhas de 2000/01 e 2008/09, a produção média anual de vinho em Portugal foi de cerca de 694 milhões de litros (Figura 6) (IVV, 2009a).

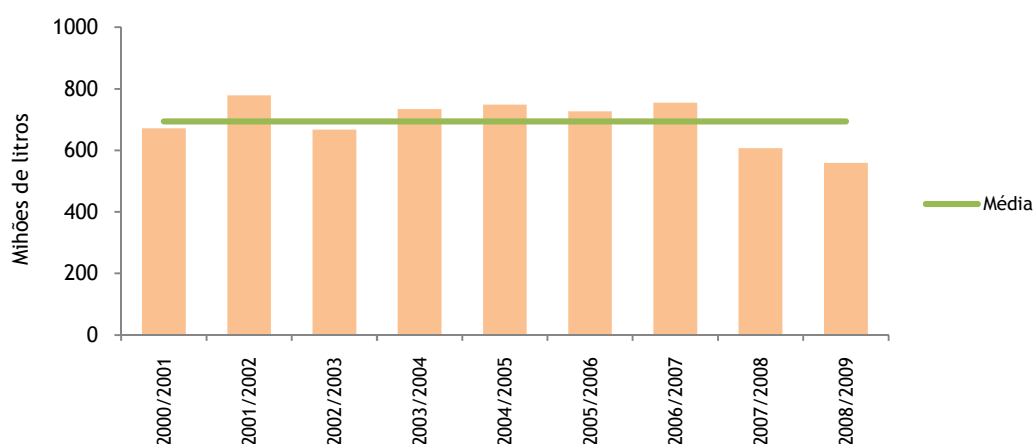


Figura 6. Evolução da produção de vinho em Portugal (IVV, 2009a).

A vinha portuguesa encontra-se dividida em onze regiões vitivinícolas: Minho (Vinhos Verdes), Trás-os-Montes, Douro e Porto, Beiras, Estremadura, Ribatejo, Península de Setúbal, Alentejo, Algarve, Madeira e Açores (Figura 7). Nas campanhas entre 2006 e 2009, a região do Douro ocupou um lugar destaque na produção de vinho, seguido pela Estremadura, Beiras e Alentejo e em 4º lugar, a região do Minho (Figura 8).

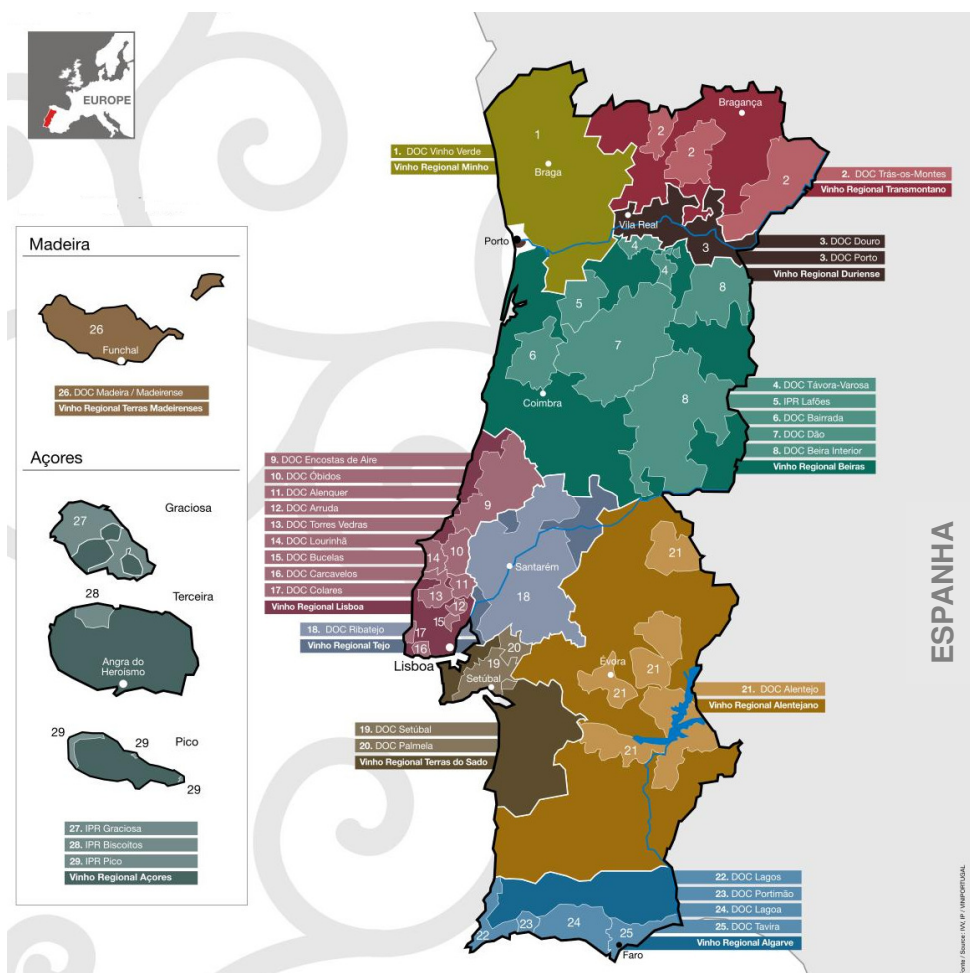


Figura 7. Regiões vitivinícolas de Portugal (adaptado de ViniPortugal, 2010).

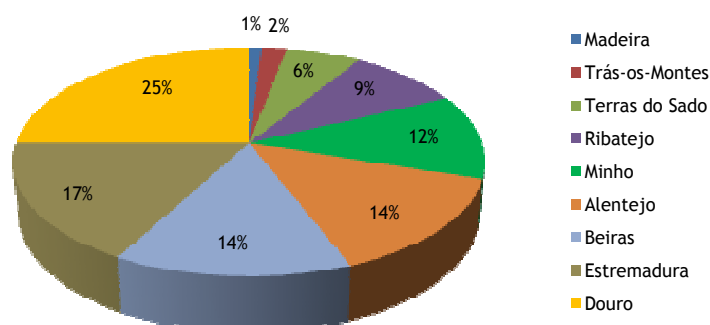


Figura 8. Produção de vinho por regiões (média das campanhas 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009) (adaptado de IVV, 2009a).

A Região Demarcada dos Vinhos Verdes (RDVV) é uma das regiões mais antigas de Portugal. Situa-se no noroeste do país, coincidindo com a região tradicionalmente designada por Entre Douro e Minho. Em virtude das diferenças de microclimas, tipo de solo, geologia e relevo, questões de ordem cultural, tipos de vinho e modos de condução das vinhas, a RDVV está dividida em nove sub-regiões (Monção e Melgaço, Lima, Cávado, Basto, Ave, Amarante, Sousa, Baião e Paiva) (Figura 9) e cada sub-região abrange os concelhos descritos na Tabela 1 (CVRVV, 2009).

Tabela 1. Concelhos pertencentes a cada sub-região da RDVV de acordo com a Portaria nº 28/2001.

SUB-REGIÃO	CONCELHOS
Amarante	Amarante e Marco de Canaveses
Ave	Vila Nova de Famalicão, Fafe, Guimarães, Santo Tirso, Trofa, Póvoa de Lanhoso, Vieira do Minho, Póvoa de Varzim, Vila do Conde e o concelho de Vizela, com excepção das freguesias de Vizela (Santo Adrião) e de Barrosas (Santa Eulália)
Baião	Baião, Resende (excepto a freguesia de Barrô) e Cinfães (excepto as freguesias de Travanca e Souselo)
Basto	Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Mondim de Basto e Ribeira de Pena
Cávado	Esposende, Barcelos, Braga, Vila Verde, Amares e Terras de Bouro
Lima	Viana do Castelo, Ponte de Lima, Ponte da Barca e Arcos de Valdevez
Monção e Melgaço	Monção e Melgaço
Paiva	Castelo de Paiva, e no concelho de Cinfães, as freguesias de Travanca e Souselo
Sousa	Paços de Ferreira, Paredes, Lousada, Felgueiras, Penafiel e no concelho de Vizela, as freguesias de Vizela (Santo Adrião) e Barrosas (Santa Eulália).

A RDVV ocupa cerca de 7 000 km², correspondendo a 7,6% da área do território nacional. Em superfície vitícola corresponde a cerca de 14% da área portuguesa ocupada por vinhas, com uma extensão de cerca de 340 km². Possui mais de 289 000 parcelas de vinha e, é explorada actualmente por cerca de 27 000 produtores (Figura 10) (CVRVV, 2009). NA RDVV produzem-se Vinhos de Qualidade Produzidos em Região Determinada (VQPRD Vinho Verde ou mais vulgarmente classificados de DOC Vinho Verde), com origem exclusivamente nas áreas das nove sub-regiões e vinho Regional Minho, que pode ter origem em todo território da RDVV definido.

Nesta região são anualmente produzidos, em média, cerca de 93 milhões de litros de Vinho Verde (Figura 11). Esta quantidade corresponde, em média, a cerca de 12% do total de vinho nacional produzido. Entre as campanhas de 1999/2000 a 2009/2010, a produção de Vinho Verde branco correspondeu, em média, a cerca de dois terços do total de Vinho Verde produzido na região (Figura 11). As exportações de vinho na RDVV apresentam uma tendência de crescimento nos últimos anos, tendo em 2008 atingido os 13 milhões de litros exportados para mais de 70 mercados internacionais (Figura 12), correspondendo a cerca de 5% das exportações de vinho a nível nacional. Os principais destinos são a Alemanha, os Estados Unidos da América, a França, Angola, Brasil, Canadá e Reino Unido.



Figura 9. Região Demarcada dos Vinhos Verdes e respectivas sub-regiões.

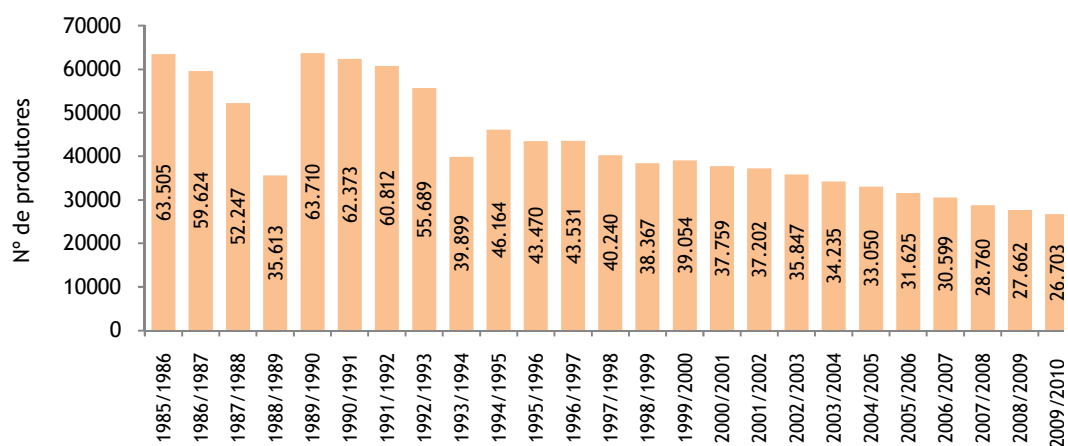


Figura 10. Evolução do número de produtores de Vinho Verde (campanhas de 1985/1986 a 2009/2010) (CVRVV, 2009).

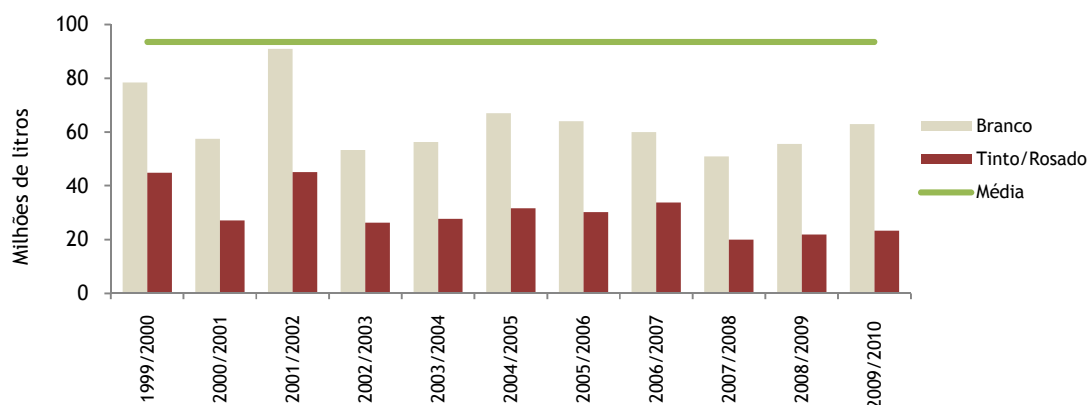


Figura 11. Valor médio da produção de Vinho Verde (branco e tinto conjuntamente) e evolução da produção de Vinho Verde branco e tinto/rosado entre as campanhas de 1999/2000 a 2009/2010 (CVRVV, 2009).

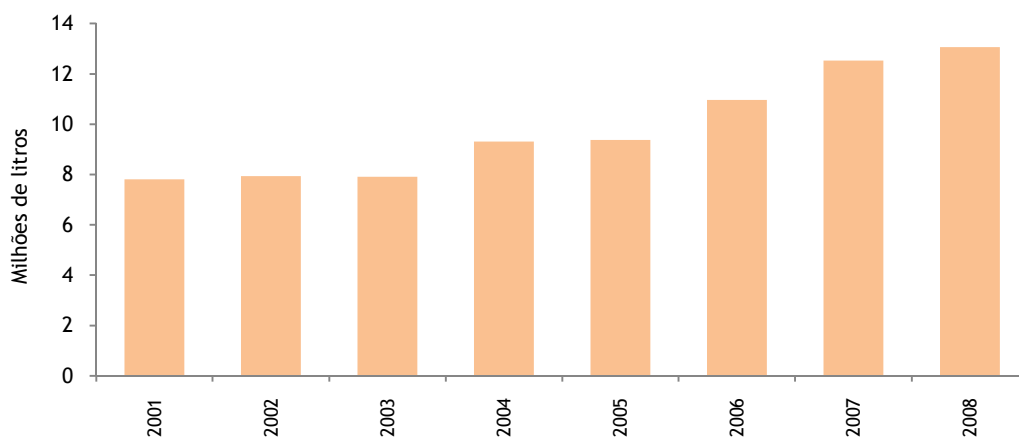


Figura 12. Evolução do volume de Vinho Verde exportado, para o período entre 2001 e 2008 (CVRVV, 2009).

1.2 A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA APLICADA AO SECTOR DO VINHO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta que tem como objectivo avaliar os potenciais impactes ambientais associados ao ciclo de vida de um produto, processo ou serviço, incluindo as fases associadas à extracção de matérias-primas até às actividades de fim de vida, através da quantificação dos fluxos de entrada e saída de materiais e energia. A sua metodologia encontra-se descrita na norma NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008).

A Tabela 2 resume alguns estudos que incidem sobre a aplicação da ACV, ou parte desta, ao sector do vinho. Estes estudos são realizados com o objectivo de identificar e promover a minimização dos impactes ambientais e os consequentes custos ambientais e energéticos associados à produção do vinho e incidem sobre vinhos produzidos em Itália, Espanha, França e Canadá. A revisão dos estudos é feita relativamente aos tipos e objectivos de estudo, ao local de produção do vinho, à unidade funcional seleccionada, ao tipo de abordagem e fases do ciclo de vida consideradas, à metodologia de avaliação de impactes, às etapas de avaliação de impactes ambientais (AICV) consideradas e às categorias de impacto ambiental identificadas. Por fim são identificadas as fases ou aspectos críticos detectados em relação com os problemas ambientais e as conclusões retiradas para cada um dos estudos.

Em resumo, os estudos que aplicam a metodologia da ACV ao vinho são relativamente recentes, revelando a actualidade do tema.

Os estudos considerados fazem aplicação da ACV ou partes dela em exclusivo (Notarnicolla *et al.*, 2003, Aranda *et al.*, 2005, Gonzalez *et al.*, 2006, Petti *et al.*, 2006, e Point, 2008) ou em conjunto com outras ferramentas, como os Sistemas de Gestão de Ambiental (Ardente *et al.*, 2006) e a *emergy evaluation* (Pizzigallo *et al.*, 2008) na avaliação ambiental de vinhos. No entanto, os tipos de estudo variam. Alguns estudos consideram alguns aspectos económicos para além dos ambientais (Aranda *et al.*, 2005) e outros estudos avaliam a produção biológica do vinho (Gonzalez *et al.*, 2006, Petti *et al.*, 2006 e Pizzigallo *et al.*, 2008).

Os objectivos principais são comuns a todos os estudos e incluem a identificação e determinação dos impactes ambientais associados ao ciclo de vida e das etapas com maior impacto ambiental associados à unidade funcional seleccionada. Gonzalez *et al.* (2006) e Pizzigallo *et al.* (2008) pretendem também estabelecer a comparação entre as práticas de viticultura biológica e a viticultura convencional. Alguns estudos apresentam medidas de melhoria do desempenho ambiental, como Notarnicolla *et al.* (2003) e Aranda *et al.* (2005) ou analisam cenários alternativos de minimização do impacto ambiental no sistema em estudo (Point, 2008).

De entre os sete estudos analisados destaca-se a existência de quatro estudos relativos a vinhos produzidos em Itália e verifica-se que a escolha da unidade funcional é relativamente consensual, tendo-se optado na maioria dos casos por uma garrafa de vinho com capacidade de 0,75 L. As excepções verificaram-se em Gonzalez *et al.* (2006) e Pizzigallo *et al.* (2008), em que as unidades funcionais foram um litro de vinho e uma tonelada de vinho engarrafado, respectivamente.

Tabela 2. Selecção de estudos de ACV aplicados ao sector do vinho.

ESTUDO	Notarnicolla <i>et al.</i> (2003)	Aranda <i>et al.</i> (2005)	Gonzalez <i>et al.</i> (2006)	Petti <i>et al.</i> (2006)	Ardente <i>et al.</i> (2006)	Point (2008)	Pizzigallo <i>et al.</i> (2008)
Tipo de estudo	ACV da produção de vinho	Análise económica e ambiental da produção de uma garrafa de vinho pela aplicação da ACV	Avaliação e comparação da eficiência da produção convencional de vinho com a produção biológica	ACV da produção de um vinho biológico	Definição de Sistema de Gestão Ambiental orientado para o produto: aplicação a uma empresa produtora de vinho	Avaliação dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida da produção e consumo de vinho	Análise/comparação de duas empresas produtoras de vinho através da conjugação da ACV e da <i>energy evaluation</i>
Objectivos	Construir perfil ambiental e identificar pontos ambientalmente críticos de 4 vinhos	Identificar prioridades para racionalizar o consumo de energia e materiais	Identificar principais impactos ambientais; Comparação entre a agricultura biológica e o método convencional	Determinar impactos ambientais gerados ao longo do ciclo de vida e as fases do ciclo de vida mais significativas; Identificar potenciais melhorias	Avaliar o consumo de energia e as emissões associadas às várias fases do ciclo de vida, através da ACV	Determinar impactos ambientais associados ao do ciclo de vida e as fases do ciclo de vida com maiores impactos; Análise de cenários alternativos de minimização do impacto	Comparação de duas quintas produtoras de vinho (uma baseada em agricultura biológica e outra em métodos agrícolas convencionais), em relação aos impactos associados aos consumos e emissões
Local de produção do vinho	Itália	Espanha	Produção: França Consumo: Suécia	Itália	Itália	Canadá	Itália
Unidade funcional	Garrafa de 0,75 L de vinho (tinto e branco)	Garrafa de 0,75 L de vinho	1 Litro de vinho	Garrafa de 0,75 L de vinho tinto de origem biológica	Garrafa de 0,75 L de vinho tinto	Garrafa de 0,75 L de vinho	1 Tonelada de vinho engarrafado
Abordagem e Fases do ciclo de vida consideradas	Berço-portão (<i>Cradle-to-gate</i>) Viticultura; Produção de vinho; Produção de alguns materiais auxiliares	Berço-túmulo (<i>Cradle-to-grave</i>) Viticultura; Produção de vinho; Transporte/distribuição ao consumidor; Actividades de fim de vida	Berço-túmulo (<i>Cradle-to-grave</i>) Viticultura; Produção de vinho; Transporte/distribuição ao consumidor; Actividades de fim de vida; Produção das garrafas de vidro	Berço-portão (<i>Cradle-to-gate</i>) Viticultura; Vinificação, Engarrafamento; Embalamento, Distribuição; Produção de materiais auxiliares	Berço-portão (<i>Cradle-to-gate</i>) (inclui a distribuição para consumo) Viticultura, Vinificação, Estágio, Engarrafamento, Embalamento; Distribuição para consumo; Produção de materiais auxiliares	Berço-túmulo (<i>Cradle-to-grave</i>) Viticultura; Produção de vinho; Distribuição; Transporte e refrigeração (consumidores); Reciclagem das garrafas de vidro; Produção e transporte de materiais auxiliares	Berço-túmulo (<i>Cradle-to-grave</i>) Plantação da vinha; Viticultura; Vinificação; Engarrafamento; Reciclagem das garrafas de vidro
Método	CML 1992 (Heijungs <i>et al.</i> , 1992); CML 2000 (Guinée <i>et al.</i> , 2002)	Eco-Indicator 99. SimaPro (Pré Consultants)	Eco-Indicator 99. SimaPro (Pré Consultants, 2004)	CML(2001). Gabi 4 (PE Europe GmbH e IKP University of Stuttgart, 2003)	Apenas foi realizada a análise de inventário	CML, 2000 (Guinée <i>et al.</i> , 2002)	Apenas foi realizada a análise de inventário
Etapas da AICV consideradas	Classificação; Caracterização	Caracterização, Normalização e Ponderação	Classificação, Caracterização, Normalização e Ponderação	Classificação, Caracterização e Normalização	Não foi realizada	Classificação; Caracterização	Não foi realizada
Categorias de impacto ambiental	CE; AG; DCO; A; FOF; TH; ET; E	SH (sc, so, si, ac, rad, co); ECO (aco, acid/eut, us); REC (min, comb)	SH (sc, so, si, ac, rad, co); ECO (aco, acid/eut, us); REC (min, comb)	A; E; EAAD; AG; TH; EAM; DCO; FOF; RAD; ETT	Consumo de energia; Emissões de CO ₂ ; Consumo de água	DRA; A; E; AG; DCO; ETA; ETT; FOF; CE	--
Fases/ Pontos críticos	Uso de pesticidas e fertilizantes; Consumo de combustíveis fósseis na produção de energia na produção das garrafas	Consumo de gasóleo (Transporte/distribuição ao consumidor); Uso de pesticidas e fertilizantes e consumo de água (Viticultura); Produção e transporte das garrafas de vidro (Produção de vinho)	Transporte/distribuição; Produção das garrafas de vidro	Emissões de fluoreto de hidrogénio, CO ₂ , NOx e SO ₂ na produção das garrafas de vidro; Utilização de produtos fitofarmacêuticos à base de cobre na viticultura	Produção das garrafas de vidro contribui em cerca de metade do total de energia consumida; Emissões de CO ₂ na extracção das matérias-primas utilizadas; Consumo de água na viticultura	Aplicação de fertilizantes azotados (viticultura); Consumo de electricidade (produção das garrafas)	Produção das garrafas de vidro
Conclusões/ Categorias com maior impacto	OS 4 vinhos analisados apresentam desempenhos ambientais semelhantes	Categorias de impacto mais significativas: SH e REC; A reciclagem das garrafas de vidro apresenta um impacto positivo	Categorias com maiores impactos: comb (REC); Reciclagem das garrafas: impacto positivo; Vinho de agricultura biológica apresenta ligeiras melhorias ambientais face ao vinho convencional	Categorias com maiores impactos: EAAD; EAM; AG; A	Programa de melhoria com incidência na procura de novas soluções de embalamento	As fases que genericamente apresentam maior impacto são a viticultura, a produção das garrafas e o transporte dos consumidores	No sistema biológico a produção de vinho é cerca de 20% menor face ao sistema convencional, mas a apresentam consumos de energia, menor consumo de aço e combustível e menores quantidades de emissões

NOTA (1): *Método CML*: CE- Consumo de Energia; AG - Aquecimento Global; DCO - Depleção da Camada do Ozono; A- Acidificação; FOF -Formação de Oxidantes Fotoquímicos; TH - Toxicidade Humana; ET - Eco-Toxicidade Potencial; E - Eutrofização; EAAD - Ecotoxicidade Aquática na Água Doce; EAM - Ecotoxicidade Aquática Marinha; RAD - Radiação Radioactiva; ETT - Ecotoxicidade Terrestre; ETA - Ecotoxicidade Aquática; DRA - Depleção dos Recursos Abióticos

Método Eco-Indicator 99: SH - Saúde Humana (sc - inalação de substâncias cancerígenas, so - inalação de substâncias orgânicas; si - inalação de substâncias inorgânicas; ac - alteração climática, rad - radiação, co - camada do ozono); ECO - Ecosistema (ecot - ecotoxicidade, acid/eut - acidificação/eutrofização, us - uso do solo); REC - Recursos (min - minerais, comb - combustíveis fósseis)

NOTA (2): Produção de materiais auxiliares: inclui a produção de pesticidas, fertilizantes e outros materiais utilizados na viticultura, garrafas de vidro, rolhas, cápsulas, rótulos e caixas de cartão.

Relativamente à abordagem seguida pelos autores, quatro estudos analisaram os seus sistemas considerando a abordagem berço - túmulo (*cradle-to-grave*), enquanto os restantes (Notarnicola *et al.*, 2003; Petti *et al.*, 2006; e Ardente *et al.*, 2006) a abordagem foi do tipo berço - portão (*cradle-to gate*). Ardente *et al.* (2006) considera também a etapa de distribuição para consumo.

Em relação às etapas da metodologia da AICV só dois estudos (Aranda *et al.*, 2005 e Gonzalez *et al.*, 2006) incluíram todas as etapas (Classificação, Caracterização, Normalização e Ponderação). Os estudos de Notarnicola *et al.* (2003) e Point (2008) realizaram apenas a Classificação e Caracterização, enquanto Petti *et al.* (2006) também inclui a Normalização. Os outros dois estudos apenas elaboraram Análises de Inventário (Ardente *et al.*, 2006 e Pizzigallo *et al.*, 2008). As metodologias de avaliação de impactes utilizadas são distintas. De entre os estudos em que foi realizada a avaliação de impactes, dois utilizaram o método do Eco-Indicator 99 (Aranda *et al.*, 2005 e Gonzalez *et al.*, 2006), enquanto os restantes utilizaram o método CML 1992 (Notarnicola *et al.*, 2003), CML 2000 (Notarnicola *et al.*, 2003 e Point, 2008) e CML 2001 (Petti *et al.*, 2006).

Em relação às categorias de impacte, os estudos revistos identificam que a contribuição para diferentes categorias dependem do tipo de metodologia usada na avaliação. Os estudos realizados com o método Eco-Indicator 99 apresentam as seguintes categorias: Saúde Humana (inalação de substâncias cancerígenas, inalação de substâncias orgânicas, inalação de substâncias inorgânicas, alteração climática, radiação e camada do ozono), Ecossistema (ecotoxicidade, acidificação/eutrofização e uso do solo) e Recursos (minerais e combustíveis fósseis). Nos estudos em que a metodologia usada foi a CML as categorias de impacte identificadas foram: Consumo de energia, Aquecimento Global, Depleção da Camada do Ozono, Acidificação, Formação de Oxidantes Fotoquímicos, Toxicidade Humana, Eco-Toxicidade Potencial, Eutrofização, Ecotoxicidade Aquática na Água Doce, Ecotoxicidade Aquática Marinha, Radiação Radioactiva, Ecotoxicidade Terrestre e Ecotoxicidade Aquática.

Em relação às fases críticas associadas com os problemas ambientais destacam-se a produção da garrafa de vidro e a viticultura. A esta última estão associadas essencialmente a utilização de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos. Em todos os estudos destacam-se os benefícios/vantagens da viticultura biológica face aos métodos convencionais.

Na revisão bibliográfica efectuada na aplicação da ACV ao sector do vinho verifica-se que não estão disponíveis na bibliografia consultada estudos que visam a aplicação de ACV a vinhos portugueses e confirmam a diversidade existente no que respeita ao tipo de estudo, abordagem, metodologia e resultados obtidos. Os objectivos do presente trabalho são definidos de modo a constituir um contributo para a avaliação dos impactes ambientais potenciais do Vinho Verde utilizando nesta avaliação informação processual quantitativa de um dos mais importantes produtores nacionais.

1.3 OBJECTIVOS

O objectivo principal deste estudo consiste na ACV do Vinho Verde branco por utilização da metodologia descrita na norma NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008). Pretendeu-se quantificar os principais impactes ambientais associados às fases do ciclo de vida do vinho e, identificar a quais estão associados os maiores problemas ambientais.

O estudo de ACV simplificado inclui as actividades associadas à produção de uva (viticultura) e as associadas à produção de vinho. Nesta última fase são incluídos os processos de vinificação, de conservação/elaboração de lotes e o engarrafamento/armazenamento.

Para a realização deste trabalho foi utilizado, como caso de estudo, a informação relativa às actividades desenvolvidas pela Aveleda - Sociedade Agrícola e Comercial da Quinta da Aveleda, S. A., situada em Penafiel (sub-região do Sousa), na RDVV. As actividades do ciclo de vida do Vinho Verde branco seleccionadas para este estudo são as que têm influência directa da empresa. A informação recolhida associada às tecnologias dos processos e actividades, aos consumos de recursos, materiais, combustíveis e energia e às emissões de poluentes incide sobre a campanha vitivinícola de 2008/2009, ou seja, abrange o desde período de produção da vinha (Novembro de 2007 até Outubro de 2008) e inclui todos os processos realizados na produção de vinho até ao armazenamento dos lotes (Setembro de 2008 até Novembro de 2009). As actividades de viticultura e de produção de vinho desenvolvidas pela Aveleda consideram-se representativas das práticas realizadas na produção de Vinho Verde na RDVV.

A avaliação de impactes ambientais é realizada segundo o método CML (CML, 2009) e são realizadas as etapas de Classificação, Caracterização, Normalização e Ponderação. Como resultado é obtido um valor único agregado para o impacte ambiental.

1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA TESE

De acordo com os objectivos propostos para este trabalho, a dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. Neste primeiro capítulo apresenta-se uma abordagem geral ao tema da presente tese onde se enquadra e justifica o trabalho desenvolvido através da caracterização mundial e nacional do sector da produção de vinho, com particular incidência na RDVV e de uma breve descrição do estado da arte relativamente a estudos de ACV aplicados ao sector do vinho. São também identificados os objectivos e descrita a estrutura e organização da tese.

No Capítulo 2 é apresentado o caso em estudo, a Aveleda - Sociedade Agrícola e Comercial da Quinta da Aveleda, S. A., sendo realizada uma concisa descrição das diferentes fases do ciclo de vida consideradas no estudo, sob responsabilidade directa da empresa: viticultura e produção de vinho, que engloba a vinificação, conservação/elaboração de lotes e engarrafamento/armazenamento.

No Capítulo 3 é descrita a metodologia da ACV e a aplicação ao caso de estudo. Em primeiro lugar identifica-se o objectivo e âmbito deste estudo, em seguida é realizada a análise do

inventário para cada fase do ciclo de vida considerada e, por último é efectuada a avaliação de impactes ambientais segundo a metodologia CML (CML, 2009).

No Capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados do estudo da ACV. Neste capítulo é realizada também uma análise de sensibilidade, de forma a avaliar a influência de alguns parâmetros considerados significativos no valor do impacte ambiental. Por fim, os resultados quando possível, são confrontados com os resultados obtidos nos estudos similares revistos.

No Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões a retirar do trabalho desenvolvido e as principais limitações encontradas.

No Capítulo 6 são sugeridas perspectivas para eventuais desenvolvimentos, bem como possíveis trabalhos futuros ao nível do tema da presente dissertação.

2. CARACTERIZAÇÃO DA AVELEDA

A Aveleda - Sociedade Agrícola e Comercial da Quinta da Aveleda, S. A. é uma empresa familiar, criada em 1671 que se dedica à produção de vinhos, aguardentes e queijos. Encontra-se implantada na RDVV, na sub-região do Sousa, distrito do Porto, concelho de Penafiel, mais concretamente na Quinta da Aveleda (Figuras 13 e 14).

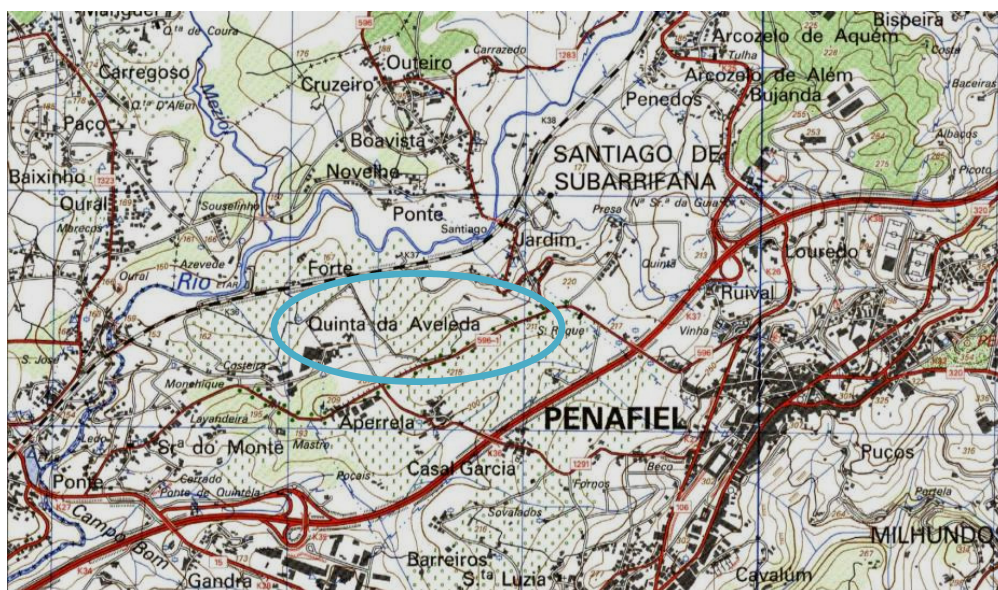


Figura 13. Localização da Quinta da Aveleda.



Figura 14. Vista aérea da Quinta da Aveleda.

O seu principal ramo de negócio é o sector dos vinhos e aguardentes, apresentando-se como uma das três maiores empresas vitivinícolas do país de vinhos engarrafados, em volume de vendas (Aveleda, 2009a). Em 2008, produziu cerca de 10,7 milhões de litros de vinhos e aguardentes, dos quais cerca de 89% (9,6 milhões litros) foram de Vinho Verde branco e 1% (0,12 milhões de litros) de Vinho Verde tinto.

Actualmente, a Aveleda lidera a produção de Vinhos Verdes a nível nacional. Possui a maior área vitícola da região e é o maior vendedor e exportador de Vinho Verde engarrafado (Aveleda, 2009a). A área vitícola da Aveleda na RDVV, em 2008, era de cerca 153 ha, distribuídos por Penafiel (63%), Lousada (13%) (sub-região do Sousa, distrito do Porto) e Celorico de Basto (24%) (sub-região de Basto, distrito de Braga). A área era essencialmente ocupada por castas de uvas brancas Alvarinho, Arinto, Fernão Pires (Maria Gomes), Loureiro e Trajadura.

A empresa exporta cerca de metade da sua produção para mais de cem países, entre eles, os Estados Unidos, Canadá, Brasil, França, Alemanha, Suécia e Dinamarca.

A principal marca comercial da empresa é o *Casal Garcia*, que constitui o Vinho Verde mais exportado e ao mesmo tempo o vinho branco mais vendido em todo o mundo. Outras marcas importantes produzidas actualmente são o *Quinta da Aveleda*, o *Aveleda Fonte*, o *Charamba* e o *Follies*. O portfólio dos vinhos produzidos pela Aveleda apresenta não só vinhos da RDVV, mas também da Região Demarcada do Douro e da Região Demarcada da Bairrada (Figura 15).

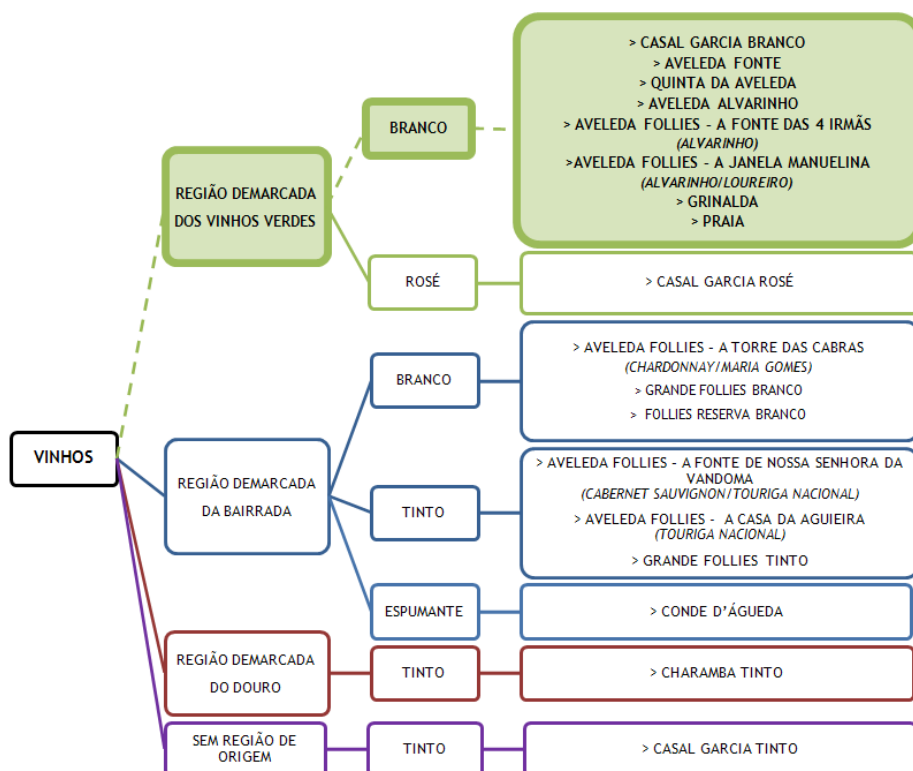


Figura 15. Marcas comerciais da Aveleda, segundo a Região Demarcada de origem.

De forma a acompanhar as solicitações dos mercados cada vez mais exigentes e competitivos e aperfeiçoar a qualidade dos seus produtos e serviços prestados, a empresa apresenta, de forma integrada, um Sistema de Gestão de Qualidade, segundo a norma ISO 9001 certificado desde de

2001 e um Sistema de Gestão Ambiental, de acordo com a norma ISO 14001, certificado desde do início de 2009. Encontra-se também em fase de implementação e certificação do Sistema de Gestão de Segurança Alimentar, seguindo os requisitos da norma ISO 22000.

As principais actividades desenvolvidas pela Aveleda (apresentadas na Figura 16), incluem essencialmente duas fases (viticultura e produção de vinho). A viticultura representa todas as práticas associadas à cultura das uvas, incluindo a vindima e transporte para o centro de vinificação. A produção de vinho é a fase de transformação das uvas que abrange a vinificação, a conservação e elaboração dos lotes de acordo com as marcas comerciais, o engarrafamento e o armazenamento.

As secções seguintes (2.1. e 2.2) descrevem e caracterizam sucintamente as actividades destas duas fases do ciclo de vida do Vinho Verde branco.

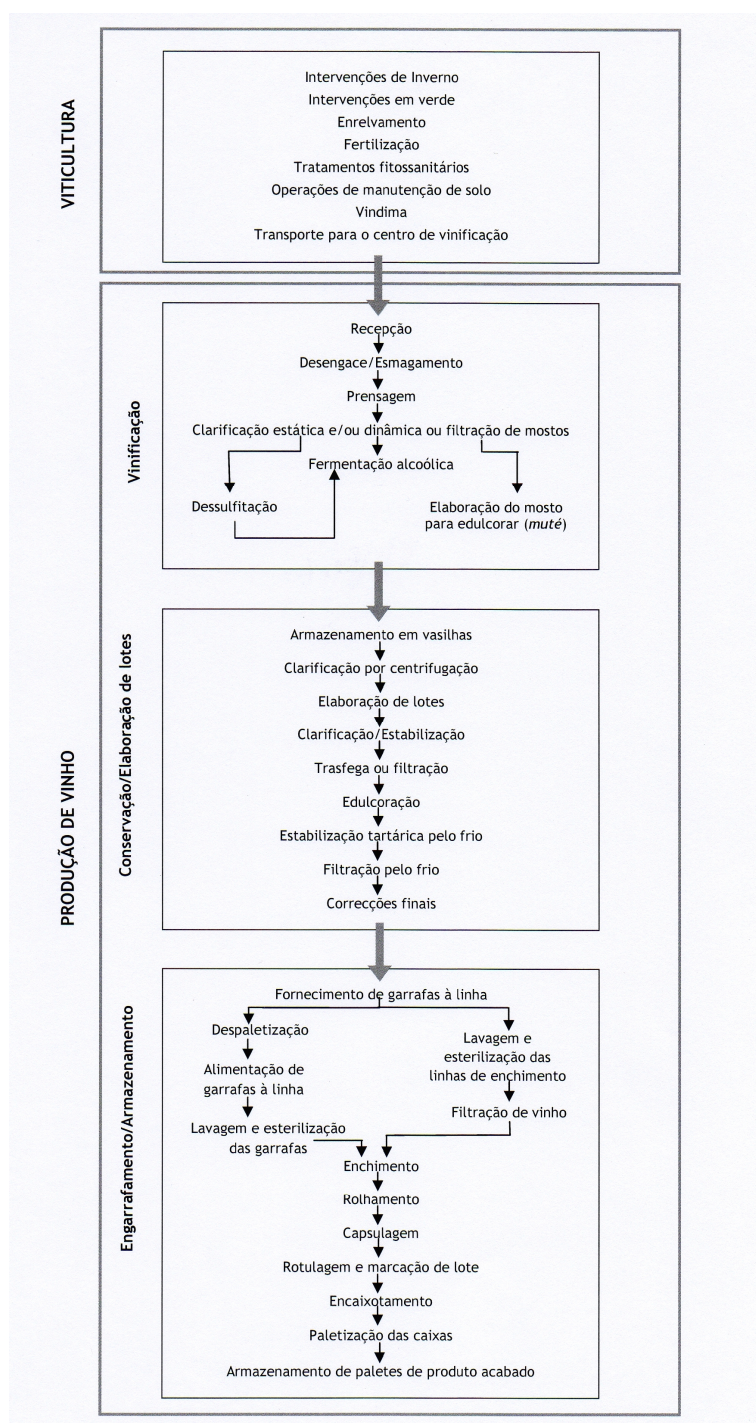


Figura 16. Actividades desenvolvidas pela Avela no âmbito do estudo da ACV do Vinho Verde branco (viticultura e produção de vinho).

2.1 A VITICULTURA

As principais actividades realizadas para a obtenção da matéria-prima, as uvas (designada por viticultura) incluem as designadas intervenções de Inverno que se realizam na fase de repouso vegetativo e abrangem a pré-poda, a poda, arrumar a lenha de poda, a manutenção da estrutura, a retanca e baixar os arames. Durante o período activo das videiras são realizadas as

intervenções em verde que incluem a espampa, a desponta e a desfolha e as outras actividades como o enrelvamento, a fertilização do solo, os tratamentos fitossanitários, as operações de manutenção do solo, a vindima e por fim o transporte para o centro de vinificação (Figura 17). Estas actividades da viticultura não são apresentadas, na Figura 17, por ordem cronológica pois algumas destas operações são realizadas repetidamente ao longo de uma campanha. Estas actividades estão dependentes das condições meteorológicas, ou seja, o momento de realização de cada actividade pode variar de campanha para campanha, no entanto a sua realização apresenta uma sequência mais ou menos definida.

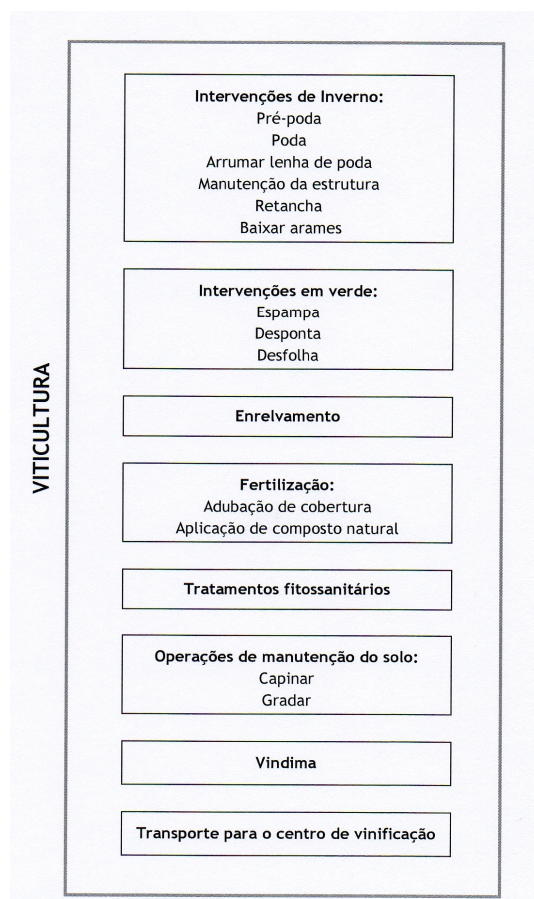


Figura 17. Principais actividades realizadas na fase de viticultura.

Intervenções de Inverno

As intervenções realizadas envolvem actividades manuais e mecânicas com vista essencialmente à preparação da produção do ano seguinte. A forma como se realizam estas actividades tem particular influência na quantidade de uvas produzidas (EVB, 2008). O tipo de intervenções realizadas inicia-se após a vindima, geralmente em meados do mês de Novembro e termina em Março.

A realização da pré-poda é precedida por uma tarefa manual que consiste em retirar os fixadores (pequenas peças metálicas que têm como função unir os arames que suportam e guiam os ramos das videiras à medida que estas se desenvolvem). A **pré-poda** é uma actividade de limpeza e

destruição realizada anualmente, durante os meses de Novembro a Janeiro e que consiste em cortar parcialmente as varas da videira (Pereira, 2006). Esta actividade é realizada mecanicamente com recurso à máquina de vindimar adaptada com dispositivos específicos (Figura 18).



Figura 18. Operação de pré-poda mecânica realizada na Quinta da Aveleda (à esquerda) e dispositivo colocado na máquina de vindimar para a realização da pré-poda (à direita).

A vulgarmente designada **poda** é uma actividade manual que consiste num corte mais ou menos severo de uma parte dos ramos da videira e destina-se a preparar a quantidade e qualidade da produção de uvas do ano seguinte (Garrido *et al.*, 2004 e Mota, 2006). Na região dos Vinhos Verdes, as videiras podem atingir estados de grande vigor e o facto de poda exigir que seja necessário considerar cada cepa individualmente, constitui um obstáculo à mecanização (Pereira, 2006). A poda é realizada manualmente e decorre de Novembro a Março.

Aos resíduos formados nas operações anteriores durante a actividade de **arrumar a lenha de poda** podem ser dados diferentes destinos como por exemplo, a recolha e queima para utilizar como combustível, o uso nas camas do gado, a produção de estrume por compostagem em silos ou, a trituração e incorporação no solo da vinha (Garrido, 2006). Na Aveleda, na campanha vitícola de 2008, uma parte significativa da lenha resultante (cerca de 70%) foi recolhida como medida profilática de disseminação de doenças e pragas e usada na queima em caldeiras por terceiros, fora das actividades da Aveleda. Os restantes 30% foram triturados e incorporados no terreno das vinhas com vista à manutenção da qualidade dos solos.

A actividade de **manutenção da estrutura** é realizada manualmente, entre Novembro e Março, e visa a conservação e reparação das estruturas que sustentam as videiras. A manutenção consiste, por exemplo, em consertar, esticar e recolher arames, consertar e recolher postes, recolher estacas e estufins.

A **retanchar** consiste na replantação de uma videira através da plantação de novos pés de videiras bravas (bacelos) que serão enxertadas nos anos seguintes ou através de enxertos-prontos (videiras já enxertadas). O processo de retanchar realizado durante o mês de Janeiro contempla a abertura de furos de retanchar, a plantação e a rega da retanchar, podendo ser realizada

manualmente, ou com recurso a alfaias agrícolas. Na Aveleda praticamente não ocorre enxertia, recorrendo-se à utilização de videiras já enxertadas (enxertos-prontos).

No final da vindima e realizada a poda de Inverno é necessário realizar a operação manual designada por **baixar os arames** até ao nível do solo, de forma, a que mais tarde voltem novamente ao processo de condução das videiras ao longo do seu desenvolvimento.

Intervenções em verde

As intervenções realizadas envolvem actividades manuais e automáticas com vista ao aumento da qualidade do produto final, através do melhoramento das condições de crescimento e maturação dos cachos (EVB, 2008). Este tipo de intervenções inicia-se normalmente nos meses de Abril e prolonga-se até Julho.

A **espampa** é uma operação de supressão dos rebentos que visa eliminar o excesso de rebentos, suprimindo a rebentação inútil e prejudicial para a qualidade do produto, como é o caso dos rebentos duplos que se formam na vara da poda. Esta operação manual é realizada no mês de Abril.

A **desponta** ou poda verde consiste no corte das extremidades dos ramos das videiras, sendo realizada nos meses de Junho e Julho. Pretende facilitar a circulação de pessoas e máquinas, para uma maior disponibilização da luz solar, recuperar o arejamento no interior da copa e permitir uma renovação da massa foliar da videira (CVRVV, 2009). Na Aveleda esta operação recorre à máquina de vindimar adaptada com a alfaia de espontar (Figura 19).



Figura 19. Operação de desponta nas vinhas da Quinta da Aveleda.

A **desfolha** consiste em retirar folhas geralmente no nível abaixo dos cachos com a finalidade de arejar e de aumentar a exposição ao sol dos cachos, promovendo a menor incidência de doenças através da maior facilidade de actuação dos tratamentos fitossanitários, a melhor maturação dos cachos e mosto com mais cor (EVB, 2009). Esta actividade apesar de não ser uma prática muito realizada pelos viticultores, por ser bastante dispendiosa, realiza-se na Aveleda em Julho e é efectuada com recurso a uma máquina designada desfolhadeira.

Enrelvamento

O enrelvamento consiste em manter o solo revestido com vegetação espontânea (flora natural ou residente) e/ou semeada (Jordão, 2007). Constitui um sistema de gestão do solo recomendado em viticultura sustentável que pode ser temporário ou permanente, espontâneo ou semeado com uma única ou várias espécies vegetais, em todas as entrelinhas ou entrelinhas alternadas (Afonso *et al.*, 2003 e Jordão, 2007) (Figura 20).

O enrelvamento permite a redução da erosão do solo, o auxílio à conservação do azoto no solo e da matéria orgânica, a melhoria da estrutura do solo e diminuição da infiltração da água (Afonso *et al.*, 2003). Os principais tipos de cobertura vegetal utilizada são as leguminosas (que apresentam a capacidade de fixarem o azoto atmosférico, melhorando os níveis de fertilidade do solo e por conseguinte a produção das videiras localizadas nas parcelas mais fracas) e as gramíneas (que fazem concorrência às videiras, reduzindo-lhes vigor e simultaneamente o desenvolvimento de infestantes). Na Aveleda, na campanha de 2008, foram semeados cerca de 36 ha com nova cobertura vegetal de festuca alta (*Festuca arundinacea*, gramínea), serradela vulgar (*Ornithopus sativus*, leguminosa) e trevo branco (*Trifolium repens*, leguminosa). Esta operação é realizada geralmente logo após a vindima, no mês de Outubro.



Figura 20. Exemplos de enrelvamento (à esquerda: cobertura com vegetação espontânea; à direita: cobertura com vegetação semeada) (Jordão, 2007).

Fertilização

Na Aveleda a fertilização inclui a adubação de cobertura e a aplicação de composto natural, assim como a incorporação de calcários para manutenção e correcção do pH dos solos.

Na adubação de cobertura efectua-se a aplicação de azoto à superfície da vinha e visa assegurar as quantidades adequadas de nutrientes no solo durante a formação e produção da vinha. Esta operação ocorre durante o período vegetativo, e pode ainda recorrer a análises foliares com o objectivo de efectuar correcções em micronutrientes (Bayer, 2009). No entanto, as principais necessidades nutricionais nas vinhas são de macronutrientes (azoto, fósforo e potássio).

A aplicação de composto natural ocorre nos solos com aptidão para a cultura da vinha que não são naturalmente ricos em matéria orgânica. Há necessidade de proceder à incorporação de estrumes ou outros compostos orgânicos alternativos (Garrido, 2004).

Na Aveleda, esta actividade realiza-se no mês de Março e na fertilização de cobertura (campanha de 2008) foram aplicados manualmente dois adubos azotados com enxofre e também composto natural próprio, resultante do processo de compostagem conjunta de estrume desidratado proveniente da vacaria existente na empresa e de uma parte dos sub-produtos (engaço) formado no processo de produção de vinho.

Tratamentos fitossanitários

A aplicação dos tratamentos fitossanitários durante a fase vegetativa das videiras, entre Abril e Agosto, é realizada de modo a combater pragas, doenças e infestantes. Na RDVV, em consequência das condições ambientais, entre as quais se destaca um clima de grande humidade ambiental durante grande parte do ciclo vegetativo da videira conjugado com temperaturas favoráveis, é particularmente propício ao desenvolvimento de doenças e pragas na cultura da vinha (Garrido *et al.*, 2004).

As principais doenças da videira (efeitos ou danos causados por fungos, vírus ou bactérias) com especial incidência na RDVV são a escoriose (*Phomopsis viticola*), o míldio (*Plasmopara viticola*), o oídio (*Uncinula necator*) e a podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*). As principais pragas (efeitos causados por animais invertebrados, como insectos, ácaros e nemátodos) são a traça da uva (*Lobesia botrana*), os ácaros eriofídeos (*Calepitrimerus vitis* e *Colomerus vitis*), o aranhaço vermelho e amarelo (*Panonychus ulmi* e *Tetranychus urticae*, respectivamente), a cigarrinha verde (*Empoasca vitis*) e cochonilha algodão (*Planococcus citri*).

Os produtos fitofarmacêuticos, constituídos por agentes químicos, são o meio de controlo de doenças e pragas mais generalizado e de efeitos mais directos. Podem ser, por exemplo, fungicidas, bactericidas, insecticidas, acariciadas e, são usados em função do agente causador. Na campanha de 2008, a Aveleda realizou estes tratamentos utilizando fungicidas para o combate ao míldio, ao oídio, à podridão cinzenta e à escoriose, utilizando um insecticida para o combate à traça da uva e um herbicida para combater as infestantes.

Operações de manutenção do solo

Estas operações envolvem actividades mecânicas com vista a controlar as infestantes e/ou descompactar o solo, melhorando a sua qualidade. Este tipo de operações são, na Aveleda, designadas por capinagem e gradagem.

A capinagem pretende controlar o crescimento de cobertura vegetal nas entrelinhas, e simultaneamente triturar a lenha de poda. Esta operação é realizada com o auxílio de uma capinadeira, duas vezes por campanha, após a poda de inverno e a despona.

A gradagem, realizada após a capinagem, visa incorporar e envolver a lenha de poda no solo e simultaneamente descompactar o solo recorrendo a uma grade de discos. Não é realizada em todas as parcelas, apenas nas que não foram alvo de enrelvamento. A incorporação da lenha de poda no solo proporciona uma restituição importante de nutrientes e matéria orgânica às vinhas apresentando simultaneamente efeitos sobre o solo, as infestantes, a videira e a fauna (Garrido, 2006).

Vindima

A vindima inicia-se com a colheita das uvas no ponto óptimo de maturação e estado sanitário e pode ser efectuada manualmente ou mecanicamente.

A vindima manual possui a vantagem associada à possibilidade de selecção das uvas e menores danos nas uvas, no entanto, a elevada quantidade de mão-de-obra, bem com a sua actual escassez e custo constituem desvantagens que conduzem à preferência pela vindima mecânica (AJAP, 2006).

A vindima mecânica (Figura 21) utiliza máquinas de vindimar que são constituídas por um sistema de recolha, de recepção, de transporte, de transferência para tremonha e limpeza do material vindimado. O seu modo de funcionamento assenta num conjunto de varas, direitas ou em arco, colocadas na horizontal e dos dois lados da videira, que mediante batimentos, provocam a queda dos bagos (ficando o engaço na videira) (Figura 22) para tapetes que os transportam para os tegões (tremonhas - recipientes onde são recolhidas os bagos). As máquinas de vindimar estão equipadas com um sistema de limpeza que absorve as folhas e pequenos troços lenhosos separando-os dos bagos (AJAP, 2006).

Em 2008, a Aveleda realizou a vindima, quase totalmente, por meios mecânicos. A vindima manual ocorreu apenas em cerca de 4 % da área vitícola. A máquina de vindimar da empresa é multifuncional, sendo equipada também para as operações de pré-poda e despona.



Figura 21. Vindima mecânica realizada na Quinta da Aveleda (à esquerda: colheita das uvas na vinha; à direita: passagem das uvas para os tractores para o transporte até ao centro de vinificação).

Transporte para o centro de vinificação

Após a colheita das uvas procede-se ao transporte usando tractores para o centro de vinificação. Nesta etapa podem ser adicionados produtos de conservação como ácido ascórbico e metabissulfito de potássio, de modo a evitar oxidações enzimáticas e a seleccionar os microrganismos favoráveis ao bom desempenho da vinificação, conservando a frescura das uvas.

Depois da viticultura é concretizada a fase seguinte de produção de vinho. A produção de vinho inclui as actividades associadas à vinificação, conservação/elaboração de lotes e de engarrafamento/armazenamento. Em seguida são detalhadas essas actividades associadas à produção do Vinho Verde branco na Aveleda.

2.2 A PRODUÇÃO DE VINHO VERDE BRANCO

A produção de vinho usa como matéria-prima o cacho de uvas composto pelo engaço e os bagos (Figura 22). O engaço é a parte lenhosa do cacho e para muitas castas brancas e tintas, varia aproximadamente entre 3 e 9 % em massa do peso do cacho (Cardoso, 2007). A parte da uva usada para a produção de vinho (bagos) é constituída pela película, polpa e grainhas. A polpa, parte substancial do bago, é formada por células cheias de suco celular rico em açúcares que, após o esmagamento e/ou prensagem dão origem ao mosto (Cardoso, 2007).

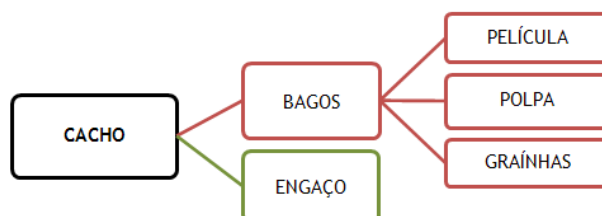


Figura 22. Composição do cacho de uvas.

Neste trabalho considera-se que a produção de Vinho Verde branco se inicia com a recepção e transformação das uvas até ao engarrafamento e armazenamento do vinho engarrafado. A produção de vinho compreende então três actividades, nomeadamente, a vinificação, a conservação/elaboração de lotes e engarrafamento/armazenamento. As secções seguintes (2.2.1 a 2.2.3) apresentam a descrição de cada uma destas actividades na Aveleda.

2.2.1 Vinificação

A vinificação inclui a recepção e descarga das uvas, desengace e esmagamento, prensagem, clarificação estática e/ou dinâmica ou filtração de mostos, filtração das borras, refrigeração dos mostos, dessulfitação, fermentação alcoólica e elaboração de *muté*.

Após colheita, as uvas são transportadas até ao centro de vinificação onde se efectua a medição do grau alcoólico, a pesagem e a taragem dos veículos de transporte. Após a recepção das uvas (próprias ou compradas a produtores externos) procede-se, por cada entrega, ao controlo de recepção e recolha de uma amostra com vista à determinação do teor alcoólico potencial¹. A descarga das uvas ocorre nos tegões na Quinta da Aveleda e pode ser realizada de forma mecânica ou manual (Figura 23) .



Figura 23. Medição do grau alcoólico (à esquerda) e descarga das uvas nos tegões (à direita) na Quinta da Aveleda.

Após a descarga das uvas, é necessário separar o engaço dos bagos. Na Aveleda, esta operação é particularmente relevante para as uvas dos produtores externos, pois as uvas próprias são recolhidas já com separação entre engaço e bagos, através da vindima mecânica. O desengaçamento é efectuado automaticamente com auxílio dos eixos sem-fim que conduzem as uvas para o desengaçador rotativo (Figura 24). O engaço é rejeitado e encaminhado para fora do processo subsequente de esmagamento dos bagos. No caso dos vinhos brancos, ao desengace está associado o esmagamento das uvas, que provoca o rompimento da película e uma maior libertação do sumo contido na polpa dos bagos (Cardoso, 2007). As uvas desengaçadas (massas vínicas) são bombadas automaticamente até à prensagem. Na Aveleda, as uvas desengaçadas são encaminhadas para as prensas através de tubagens que procedem à refrigeração. Durante a passagem na tubagem as massas vínicas são desinfectadas através da injeção na tubagem de solução sulfurosa (SO_2) ou então são inertizadas com CO_2 gasoso de forma a prevenir a oxidação prematura e a evitar o início não controlado da fermentação (Aveleda, 2009b).

¹ Entende-se por teor alcoólico potencial o número de litros de álcool susceptíveis de ser produzidos pela fermentação dos açúcares presentes em 100 litros de mosto a fermentar.

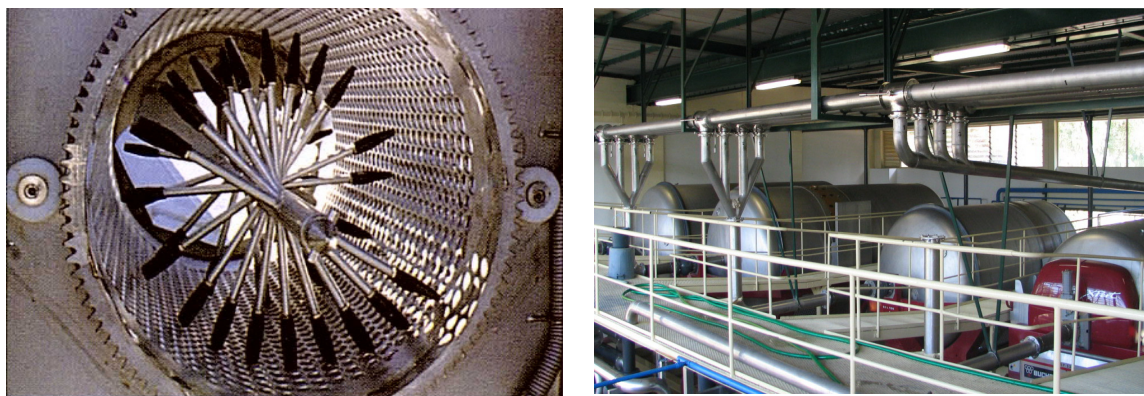


Figura 24. Exemplo de um desengaçador mecânico (à esquerda) (Cardoso, 2007) e prensas pneumáticas de membrana existentes na Quinta da Aveleda (à direita).

A prensagem tem por fim extrair o mosto (produto líquido, não fermentado, obtido naturalmente ou por processo físicos proveniente de uvas frescas) pela pressão exercida sobre as uvas desengaçadas e esmagadas. As prensas pneumáticas utilizam o ar comprimido, que exerce pressão sobre uma membrana e indirectamente sobre as uvas ou massas desengaçadas/esmagadas (Cardoso, 2007). A fase de prensagem pode dividir-se em dois passos, incluindo o esgotamento e a prensagem (propriamente dita). O esgotamento consiste na obtenção de mosto sem qualquer prensagem, designado *mosto de gota*, podendo ser realizado de forma mecânica ou manual. A prensagem (propriamente dita), mecânica ou manual, consiste na obtenção de mosto pela pressão exercida sobre as massas vínicas, obtendo-se o denominado *mosto de prensa* (Aveleda, 2009b). Este pode ser designado por *mosto de lágrima* se extraído a baixa pressão ou, *mosto de prensa* se extraído a pressão superior a 0,5 bar. O mosto é enviado para cubas designadas de recepção, nas quais é aplicado CO₂ sob a forma de gelo seco. Nesta fase podem ser aplicados produtos enológicos (enzimas, SO₂, nutrientes ou outros) de modo a preparar as restantes etapas da vinificação, nomeadamente a fermentação alcoólica. Os resíduos sólidos formados na prensagem (restante engaço, películas e grainhas) constituem o bagaço que é recolhido, armazenado em silos e encaminhado para uma entidade externa para produção de aguardente bagaceira.

Após a prensagem procede-se à clarificação dos mostos onde são separados alguns sólidos mais pequenos. A clarificação dos mostos na Aveleda pode ser realizada por clarificação estática ou dinâmica (Aveleda, 2009b). A *clarificação estática* ou decantação ocorre por sedimentação das borras com posterior bombagem e trasfega de separação. Aqui o mosto é encaminhado para as cubas sendo aí que os sólidos sedimentam. Passado algum tempo o mosto limpo é trasfegado, ficando grande parte das borras depositadas no fundo da cuba. Na *clarificação dinâmica* a separação das borras pode ocorrer por centrifugação (o mosto passa inicialmente num filtro grosseiro para eliminar as grainhas e películas e em seguida, na centrífuga que separa as borras), ou então por filtração sob vácuo (o mosto é aspirado por vácuo e passa numa camada filtrante constituída por terras de filtração). A clarificação dinâmica por filtração sob vácuo aplica-se, para além do mosto, também ao vinho como referido na secção 2.2.2.

As borras formadas contêm ainda mosto que é aproveitado por filtração por vácuo. O líquido contido é aspirado por vácuo, passando numa camada filtrante constituída por terras de filtração. À medida que corre a colmatção da camada filtrante esta é cortada/renovada por meio de uma lâmina de aço (Aveleda, 2009b).

Em alguns casos recorre-se à refrigeração dos mostos antes do processo de fermentação alcoólica por circulação num permutador de placas ou tubular, que utiliza como líquido refrigerante água glicolada ou através de arrefecimento em cuba de inox com camisas de refrigeração (Aveleda, 2009b).

O mosto é repartido em grupos e encaminhado para três diferentes utilizações, nomeadamente, dessulfitação, elaboração de mosto para edulcorar (*muté*) e a fermentação alcoólica.

A dessulfitação realiza-se com o objectivo de remover o SO₂ livre e total dissolvido no mosto amuado² por processo físicos e químicos. Na Aveleda, a dessulfitação é realizada simultaneamente com uma parte do mosto amuado produzido a partir das uvas recebidas no centro de vinificação e de mosto amuado comprado, com vista a assegurar uma maior homogeneidade e semelhança das características do mosto que entram na dessulfitação. A realização da dessulfitação permite controlar a qualidade do mosto ainda na fase de vinificação, comparativamente ao vinho comprado que entra no sistema da Aveleda na fase seguinte de conservação/elaboração de lotes.

A dessulfitação é realizada num dessulfizador constituído por um permutador de calor, uma coluna de dessulfitação e uma coluna de neutralização. Durante a dessulfitação, o mosto é aquecido a temperaturas próximas de 110-120°C, com recurso ao permutador de calor e em seguida passa numa coluna de vapor, onde ocorre a neutralização do SO₂ gasoso através do uso de cal hidratada ou hidróxido de cálcio. Após a dessulfitação, o mosto dessulfitado é encaminhado para a etapa de fermentação (Aveleda, 2009b).

A elaboração de mosto para edulcorar realiza-se com o objectivo de preparar o designado *muté*³. O mosto é clarificado e/ou estabilizado, filtrado e armazenado em vasilhas. Como não fermenta, mantém o nível de açúcar elevado e tem como objectivo regular o teor de açúcar residual que ficará no vinho a engarrafar, consoante a quantidade pretendida para cada marca comercial de vinho. Será posteriormente utilizado na edulceração durante a elaboração de lotes.

Durante a fermentação alcoólica ocorrem um conjunto de reacções bioquímicas por acção das leveduras de transformação do mosto em vinho, por conversão dos açúcares em álcool. A operação inicia-se normalmente com adição de leveduras seleccionadas e nutrientes aos mostos encaminhados para as cubas de fermentação. Na Aveleda, adiciona-se também um aditivo comprado altamente concentrado designado mosto concentrado rectificado também designado

² Mosto amuado consiste em mosto que não fermentou, ou cuja fermentação foi temporariamente interrompida por qualquer processo físico ou químico, como a adição de SO₂.

³ *Muté* é mosto semelhante ao mosto amuado, mas que passa por um tratamento de clarificação/estabilização e filtração e apresenta um teor de SO₂ superior ao mosto amuado, com vista à remoção de impurezas e a evitar oxidações e fermentações não desejadas, respectivamente.

por açúcar de uva (Cardoso, 2007), que resulta de mosto de uvas não caramelizado, obtido por desidratação parcial dos mostos, excluindo a acção directa do calor, sendo utilizado com vista a enriquecer os mostos, melhorando a relação açúcar/acidez e proporcionando melhores resultados na fermentação.

2.2.2 Conservação/elaboração de lotes

Os Vinhos Verdes brancos produzidos são armazenados até ao seu engarrafamento. A conservação/elaboração dos lotes inclui o armazenamento em vasilhas, a clarificação por centrifugação, a elaboração dos lotes, a clarificação/estabilização por colagem, a trasfega ou filtração, a edulcoração, a estabilização tartárica e a filtração pelo frio e as correcções finais.

Após o armazenamento do vinho em vasilhas e a clarificação por centrifugação, procede-se à elaboração de lotes que consiste na junção de vinho de diferentes castas de origem de forma a obter um lote final de características previamente definidas. Depois de definidas as quantidades de cada vinho para o lote pretendido, trasfegam-se os vinhos para um depósito e este é homogeneizado por remontagem⁴ ou por meio de gás inerte (azoto).

Decorrida a elaboração dos lotes, procede-se à clarificação e/ou estabilização de vinhos por colagem, através da adição de produtos enológicos designados vulgarmente por colas. Esta operação visa remover o excesso de alguns constituintes, tornar a clarificação estável ao longo do tempo e melhorar as características sensoriais do vinho (Cardoso, 2007). Na Aveleda estes produtos são incorporados no vinho por bombagem com a cuba em remontagem.

A remoção das borras formadas durante colagem é realizada por filtração. Aqui o vinho passa por um meio filtrante o qual retém as partículas em suspensão. Os meios filtrantes podem ser filtros de terras, de placas, tangenciais e rotativos de vácuo, dependendo a escolha das características do meio filtrante, dos objectivos e tipo de vinho a filtrar (Aveleda, 2009b).

Em seguida procede-se ao ajustamento da quantidade de açúcar residual presente nos vinhos através da edulcoração. Consiste em lotar mosto amuado na forma de *muté* com vinho seco⁵ para obtenção de vinhos com determinadas concentrações de açúcares redutores. De acordo com a marca comercial de vinho pretendido é estabelecido a quantidade de *muté* e de vinho a misturar.

As últimas operações antes do engarrafamento consistem na estabilização tartárica pelo frio, seguida de filtração e as correcções finais. A estabilização tartárica pelo frio consiste em submeter o vinho a temperaturas próximas do ponto de congelação, durante vários dias, tendo em vista antecipar a precipitação do ácido tartárico instável e a remoção por filtração de cristais de bitartarato de potássio, evitando o seu posterior aparecimento. A refrigeração do vinho a estabilizar é realizada em cubas isotérmicas equipadas de agitadores, um por período de tempo

⁴ Remontagem consiste em tirar mosto ou vinho pela parte inferior da cuba/vasilha e lançar na parte superior da mesma cuba/vasilha, tendo em vista o seu arejamento, promovendo a sua homogeneização, com auxílio de uma bomba.

⁵ Vinho seco: resulta da fermentação em que praticamente todo o açúcar da uvas é consumido/fermentado.

determinado e controlado laboratorialmente. Após o período de estabilização, ocorre filtração com terras a frio para retenção dos cristais (Aveleda, 2009b).

Mediante os resultados da análise realizada ao vinho fazem-se as correcções de acordo com os parâmetros pretendidos. Podem ser adicionados produtos enológicos de conservação ou estabilização, sendo que em alguns vinhos é introduzido CO₂ de modo a conferir as características finais pretendidas para o tipo de vinho.

2.2.3 Engarrafamento/armazenamento

A produção de vinho termina com o processo de engarrafamento e armazenamento que se inicia com a despaletização e que consiste numa operação manual ou mecânica de dismantelamento das paletes de garrafas enviadas pelos fornecedores.

Antes de se efectuar o enchimento é necessário primeiramente lavar e esterilizar as garrafas, as enchedoras das linhas de enchimento e filtrar uma última vez o vinho.

Na Aveleda só se utilizam garrafas novas, no entanto todas as garrafas são lavadas com a finalidade de minimizar potenciais perigos físicos que possam ocorrer como poeiras, pequenos fragmentos de vidro, resíduos de tratamento de superfície, bolores e água de condensação. A lavagem e esterilização das garrafas ocorrem numa única operação.

Em paralelo com a lavagem e esterilização das garrafas procede-se à lavagem e esterilização das enchedoras das linhas de enchimento e à filtração esterilizante do vinho. A lavagem das enchedoras ocorre com água filtrada em placas esterilizantes e a esterilização é realizada com vapor de água a uma temperatura próxima de 130 °C e $\pm 0,5$ bar, seguido da passagem de ar comprimido esterilizado (Aveleda, 2009b).

Imediatamente antes do enchimento das garrafas, procede-se à filtração esterilizante do vinho em contínuo com filtros de cartuchos e/ou placas, antes da enchedora do vinho, de forma a eliminar microrganismos indesejáveis.

O enchimento é realizado automaticamente (Figura 25) e em seguida o fecho das garrafas pode ser realizado através de rolhamento ou vedação. O rolhamento é feito mecanicamente por compressão e introdução da rolha de cortiça natural no gargalo da garrafa. A alternativa para a vedação consiste no cravamento mecânico (através de roletes) de cápsulas metálicas roscadas (*screwcaps*) na marisa da garrafa.



Figura 25. Enchimento das garrafas na Aveleda.

A capsulagem é a colocação manual ou mecânica de cápsulas em garrafas previamente rolhadas e a sua adaptação ao gargalo através de roletes ou termicamente, dependendo do material da cápsula. Geralmente as cápsulas são de cloreto de polivinilo (PVC) com um topo termocolado em alumínio.

A identificação da marca e do tipo de vinho é realizada através da rotulagem e marcação de lote. Estas operações mecânicas incluem a colagem de um rótulo, contra-rótulo (onde é efectuada a inscrição automática do lote), gargantilhas, caso seja aplicável e um selo de garantia na superfície exterior lateral da garrafa.

O encaixotamento, operação mecânica ou manual, consiste na formação das caixas, dobragem e colocação das divisórias e introdução das garrafas nas caixas, seguido da inscrição directa do lote e/ou outros requisitos de cliente e informações na superfície exterior lateral das caixas.

Por fim procede-se à colocação mecânica ou manual das caixas em palete, retractilização final, colocação de etiqueta codificada, e encaminhamento para os respectivos espaços de armazenamento das paletes de produto acabado, prontas para expedição, distribuição e consumo.

3. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO VINHO VERDE

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem como objectivo avaliar potenciais impactes ambientais associados ao ciclo de vida de um produto, processo ou serviço. Num estudo tradicional, as fases em análise englobam todas as fases compreendidas desde a obtenção das matérias-primas, passando pela produção, utilização e tratamentos no fim de vida (reciclagem e/ou deposição final), numa perspectiva do berço ao túmulo (*cradle-to-grave*).

Num estudo de ACV são quantificadas as entradas e saídas de materiais e energia do sistema de produto (processo ou serviço), numa forma quantitativa ao longo de todo o ciclo de vida e, com base nesta informação são avaliados os potenciais impactes causados no ambiente e na saúde humana.

3.1 METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A metodologia a seguir para a aplicação da ferramenta de ACV ao caso em estudo encontra-se descrita pela norma NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008) sendo complementada com os requisitos e linhas directrizes da ISO 14044:2006 (ISO, 2006).

Os estudos de ACV compreendem quatro etapas realizadas iterativamente, que incluem, a Definição do Objectivo e do Âmbito, o Inventário do Ciclo de Vida (ICV), a Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida (AICV) e a Interpretação dos Resultados (Figura 26).

Na etapa de **Definição do Objectivo e Âmbito** são definidas as razões para a realização do estudo e é identificado o sistema de produto. Aqui é definida a unidade funcional (UF), as fronteiras do sistema, os critérios de inclusão/exclusão de processos.

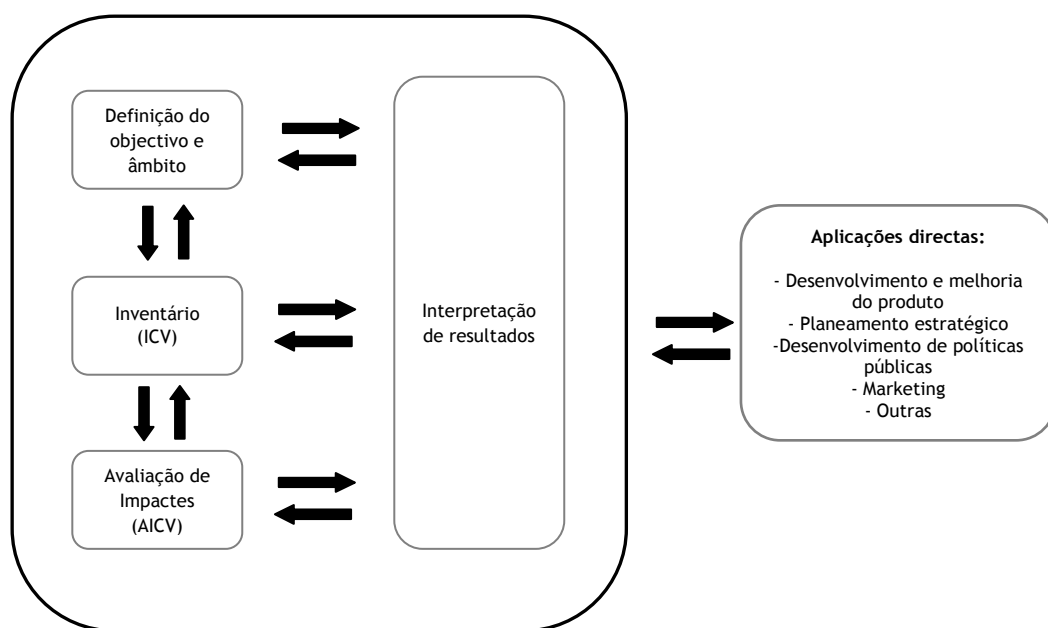


Figura 26. Etapas de uma Avaliação do Ciclo de Vida, segundo a NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008).

Na etapa de **Inventário do Ciclo de Vida (ICV)** são recolhidos e processados os dados das entradas e saídas relevantes para cada fase do ciclo de vida. O inventário quantifica o consumo de recursos naturais, materiais e energia, a produção de resíduos e as emissões de poluentes e reporta-os à unidade funcional.

A etapa de **Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida (AICV)** quantifica os impactes ambientais potenciais causados pelo consumo de recursos naturais, materiais e energia, a produção de resíduos e as emissões de poluentes determinados na etapa anterior. Os aspectos ambientais são relacionados com as categorias específicas de impacte ambiental, usando um modelo de caracterização previamente seleccionado. Nesta etapa são calculados indicadores que expressam a contribuição potencial para determinada categoria de impacte ambiental. Os seis passos a seguir nesta etapa incluem:

1. **Seleção** das categorias de impactes, de acordo com o objectivo e o âmbito definidos;
2. **Classificação**: atribuição dos dados do inventário às categorias de impacte seleccionadas;
3. **Caracterização**: cálculo de indicadores das categorias de impacte através do uso de factores de caracterização, de acordo com o método escolhido;
4. **Normalização**: cálculo dos indicadores das categorias de impactes em relação a um referencial (país, região ou mundo). É avaliada a extensão do impacte ambiental para uma determinada categoria face a um determinado intervalo de tempo e uma determinada área;
5. **Agregação**: imputação das categorias de impacte a uma ou mais séries recorrendo a procedimentos de ordenação das categorias de impacte numa base nominal (por exemplo, por características, tais como entradas e saídas ou escalas espaciais locais, regionais ou globais) ou a hierarquização das categorias de impacte de acordo com um critério (por exemplo, prioridade alta, média ou baixa);
6. **Ponderação ou Valoração**: atribuição de pesos ou valores relativos às diferentes categorias de impacte com base na sua importância ou relevância. Desta etapa resulta a obtenção de um indicador único agregado para o impacte ambiental.

As etapas de Normalização, Agregação e Ponderação são fases opcionais, de acordo com a NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008). Por fim, na etapa de **Interpretação dos Resultados**, os resultados obtidos em cada uma das etapas são analisados resultando na definição de recomendações e na retirada de conclusões.

3.2 DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E DO ÂMBITO

Este estudo pretende identificar e avaliar os potenciais impactes ambientais associados à produção de Vinho Verde branco, produzido pela Aveleda e, identificar qual a contribuição de cada uma das fases do ciclo de vida do vinho nesses impactes. A unidade funcional (UF) seleccionada foi 0,75 L de Vinho Verde branco.

Considerou-se que os anos de 2008 e 2009 são representativos das actuais actividades desenvolvidas pela Aveleda, na produção de Vinho Verde branco. A recolha de informação efectuou-se para a vindima de 2008 em virtude de ser o ano em que as informações de vários aspectos ambientais estão monitorizadas, organizadas e informatizadas de forma mais sistemática, em resultado da implementação do Sistema de Gestão Ambiental da empresa.

O objecto de estudo deste trabalho é o Vinho Verde branco, que representou, em 2008, cerca de 89% do total da produção de vinhos e aguardentes da empresa. O Vinho Verde branco é o tipo de vinho mais produzido pela Aveleda e constitui também cerca de dois terços da produção total de vinhos na RDVV (apresentado anteriormente na Figura 8). Foram consideradas todas marcas de Vinho Verde branco, independentemente da classificação (DOC ou Regional Minho), produzido na empresa (ver atrás na Figura 15).

A abordagem utilizada inclui as fases do ciclo de vida sob influência directa da empresa. O sistema de produto estudado foi dividido em duas fases: viticultura e produção de vinho. A produção de vinho engloba a vinificação, conservação/elaboração de lotes e finalmente o engarrafamento/armazenamento (Figura 27).

Apesar de não ser uma actividade da responsabilidade da Aveleda, optou-se por considerar a produção de energia eléctrica, em resultado da significativa quantidade usada de energia eléctrica nos processos da empresa, de modo a avaliar a contribuição destes para as emissões gasosas associadas à produção de energia.

Foram considerados os tratamentos de fim de linha realizados pela Aveleda. Aqui foi incluído o tratamento de águas residuais, considerando-se o consumo de energia eléctrica e os poluentes associados às emissões de efluente líquido tratado para o rio. Actualmente a estação de tratamento de águas residuais da Aveleda é constituída por um sistema de duas lagoas arejadas, uma lagoa de decantação secundária e um tanque metálico pré-fabricado a funcionar em SBR (*Sequencing Batch Reactor*), não existindo a utilização que quaisquer produtos químicos.

Neste estudo não são consideradas as fases associadas com o percurso do vinho verde após o armazenamento do vinho nas instalações da Aveleda, como por exemplo, a distribuição, consumo, e as opções de fim de vida, incluindo o transporte, gestão e tratamento de resíduos.

Também foram excluídas do estudo todas as actividades associadas à produção, transporte, recepção e armazenamento de matérias-primas e equipamentos usados na fase de viticultura (como por exemplo: os produtos fitofarmacêuticos, fertilizantes, tractores e alfaías agrícolas) e na fase de produção de vinho (como por exemplo, os produtos e materiais enológicos e materiais auxiliares, como garrafas de vidro, rolhas de cortiça, *screwcaps*, cápsulas, rótulos e caixas).

Excluíram-se ainda outros processos, como por exemplo, as actividades administrativas e de escritório, as operações de gestão e manutenção de edifícios e infra-estruturas, as obras de construção civil e mecânica, a utilização e manutenção das viaturas comerciais, as actividades do bar e cantina, as actividades dos laboratórios de enologia e de qualidade e as situações de emergência e excepcionais/acidentais, associadas com derrames de vinho ou produtos enológicos, por não estarem directamente associadas à produção de vinho.

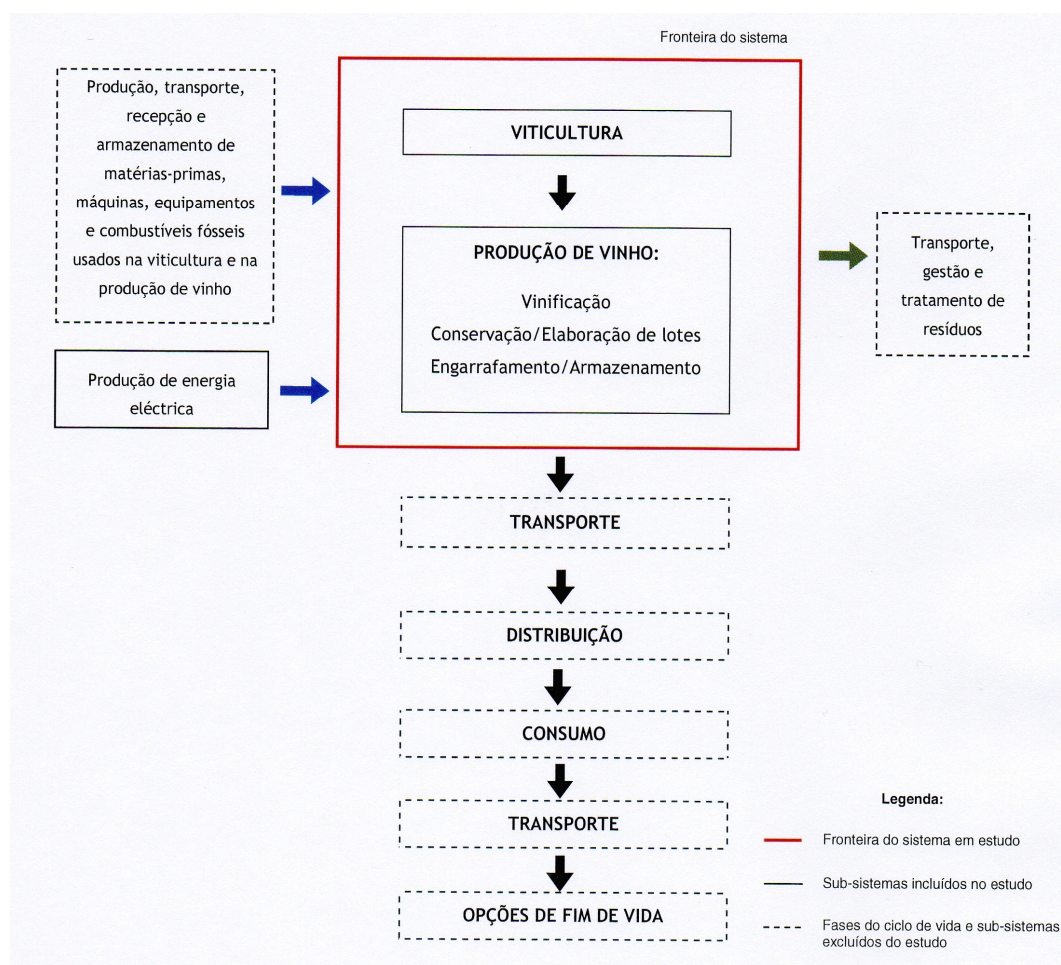


Figura 27. Fases do ciclo de vida associadas à produção de Vinho Verde branco.

O vinho da Aveleda é produzido com uvas próprias e com uvas compradas a produtores externos. Na vindima de 2008 foram usadas na vinificação 14,8% de uvas próprias. A quantidade restante (mais de 85%) é comprada a produtores externos. Para além da compra de uvas, a Aveleda compra também vinho e mostos. Nesta campanha foram comprados vinho e mostos que representam cerca de 42,2% na quantidade final de vinho produzido. Representa também, quando expresso em termos de uvas, 42,2% do total de uvas que deram origem aos Vinhos Verdes brancos produzidos na Aveleda (Tabela 3.).

Tabela 3. Uvas, mosto e vinho usados na produção de Vinho Verde branco na Aveleda na campanha de 2008.

UVAS	kg	%
Uvas próprias Aveleda	1 157 420	8,6
Uvas compradas a produtores externos	6 643 426	49,2
Uvas compradas (na forma de vinho e mosto comprados) ^{a)}	5 691 940	42,2
TOTAL	13 492 786	100
VINHO	Litros	%
Vinho produzido pela Aveleda (uvas próprias + uvas compradas)	5 859 325	57,9
Mosto amuado comprado	2 406 713	23,8
Mosto concentrado rectificado comprado	76 467	0,8
Vinho Verde branco comprado	1 785 775	17,6
TOTAL	10 128 280	100

^{a)} Conversão do mosto amuado, do mosto concentrado rectificado e do Vinho Verde branco comprados em uvas. Assumiu-se ser necessário 1 kg de uvas para a produção de 0,75 L de vinho e/ou mosto.

3.3 ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)

A informação relativa aos recursos, materiais e energia consumidos, às emissões para o ar e água e à produção de resíduos resulta de informação monitorizada pela Aveleda, sendo consideradas as situações mais frequentes, e de bibliografia adequada. A informação recolhida reporta ao vinho produzido a partir das uvas colhidas na vindima de 2008. A cronologia das actividades por correspondência com cada uma das fases do ciclo de vida é apresentada na Figura 28.

As actividades de viticultura de preparação para a vindima iniciaram-se no mês de Novembro de 2007 e terminaram com a colheita das uvas em Setembro e Outubro de 2008 (campanha vitícola de 2008). A produção de vinho iniciou-se simultaneamente com a colheita das uvas, com as actividades de vinificação (Setembro e Outubro 2008) e de conservação/elaboração dos lotes que terminaram na vindima de 2009 (Setembro de 2008 a Setembro 2009). Considerou-se o engarrafamento/armazenamento que ocorreu de Dezembro de 2008 a Novembro de 2009.

2007		2008												2009											
Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	
VITICULTURA																									
												PRODUÇÃO DE VINHO													
												Vinificação													
												Conservação/Elaboração de lotes													
													Engarrafamento/Armazenamento												

Figura 28. Período de tempo associado a cada fase do ciclo de vida do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, na campanha vitivinícola de 2008/2009.

Nas secções seguintes são identificados e quantificados os principais fluxos de entrada e saída da viticultura e da produção de vinho. A esta última fase estão associados três processos, nomeadamente, a vinificação, a conservação/elaboração de lotes e o engarrafamento/armazenamento.

3.3.1 Viticultura

A inventariação dos principais fluxos de recursos, materiais e energia consumidos e as emissões gasosas, emissões para água e resíduos produzidos nesta fase, apresentados na Figura 29, são reportados à UF (0,75 L de Vinho Verde branco) tendo em conta a produtividade média por hectare de vinha e a quantidade de uvas usada para produzir vinho. A produtividade média por hectare na Quinta da Aveleda, na campanha de 2008, foi cerca de 9277 kg de uvas brancas e, em média, foi necessário 1 kg de uvas para produzir 0,75L de vinho (assumiu-se a relação entre o vinho produzido e a massa de uvas igual para todas as castas de uvas branca). Considerou-se que as práticas associadas à viticultura desenvolvidas na Quinta da Aveleda são representativas das práticas dos produtores externos de uvas e de vinho, e que em termos de uvas produzidas, estas representam 8,6% do total das uvas gastas na produção de vinho (Tabela 3).

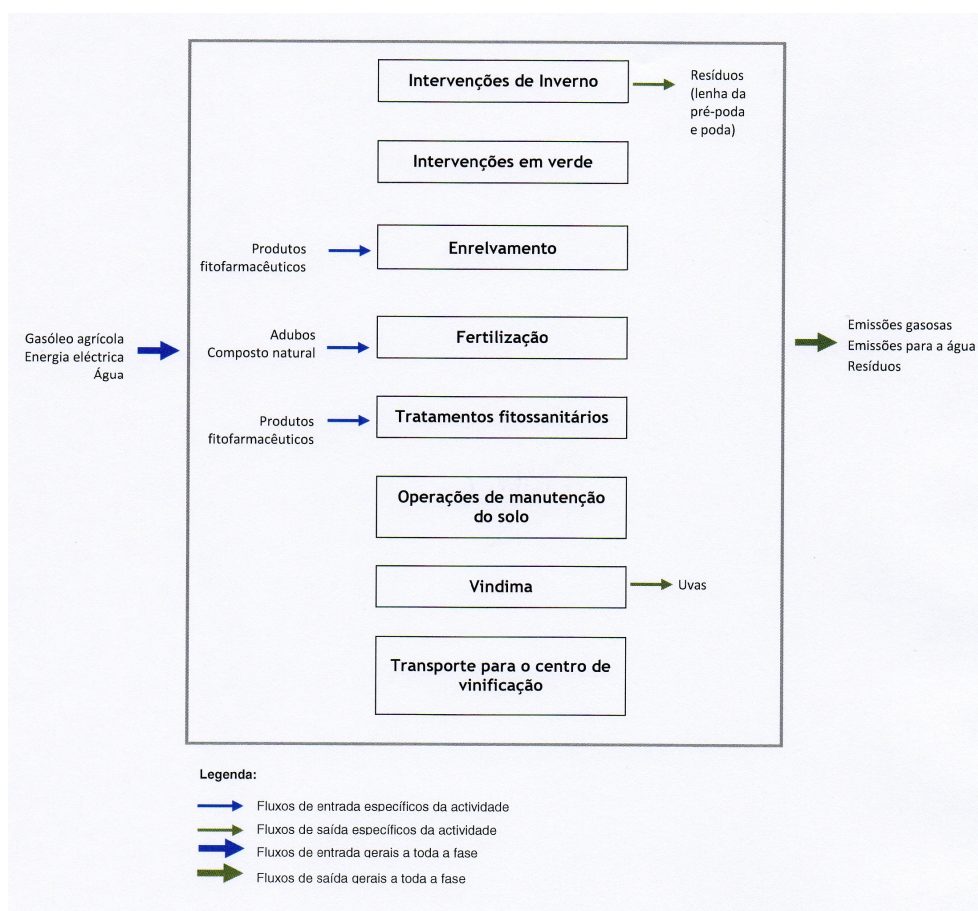


Figura 29. Principais fluxos de entrada de recursos, materiais e energia e de saída de emissões para o ar/água e resíduos da fase de viticultura.

As Tabelas 4 e 5 apresentam respectivamente, os principais fluxos de entradas e de saídas, de materiais e energia, emissões para ar e água e resíduos da fase de viticultura reportados à UF (tendo-se extrapolado para o total - 100% - das uvas consumidas na produção de vinho final da Aveleda, considerando que os fluxos da Aveleda correspondem a 8,6%).

Tabela 4. Inventário de entradas de recursos, materiais, combustíveis e energia das actividades desenvolvidas na viticultura por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).

ENTRADAS			Unidade/UF
Recursos	Água ^{a)}	7,26E-01	L
Materiais	Rhodax Flash® ^{b)}	7,54E-03	kg
	Melody Super® ^{c)}	3,77E-03	kg
	Temploo EW® ^{d)}	5,03E-04	L
	Cabrio Top® ^{e)}	1,88E-03	kg
	Melody® ^{f)}	1,57E-03	kg
	Douro® ^{g)}	4,40E-04	L
	Cabrio Star® ^{h)}	2,51E-03	L
	Vitipecc Gold® ⁱ⁾	5,03E-03	kg
	Runner® ^{j)}	5,03E-04	L
	Bago de Ouro® ^{k)}	3,14E-02	kg
	Teldor® ^{l)}	1,88E-03	kg
	Kocide® ^{m)}	3,77E-03	kg
	Roundup Supra® ⁿ⁾	8,80E-03	L
	Composto natural ^{o)}	1,26E+00	kg
Combustíveis e energia	Entec® 26 ^{p)}	6,28E-02	kg
	Fertamid® ^{q)}	6,28E-02	kg
	Gasóleo agrícola ^{r)}	2,75E-01	L
	Energia eléctrica ^{s)}	2,59E-01	kWh

^{a)} O valor estimado só inclui a água consumida na preparação das caldas dos tratamentos fitossanitários.

^{b)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 50% (p/p) de fosetil de alumínio e 25% (p/p) de folpete.

^{c)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 50% (p/p) de fosetil de alumínio, 25% (p/p) de folpete e 4% (p/p) de iprovalicarbe.

^{d)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substância activa: 25% (p/v) (250 g/L) de tebuconazol.

^{e)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 55% (p/p) de metirame e 5% (p/p) de piraclostrobina.

^{f)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 56,3% (p/p) de folpete e 9% (p/p) de iprovalicarbe.

^{g)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substância activa: 10,1% (p/p) (100 g/L) de penconazol.

^{h)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 32,5% (p/p) (400 g/L) de folpete e 3,3% (p/p) (40 g/L) de piraclostrobina.

ⁱ⁾ Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substâncias activas: 37,5% (p/p) de fosetil de alumínio, 25% (p/p) de folpete e 3% (p/p) de cimoxanil.

^{j)} Produto fitofarmacêutico (insecticida). Substância activa: 240 g/L de metoxifenoazida.

^{k)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substância activa: 95% (p/p) de enxofre.

^{l)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substância activa: 50% (p/p) de fenehexamida.

^{m)} Produto fitofarmacêutico (fungicida). Substância activa: 35% (p/p) de hidróxido de cobre.

ⁿ⁾ Produto fitofarmacêutico (herbicida). Substância activa: 37,7% (p/p) (450 g/L) de glifosato.

^{o)} Resulta do processo de compostagem conjunta de estrume desidratado proveniente da vacaria e de engaço. Aplicado em 10 ha.

^{p)} Adubo azotado com enxofre (26% N (7,5% NO₃ e 18,5% NH₄); 32,5% SO₃ e 0,8% DMPP).

^{q)} Adubo azotado com enxofre (33% N (22,6% azoto amónico; 10,4% NH₄) e 30% SO₃).

^{r)} O valor estimado considera que todo o gasóleo consumido pelos tractores e máquina de vindimar foi só nas vinhas.

^{s)} Inclui a energia eléctrica consumida pelas tesouras de poda eléctrica e a consumida na bombagem da água que é utilizada na preparação das caldas, oficina de manutenção, lavagens das alfaías agrícolas, vacaria e regas.

Tabela 5. Inventário de saídas de emissões (gasosas e para a água) e resíduos das actividades desenvolvidas na viticultura por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).

SAÍDAS				
Origem	Poluente		Unidade/UF	
Emissões gasosas	CO ₂ ^{a)}	1,50E-01	kg	
	Partículas ^{a)}	1,48E-04	kg	
	Benzeno ^{a)}	3,51E-07	kg	
	HC aromáticos policíclicos (PAH) ^{a)}	8,17E-09	kg	
	HC aromáticos ^{a)}	1,29E-06	kg	
	Halon H1301 ^{a)}	1,94E-09	kg	
	HC halogenados ^{a)}	5,01E-12	kg	
	CH ₄ ^{a)}	4,74E-04	kg	
	COVNM ^{a)}	7,45E-05	kg	
	CO ^{a)}	3,34E-05	kg	
	NH ₃ ^{a)}	4,83E-07	kg	
	HF ^{a)}	2,48E-06	kg	
	N ₂ O ^{a)}	1,36E-06	kg	
	HCl ^{a)}	2,34E-05	kg	
	SO _x ^{a) b)}	5,77E-04	kg	
	NO _x ^{a)}	3,45E-04	kg	
	Pb ^{a)}	2,82E-08	kg	
	Cd ^{a)}	1,98E-09	kg	
	Mn ^{a)}	1,30E-08	kg	
	Ni ^{a)}	1,58E-07	kg	
	Hg ^{a)}	4,00E-09	kg	
	Zn ^{a)}	3,76E-08	kg	
	Metais ^{a)}	6,88E-06	kg	
	Substâncias radioactivas ^{a)}	1,67E+01	kBq	
	Gasóleo agrícola	CO ₂ ^{c)}	7,11E+00	kg
		CH ₄ ^{c)}	3,35E-04	kg
		N ₂ O ^{c)}	7,44E-04	kg
		SO ₂ ^{c)}	2,04E-03	kg
		CO ^{c)}	2,29E-02	kg
		NO _x ^{c)}	8,99E-02	kg
		COV ^{c)}	1,39E-02	kg
		Partículas ^{c)}	5,81E-03	kg
	Produtos fitofarmacêuticos (herbicidas, fungicidas e insecticidas)	Folpete ^{d)}	2,99E-04	kg
		Fosetil de alumínio ^{d)}	7,54E-05	kg
		Iprovalicarbe ^{d)}	2,92E-06	kg
		Tebuconazol ^{d)}	1,26E-06	kg
		Metirame ^{d)}	1,04E-05	kg
		Piraclostrobina ^{d)}	1,95E-06	kg
		Penconazol ^{d)}	6,60E-06	kg
		Cimoxanil ^{d)}	2,26E-05	kg
		Metoxifenozida ^{d)}	1,21E-06	kg
		Enxofre polvilhável ^{d)}	1,49E-03	kg
		Fenehexamida ^{d)}	9,42E-06	kg
Hidróxido de cobre ^{d)}		1,32E-05	kg	
Adubos	Glifosato ^{d)}	3,96E-05	kg	
	COV ^{e)}	2,53E-01	kg	
Adubos	NH ₃ ^{f)}	4,51E-03	kg	
	N ₂ O ^{f)}	5,83E-04	kg	
Emissões para a água	Adubos	NO ₃ ^{f)}	4,92E-02	kg
Resíduos	Resíduos da poda (lenha) ^{g)}	8,80E-01	kg	
	Resíduos de embalagem ^{h)}	9,67E-04	kg	
	Outros resíduos ⁱ⁾	2,62E-02	kg	

- a) Valores estimados com base no consumo de energia eléctrica, o *mix* energético nacional no ano de 2006 (IEA, 2006) e os factores de emissão de cada poluente para cada tipo de combustível usado no *mix* (BUWAL 250, 1996). Considera-se que houve importação de energia de Espanha. Inclui a pré-combustão.
- b) Consideraram-se as emissões de SO_x como sendo iguais às de SO₂. É comum este tipo de consideração pois nas condições de equilíbrio à temperatura da caldeira, o SO₃ pode-se decompor em SO₂ (EMEP/EEA, 2009d).
- c) Valores estimados com base em Borken *et al.* (1999). Para obter uma tracção equivalente de 1MJ são necessários 0,028 kg de gasóleo, admitindo um teor de enxofre de 0,045%.
- d) Valores estimados com base em EMEP/EEA (2009a).
- e) Valores de COV provenientes dos formulantes dos produtos fitofarmacêuticos estimados com base em EPA (1995), consoante o tipo de formulação. Considera-se que as emissões ocorrem nos 30 dias posteriores à aplicação e que os COV são volatilizados na íntegra (a 100%).
- f) Valores estimados com base em IPCC (2006b).
- g) Estimou-se a produção de lenha de poda em 1 ton/ha (valor fornecido pelo operador de recolha), e que 70 % é recolhido por terceiros e 30 % é incorporado no solo das vinhas.
- h) Consideraram-se só os resíduos de embalagem dos produtos fitofarmacêuticos que são recolhidos pela Valorfito (SIGERU - Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura).
- i) Inclui óleos de motores, transmissões e lubrificantes, filtros do óleo, embalagens e outros materiais contendo ou contaminados com substâncias perigosas provenientes da manutenção dos tractores, de outros veículos e equipamentos.

Algumas considerações foram tomadas no inventário das entradas da fase de viticultura, nomeadamente no que respeita ao consumo de água e ao consumo de energia eléctrica.

A água consumida na viticultura inclui a água necessária à preparação das caldas dos produtos fitofarmacêuticos. Não foi contabilizada devido à indisponibilidade de informação e à dificuldade da sua estimativa, a água consumida noutras operações como as lavagens da máquina de vindimar e pulverizadores.

Estimaram-se os consumos de energia eléctrica através dos consumos eléctricos médios mensais, para a campanha vitícola de 2008. Aqui inclui-se os consumos eléctricos das tesouras de poda eléctrica e a energia consumida na bombagem da água de quatro captações de água destinada à preparação das caldas dos produtos fitofarmacêuticos, às lavagens das alfaías, principalmente da máquina de vindimar e pulverizadores, à oficina de manutenção de tractores de outros veículos, à vacaria e às regas.

Algumas considerações foram tomadas no inventário das saídas da fase de viticultura, nomeadamente às emissões gasosas com origem na produção de electricidade, na combustão do gasóleo agrícola, as resultantes da aplicação de produtos fitofarmacêuticos e adubos.

As emissões gasosas associadas com a produção da energia eléctrica foram estimadas através da base de dados BUWAL 250 (BUWAL 250, 1996). A energia eléctrica consumida reporta ao *mix* energético nacional em 2006 (IEA, 2006) (Tabela 6). Considerou-se que houve importação de energia de Espanha e inclui pré-combustão.

Tabela 6. *Mix* energético usado na produção de energia eléctrica em Portugal em 2006 (IEA, 2006).

Produção a partir de:	% no <i>mix</i> energético ^{a)}
Fuelóleo	10,4
Gás natural	25,6
Nuclear	2,0
Carvão (hulha)	29,7
Hidráulica	22,0
Outras (biomassa, resíduos, geotérmica, solar, outras)	10,3

^{a)} No *mix* energético foi considerado que existiu importação de energia de Espanha e inclui a pré-combustão.

As emissões gasosas associadas à combustão do gasóleo agrícola nos tractores e máquina de vindimar foram as sugeridas por Borken *et al.* (1999) para a Europa Ocidental. Assume-se que as emissões gasosas resultantes do funcionamento da máquina de vindimar são semelhantes às causadas pelos tractores, em virtude da falta de informação específica para este tipo de equipamento. Considerou-se ainda que o gasóleo apresenta um teor de enxofre de 0,045% e que para uma tracção equivalente de 1MJ são necessários 0,028 kg de gasóleo.

A estimativa das emissões gasosas associadas à volatilização das substâncias activas dos produtos fitofarmacêuticos teve por base a pressão de vapor de cada uma (FOOTPRINT, 2008) e os factores de emissão (EMEP/EEA, 2009a) para cada intervalo de pressão de vapor.

A quantidade de compostos orgânicos voláteis (COV) libertada para atmosfera derivada da aplicação de produtos fitofarmacêuticos está relacionada com a sua formulação. Algumas das substâncias inertes utilizadas na formulação de produtos fitofarmacêuticos são compostos orgânicos voláteis líquidos ou gasosos nas condições ambientais normais (EPA, 1995). Alguns destes COV podem apresentar pressões de vapor superiores às substâncias activas. Para cada tipo de formulação foi considerada uma percentagem média de COV (EPA, 1995).

Considerou-se muito inferior a quantidade de produtos fitofarmacêuticos (fungicidas e insecticidas) que fica retida no solo, face à que é libertada para o ar, não tendo assim sido considerada. No caso dos herbicidas, não foi considerado a sua possível lixiviação para as águas, por falta de dados específicos para esta situação.

As emissões gasosas resultantes da utilização de adubos incluíram as emissões de NH_3 e N_2O , que estão associados ao azoto existente na composição dos adubos. Os valores foram estimados com base na metodologia proposta por IPCC (2006b). A determinação de N_2O resultante da gestão solos contempla o azoto introduzido nos solos, a gestão dos solos orgânicos e a urina e fezes depositadas pelos animais nas pastagens. O azoto resultante da gestão dos solos orgânicos e da urina e fezes depositados pelos animais nas pastagens não foi considerado, devido ao desconhecimento da área de solos orgânicos que é gerida/drenada e ao facto de não existirem animais em pastagem, respectivamente. O azoto introduzido nos solos é devido à aplicação de fertilizantes sintéticos e fertilizantes orgânicos. A emissão directa de N_2O resultante do azoto introduzido é estimada pelo método descrito em IPCC (2006b), que estabelece em 1% do azoto total aplicado aos solos. Não foram considerados neste trabalho, o azoto nos solos minerais que é mineralizado devido à perda de solo e o azoto proveniente dos resíduos das culturas que retornam aos solos, contendo azoto.

A estimativa da quantidade de azoto volatilizado sob a forma de NH_3 foi estimada pelo método descrito em IPCC (2006b) e corresponde a cerca de 10% da quantidade total de azoto aplicado.

A estimativa das perdas de azoto através de lixiviação/escoamento superficial na forma de nitratos (NO_3) foi realizada com base na metodologia de IPCC (2006b). A estimativa da perda de azoto através da lixiviação/escoamento superficial resulta em 30% da quantidade total de azoto aplicado. Não foram consideradas as emissões provenientes da aplicação de composto natural (fertilizante orgânico), resultante do processo de compostagem conjunta de estrume desidratado

proveniente da vacaria existente na empresa e de engaçó, em virtude da inexistência de análises ao composto utilizado.

Em relação aos resíduos considerou-se que os principais fluxos nesta fase foram a lenha de poda, os resíduos de embalagem dos produtos fitofarmacêuticos e os óleos, transmissões e lubrificantes, filtros do óleo e embalagens e outros materiais contendo ou contaminados com substâncias perigosas provenientes da manutenção dos tractores e outros veículos e equipamentos. A lenha de poda que é recolhida por uma entidade externa foi estimada em 70% da produção total de lenha de poda, sendo os restantes 30% incorporados no solo. Relativamente à produção de resíduos de embalagens ou outros equiparados a resíduos sólidos urbanos apenas foi considerada a produção de resíduos de embalagem dos produtos fitofarmacêuticos que são recolhidos pela Valorfito (SIGERU - Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura). O valor apresentado para a quantidade de óleos, filtros do óleo embalagens e outros materiais contendo ou contaminados com substâncias perigosas provenientes da manutenção dos tractores e outros veículos e equipamentos engloba também a sua produção na fase de produção de vinho.

3.3.2 Produção de vinho

A inventariação dos principais fluxos de recursos, materiais e energia consumidos e as emissões gasosas, emissões para água e resíduos da produção de vinho, apresentados na Figura 30, são reportados à unidade funcional (0,75 L de Vinho Verde branco) tendo em conta a quantidade de Vinho Verde branco engarrafado e comercializado, no período de Dezembro de 2008 a Novembro de 2009. É de notar que a quantidade de vinho comercializado (9 653 459 litros) é ligeiramente inferior ao volume de litros produzido (10 128 280 litros)(ver atrás Tabela 3).

A diferença verificada entre o volume produzido e o volume engarrafado resulta essencialmente da produção de borras, principalmente na fermentação, e de uma pequena parte do vinho restante desta campanha ser engarrafado em Dezembro. Pelo facto de ser uma percentagem muito baixa e implicar a possível sobreposição com o engarrafamento da campanha de 2009, optou-se pela utilização do Vinho Verde branco engarrafado/comercializado no período entre Dezembro de 2008 a Novembro de 2009.

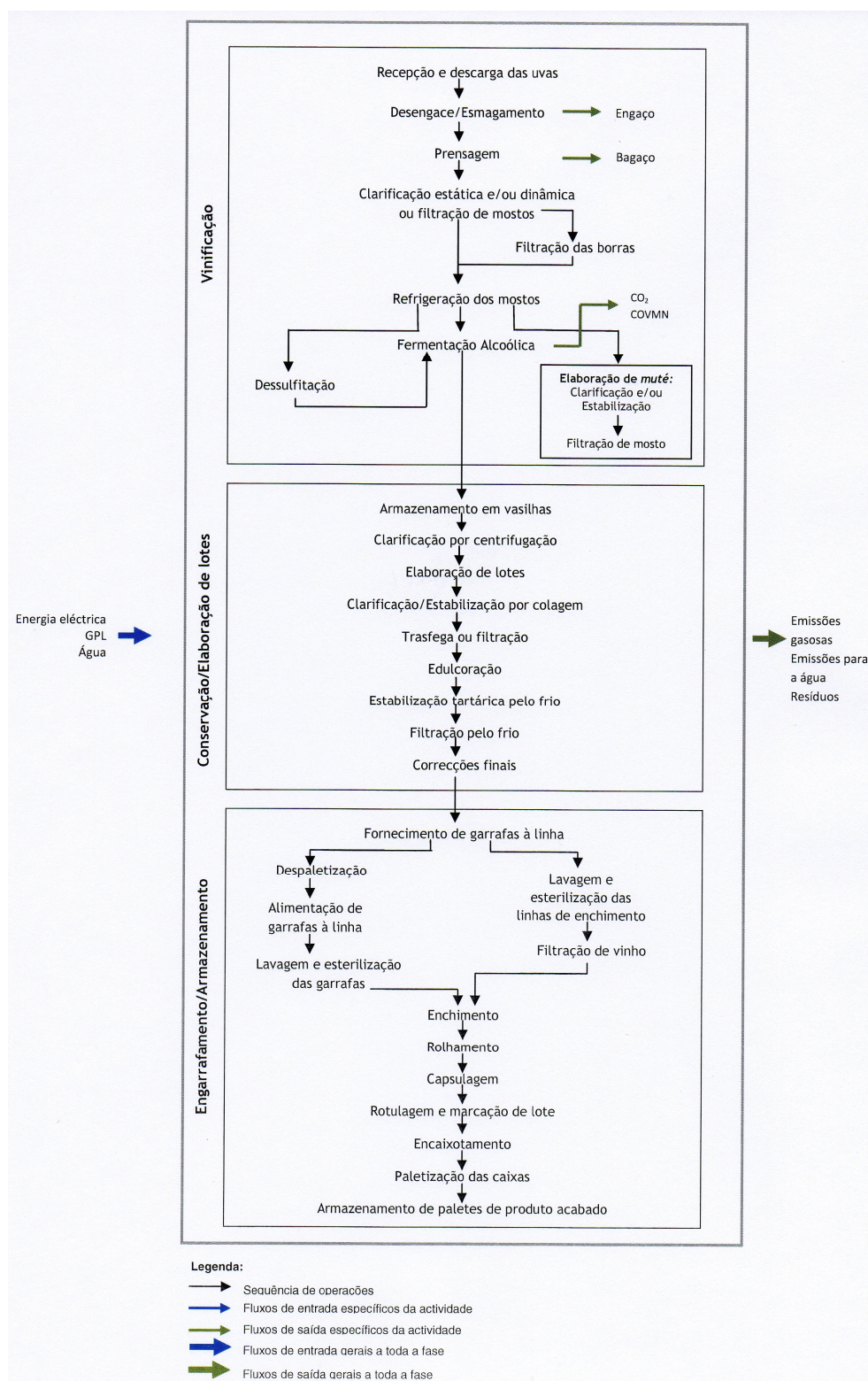


Figura 30. Principais fluxos de entrada de recursos, materiais e energia e de saída de emissões para o ar/água e resíduos da fase de produção de vinho.

As Tabelas 7 e 8 apresentam respectivamente, os principais fluxos de entradas e de saídas, de materiais e energia, emissões para ar e água e resíduos da fase de produção de vinho reportados à UF.

Tabela 7. Inventário de entradas de recursos, combustíveis e energia das actividades desenvolvidas na produção de vinho por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).

ENTRADAS			
Recursos	Água ^{a)}	1,68E+00	L
Combustíveis e energia	GPL (propano) ^{b)}	8,68E-03	kg
	Energia eléctrica ^{c)}	2,91E-01	kWh

^{a)} Considerando que a água consumida provém unicamente de uma captação. O valor engloba a água consumida na queijaria.

^{b)} Considerando que o GPL (propano) é unicamente consumido nas caldeiras para geração de vapor para a produção (esterilização das linhas e dessulfitação).

^{c)} O valor estimado inclui a energia consumida em duas captações de água, no centro de vinificação, na adega, no engarrafamento, nos edifícios administrativos e outros edifícios, na cozinha/bar, nas oficinas, em quatro empilhadores, na iluminação e na ETAR.

Tabela 8. Inventário de saídas de emissões (gasosas e para água) e resíduos das actividades desenvolvidas produção de vinho por UF (0,75 L de Vinho Verde branco).

SAÍDAS			
Origem		Por UF	Unidade
Emissões gasosas	CO ₂ ^{a)}	1,68E-01	kg
	Partículas ^{a)}	1,66E-04	kg
	Benzeno ^{a)}	3,94E-07	kg
	HC aromáticos policíclicos (PAH) ^{a)}	9,17E-09	kg
	HC aromáticos ^{a)}	1,45E-06	kg
	Halon H1301 ^{a)}	2,17E-09	kg
	HC halogenados ^{a)}	5,63E-12	kg
	CH ₄ ^{a)}	5,32E-04	kg
	COVNM ^{a)}	8,37E-05	kg
	CO ^{a)}	3,75E-05	kg
	NH ₃ ^{a)}	5,42E-07	kg
	HF ^{a)}	2,79E-06	kg
	N ₂ O ^{a)}	1,53E-06	kg
	HCl ^{a)}	2,63E-05	kg
	SO _x ^{a) b)}	6,48E-04	kg
	NO _x ^{a)}	3,88E-04	kg
	Pb ^{a)}	3,17E-08	kg
	Cd ^{a)}	2,22E-09	kg
	Mn ^{a)}	1,46E-08	kg
	Ni ^{a)}	1,77E-07	kg
	Hg ^{a)}	4,49E-09	kg
	Zn ^{a)}	4,22E-08	kg
	Metais ^{a)}	7,73E-06	kg
	Substâncias radioactivas ^{a)}	1,87E+01	kBq
	CH ₄ ^{c)}	5,18E+00	kg
	CO ₂ ^{c)}	3,27E+05	kg
	N ₂ O ^{c)}	5,18E-01	kg
	NO _x ^{d)}	5,18E+02	kg
	CO ^{d)}	2,07E+02	kg
	COVNM ^{d)}	5,18E+01	kg
GPL (propano)	SO _x ^{d) b)}	7,25E+02	kg
	PST ^{d)}	1,42E+02	kg
	PM ₁₀ ^{d)}	1,11E+02	kg
	PM _{2,5} ^{d)}	8,54E+01	kg
	Pb ^{d)}	8,28E-02	kg
	Cd ^{d)}	1,55E-03	kg
	Hg ^{d)}	5,18E-04	kg

	As ^{d)}	5,18E-03	kg
	Cr ^{d)}	6,62E-02	kg
	Cu ^{d)}	3,73E-02	kg
	Ni ^{d)}	1,35E+00	kg
	Zn ^{d)}	4,14E-02	kg
	PCDD/F ^{d)}	5,18E+04	ng I-TEQ
	Benzo(a)pireno ^{d)}	2,69E-02	kg
	Benzo(b)fluoranteno ^{d)}	3,21E-02	kg
	Benzo(k)fluoranteno ^{d)}	2,07E-02	kg
	Indeno(1,2,3-cd)pireno ^{d)}	1,14E-02	kg
Fermentação	CO ₂ ^{e)}	5,20E-02	kg
	COVNM ^{f)}	2,63E-04	kg
Emissões para a água	CQO ^{g)}	2,23E-03	kg
	CBO ^{g)}	5,59E-04	kg
	SST ^{g)}	7,70E-04	kg
	Fósforo total ^{g)}	5,39E-05	kg
	Azoto total ^{g)}	7,51E-05	kg
Resíduos	Engaço ^{h)}	3,13E-02	kg
	Bagaço	7,46E-02	kg
	Borras ⁱ⁾	2,04E-02	kg
	Outros resíduos ^{j)}	1,85E-02	kg

- a) Valores estimados com base no consumo de energia eléctrica, o *mix* energético nacional no ano de 2006 (IEA, 2006) e os factores de emissão de cada poluente para cada tipo de combustível usado no *mix* (BUWAL 250, 1996). Considera-se que houve importação de energia de Espanha. Inclui a pré-combustão.
- b) Consideraram-se as emissões de SO_x como sendo iguais às de SO₂. É comum este tipo de consideração pois nas condições de equilíbrio à temperatura da caldeira, o SO₃ se pode decompor em SO₂ (EMEP/EEA, 2009d).
- c) Valores estimados com base em IPCC (2006a), para fontes de combustão estacionárias, considerando o PCI do GPL (propano) igual a 46,3 MJ/kg (valor fornecido pela empresa produtora de GPL).
- d) Valores estimados com base em EMEP/EEA (2009b), para pequenas caldeiras industriais, considerando o PCI do GPL (propano) igual a 46,3 MJ/kg (valor fornecido pela empresa produtora do GPL).
- e) Valor estimado segundo Peynaud (1981) citado em Soares (1998).
- f) Valor estimado com base em EMEP/EEA (2009c), para o vinho branco.
- g) A água tratada descarregada engloba os efluentes provenientes da produção de vinho, vacaria, queijaria e restantes actividades geradoras de águas residuais.
- h) Considerou-se que o engaço corresponde a 6% em peso da massa de uvas entregues por produtores externos e das uvas da Aveleda colhidas manualmente (Cardoso, 2007).
- i) Engloba as borras formadas na vinificação e na conservação/elaboração de lotes.
- j) Refere-se aos anos de 2008 e 2009 completos e não só ao período de tempo correspondente a esta fase. Inclui embalagens de papel e cartão, de plástico, de metal, de vidro e compósitas, cortiça, placas de celulose e terras, cartuchos e resíduos plásticos de filtração.

Algumas considerações foram tomadas no inventário das entradas da fase de produção de vinho, nomeadamente no que respeita ao consumo de água, de GPL e de energia eléctrica.

Realça-se que a água consumida nesta fase provém de uma única captação (a única com tratamento da água por ultra violeta). Devido ao facto de existir apenas um contador da água consumida nesta captação, o valor medido da água captada inclui também aquela que é consumida pelas actividades da queijaria da Quinta da Aveleda. Contudo, assume-se que o consumo de água pelas actividades da queijaria seja menor comparativamente às actividades desenvolvidas na produção de vinho.

O GPL (propano) é utilizado para produção de vapor (em duas caldeiras) que é usado na esterilização das linhas de enchimento e do dessulfitor, para aquecimento de edifícios, para transporte (dois empilhadores) e na cozinha. Apesar deste facto considerou-se que todo o GPL é consumido nas caldeiras da produção de vapor, em virtude dos reduzidos consumos dos outros usos face a este.

Em relação à energia eléctrica consumida, não sendo possível desagregar os consumos, o valor de inventário engloba, para além da energia usada nos processos da fase da produção de vinho, a energia consumida em duas captações de água, no centro de vinificação, na adega, no engarrafamento, nos edifícios administrativos e outros edifícios, na cozinha/bar, nas oficinas, em quatro empilhadores, na iluminação e na ETAR.

Algumas considerações foram tomadas no inventário, nomeadamente no que respeita às emissões gasosas da fase de produção de vinho referentes à produção de energia eléctrica, ao consumo de GPL e à fermentação alcoólica. As emissões gasosas relativas à produção da energia eléctrica foram estimadas através da base de dados BUWAL 250 (BUWAL 250, 1996). Utilizou-se o procedimento similar ao já descrito para a fase de viticultura. A energia eléctrica consumida reporta ao *mix* energético nacional do ano de 2006 (IEA, 2006) e considera que houve importação de energia de Espanha e inclui a pré-combustão.

As emissões de CH₄, CO₂ e N₂O resultantes da combustão do GPL nas caldeiras foram estimadas com base em IPCC (2006a), enquanto as restantes foram estimadas com base em EMEP/EEA (2009b) considerando que se tratam de pequenas caldeiras industriais, de combustão estacionária.

As emissões de CO₂ resultantes da fermentação foram estimadas segundo o método descrito por Peynaud (1981), e citado por Soares (1998). Considerou-se que 170 g de açúcar fermentado dão origem a 76 g de CO₂ por litro de mosto, que o grau médio provável dos mostos que originam o Vinho Verde branco da Aveleda é cerca de 10,7° e, que por cada grau alcoólico existem 16,83 g de açúcar (JOCE, 1990).

Outras considerações foram tomadas no inventário, nomeadamente no que respeita às emissões para a água da fase de produção de vinho. Os parâmetros das águas residuais reflectem a carga ambiental dos efluentes tratados descarregados no rio provenientes do tratamento das águas residuais resultantes não só unicamente da produção de vinho, mas também da vacaria, queijaria e de outras actividades geradoras de águas residuais.

No período em análise, as lamas produzidas na estação de tratamento de águas não foram retiradas desta, nem quantificadas. Não foi efectuada uma estimativa da sua produção mas, no entanto, a Aveleda visa futuramente o seu envio para um operador licenciado, com vista à sua valorização. Contudo, foram caracterizadas qualitativamente, apresentando-se no Anexo A a lista os valores médios dos parâmetros da composição das lamas obtidos em quatro análises efectuadas entre 2008 e 2009.

A estimativa da quantidade de engaço produzida na vindima de 2008 baseou-se em Cardoso (2007), assumindo-se aqui que o engaço produzido constitui, em média, 6% da massa de uvas entregues por produtores externos e das uvas próprias da Aveleda colhidas manualmente. A colheita de uvas mecânica da Aveleda não é aqui tida em consideração pois na colheita mecânica apenas são colhidos os bagos, ficando o engaço nas vinhas. O engaço é utilizado num processo de compostagem conjunta com estrume desidratado proveniente da vacaria para produção de um

composto natural e aplicado em canteiros dos jardins, como forma de controlar o crescimento das infestantes (efeito “*mulshing*”).

Os resíduos produzidos nesta fase equiparados a resíduos sólidos urbanos incluem embalagens de papel e cartão, de plástico, de metal, de vidro e embalagens compósitas, cortiça, placas de celulose e terras, cartuchos e resíduos plásticos de filtração, sendo recolhidos por operadores externos licenciados e destinam-se maioritariamente à reciclagem.

3.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTES DO CICLO DE VIDA (AICV)

Esta etapa da metodologia da ACV inclui, de acordo com a norma NP EN ISO 14040:2008 (ISO, 2008), as etapas obrigatórias de Classificação e Caracterização e as etapas opcionais que incluem a Normalização, Agregação e Ponderação. O resultado da realização de todas as etapas é um indicador único agregado que expressa o impacto ambiental das actividades desenvolvidas, causado pela unidade funcional e sistema do produto em estudo.

O trabalho aqui apresentado inclui, com excepção da Agregação, todas as etapas mencionadas. Esta etapa não foi realizada por se considerar ser pouco relevante para a obtenção dos resultados pretendidos.

A metodologia utilizada para avaliar os impactos ambientais potenciais do Vinho Verde branco foi o método desenvolvido pelo Institute of Environmental Science (CML) da Universidade de Leiden, na Holanda (Guinée *et al.*, 2002), tendo sido utilizada a versão mais recente desta metodologia (CML, 2009). As secções seguintes (3.3.1 a 3.3.5) apresentam os resultados obtidos para cada uma das etapas.

3.4.1 Seleção das categorias de impacto

Os potenciais impactos ambientais de ambas as fases foram avaliados tendo em conta as emissões gasosas, as emissões para água e a produção de resíduos. As categorias de impacto ambiental seleccionadas são nove e incluem o *Aquecimento Global*, a *Acidificação*, a *Formação de Oxidantes Fotoquímicos*, a *Eutrofização*, a *Toxicidade Humana*, a *Ecotoxicidade Terrestre*, a *Ecotoxicidade Aquática na Água Doce*, a *Depleção da Camada de Ozono* e os *Resíduos*.

3.4.2 Classificação

Nesta etapa são relacionados os consumos de recursos, materiais e energia e as emissões de poluentes, como por exemplo, as emissões gasosas, as emissões para água e os resíduos resultantes das fases de viticultura e de produção de vinho, com as categorias de impacto ambiental seleccionadas anteriormente neste estudo, como demonstra a Tabela 9.

3.4.3 Caracterização

Nesta etapa as quantidades de um determinado poluente (ou recurso) são convertidas em unidades equivalentes de uma outra substância por multiplicação de um factor de caracterização.

Os factores de caracterização expressam a contribuição potencial que uma determinada substância possui para um problema ambiental específico. Esta etapa permite uniformizar as contribuições de todos os poluentes que contribuem para cada categoria de impacto. A Tabela 9 apresenta os factores de caracterização associados a cada poluente para cada categoria de impacto ambiental, de acordo com o compartimento ambiental onde foram inicialmente emitidos.

Tabela 9. Atribuição dos poluentes às categorias de impacto ambiental seleccionadas (Classificação) e respectivos factores de caracterização para cada poluente, consoante o compartimento ambiental de emissão (CML, 2009).

CLASSIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO			
Categoria de Impacte Ambiental	Poluentes	Factor de caracterização	Compartimento Ambiental
Aquecimento Global (kg CO ₂ eq./kg) (Horizonte temporal = 100 anos)	CO ₂	1,00E+00	Ar
	Halon H1301	7,14E+03	Ar
	CH ₄	2,50E+01	Ar
	N ₂ O	2,98E+02	Ar
Acidificação (kg SO ₂ eq./kg)	NH ₃	1,60E+00	Ar
	SO _x ^{a)}	1,20E+00	Ar
	NO _x	5,00E-01	Ar
	SO ₂	1,20E+00	Ar
Formação de Oxidantes Fotoquímicos (kg C ₂ H ₄ eq./kg)	Benzeno	2,18E-01	Ar
	CH ₄	6,00E-03	Ar
	COVNM ^{b)}	1,00E+00	Ar
	CO	2,70E-02	Ar
	SO _x ^{a)}	4,80E-02	Ar
	SO ₂	4,80E-02	Ar
	COV ^{c)}	1,00E+00	Ar
Eutrofização (kg PO ₄ eq./kg)	NH ₃	3,50E-01	Ar
	N ₂ O	2,70E-01	Ar
	NO _x	1,30E-01	Ar
	NO ₃	1,00E-01	Água
	CQO	2,20E-02	Água
	Fósforo total	3,06E+00	Água
	Azoto total	4,20E-01	Água
Toxicidade Humana (kg 1,4-DCB eq./kg) (Horizonte temporal infinito)	Partículas ^{d)}	8,20E-01	Ar
	Benzeno	1,90E+03	Ar
	COVNM ^{b)}	6,37E-01	Ar
	NH ₃	1,00E-01	Ar
	HF	2,85E+03	Ar
	HCl	5,00E-01	Ar
	SO _x ^{a)}	9,60E-02	Ar
	NO _x	1,20E+00	Ar
	Pb	4,67E+02	Ar
	Cd	1,45E+05	Ar
	Ni	3,50E+04	Ar
	Hg	6,01E+03	Ar
	Zn	1,04E+02	Ar
	SO ₂	9,60E-02	Ar
	COV ^{c)}	6,37E-01	Ar
	Folpete	1,97E+00	Ar
	Fosetil de alumínio ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Iprovalicarbe ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Tebuconazol ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Metirame ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Piraclostrobina ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Penconazol ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Cimoxanil ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Metoxifenoazida ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Enxofre polvilhável ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Fenehexamida ^{e)}	1,97E+00	Ar
	Hidróxido de cobre ^{e)}	1,97E+00	Ar

Ecotoxicidade Terrestre (kg 1,4-DCB eq./kg) (Horizonte temporal infinito)	Glifosato	3,10E-03	Ar
	PST ^{f)}	8,20E-01	Ar
	PM ₁₀	8,20E-01	Ar
	PM _{2,5} ^{g)}	8,20E-01	Ar
	As	3,48E+05	Ar
	Cr ^{h)}	3,40E+06	Ar
	Cu ⁱ⁾	4,30E+03	Ar
	PCDD/F ^{j)}	1,90E+09	Ar
	Benzeno	1,60E-05	Ar
	HC aromáticos policíclicos (PAH) ^{k)}	8,03E-01	Ar
	HC aromáticos ^{l)}	8,03E-01	Ar
	COVNM ^{b)}	1,35E-12	Ar
	HF	2,95E-03	Ar
	Pb	1,57E+01	Ar
	Cd	8,13E+01	Ar
	Ni	1,16E+02	Ar
	Hg	2,83E+04	Ar
	Zn	1,20E+01	Ar
	COV ^{c)}	1,35E-12	Ar
	Folpete	1,68E+00	Ar
	Fosetil de alumínio ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Iprovalicarbe ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Tebuconazol ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Metirame ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Piraclostrobina ^{e)}	1,68E+00	Ar
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce (kg 1,4-DCB eq./kg) (Horizonte temporal infinito)	Penconazol ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Cimoxanil ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Metoxifenoza ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Enxofre polvilhável ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Fenehexamida ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Hidróxido de cobre ^{e)}	1,68E+00	Ar
	Glifosato	4,66E-02	Ar
	As	1,61E+03	Ar
	Cr ^{h)}	3,03E+03	Ar
	Cu ⁱ⁾	7,00E+00	Ar
	PCDD/F ^{j)}	1,20E+04	Ar
	Benzo(a)pireno	2,41E-01	Ar
	Benzo(b)fluoranteno ^{m)}	8,03E-01	Ar
	Benzo(k)fluoranteno	2,97E+01	Ar
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	8,03E-01	Ar
	Benzeno	8,40E-05	Ar
	HC aromáticos policíclicos (PAH) ^{k)}	1,65E+02	Ar
	HC aromáticos ^{l)}	1,65E+02	Ar
	COVNM ^{b)}	1,43E-11	Ar
	HF	4,64E+00	Ar
	Pb	2,40E+00	Ar
	Cd	2,89E+02	Ar
	Ni	6,29E+02	Ar
	Hg	3,17E+02	Ar
	Zn	1,78E+01	Ar
	COV ^{c)}	1,43E-11	Ar
	Folpete	4,05E+02	Ar
	Fosetil de alumínio ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Iprovalicarbe ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Tebuconazol ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Metirame ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Piraclostrobina ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Penconazol ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Cimoxanil ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Metoxifenoza ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Enxofre polvilhável ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Fenehexamida ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Hidróxido de cobre ^{e)}	4,05E+02	Ar
	Glifosato	2,19E+01	Ar
	As	4,95E+01	Ar
	Cr ^{h)}	7,69E+00	Ar
	Cu ⁱ⁾	2,22E+02	Ar
	PCDD/F ^{j)}	2,10E+06	Ar
	Benzo(a)pireno	8,78E+01	Ar
	Benzo(b)fluoranteno ^{m)}	1,65E+02	Ar
	Benzo(k)fluoranteno	3,88E+03	Ar
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	1,65E+02	Ar
Depleção da Camada de Ozono (kg CFC-11 eq./kg)	Halon H1301	1,20E+01	Ar
Resíduos	Resíduos ⁿ⁾	Não disponível	

- a) Considerou-se que o factor de caracterização para o SO_x é igual ao do SO_2 .
- b) A metodologia usada (CML, 2009) recomenda a utilização do factor de caracterização do etileno para os COVNM.
- c) Considerou-se que o factor de caracterização para os COV é igual ao dos COVNM.
- d) Considerou-se que o factor de caracterização para as partículas é igual ao das PM_{10} .
- e) Considerou-se que os factores de caracterização para o fosetil de alumínio, para o iprovalicabre, para o tebuconazol, para o metirame, para a piraclostrobina, para o penconazol, para o cimoxanil, para a metoxifenoazida, para o enxofre, para a fenhexamida e para o hidróxido de cobre são iguais ao do folpete.
- f) Considerou-se que o factor de caracterização para as PST é igual ao das PM_{10} .
- g) Considerou-se que o factor de caracterização para as $\text{PM}_{2,5}$ é igual ao das PM_{10} .
- h) Considerou-se que o factor de caracterização para o Cr é igual ao do Cr^{+6} .
- i) Considerou-se que o factor de caracterização para o Cu é igual ao do Cu^{+2} .
- j) Considerou-se que o factor de caracterização para o PCDD/F é igual ao das dioxinas (geral).
- k) A metodologia usada (CML, 2009) recomenda a utilização do factor de caracterização do indeno(1,2,3-cd)pireno para os PAH.
- l) Considerou-se que o factor de caracterização para o HC aromáticos é igual ao dos PAH.
- m) Considerou-se que o factor de caracterização para o benzo(b)fluoranteno é igual ao do indeno(1,2,3.cd)pireno.
- n) Nesta categoria são incluídos todos os resíduos referidos nas Tabelas 5 e 8.

Salienta-se que para alguns parâmetros de inventário não estão disponíveis factores de caracterização, pelo que não foram incluídos na análise realizada. Estas substâncias incluem os HC halogenados, o manganês, os metais (outros que não os considerados individualmente), as substâncias radioactivas, a CBO e os SST. Refere-se ainda que não estão disponíveis factores de caracterização para a categoria de impacto *Resíduos* de acordo com CML (2009). Não foram por isso obtidos resultados para esta categoria nesta etapa da AICV. Os resultados obtidos para esta etapa são apresentados na Tabela 10 para cada uma das fases do ciclo de vida consideradas.

Tabela 10. Resultados da Caracterização: Contribuição de cada um das fases do ciclo de vida (viticultura e produção de vinho) para cada categoria de impacto ambiental.

CARACTERIZAÇÃO			
Categorias de Impacte Ambiental	Viticultura	Produção de vinho	Impacte Ambiental Potencial (Unidade/UF)
Aquecimento Global	7,68E+00	3,27E+05	3,27E+05 kg CO_2 eq.
Acidificação	5,55E-02	1,13E+03	1,13E+03 kg SO_2 eq.
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	2,68E-01	9,22E+01	9,24E+01 kg C_2H_4 eq.
Eutrofização	1,86E-02	6,74E+01	6,74E+01 kg PO_4 eq.
Toxicidade Humana	3,01E-01	2,76E+05	2,76E+05 kg 1,4-DCB eq.
Ecotoxicidade Terrestre	3,39E-03	3,83E+02	3,83E+02 kg 1,4-DCB eq.
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	7,86E-01	9,48E+02	9,48E+02 kg 1,4-DCB eq.
Depleção da Camada do Ozono	2,32E-08	2,61E-08	4,93E-08 kg CFC-11 eq.
Resíduos	n.d	n.d	n.d ---

n.d. - não determinado

Apenas foram considerados os impactos directos que ocorrem da emissão de poluentes num determinado compartimento ambiental. Ou seja, apenas foram tidos em conta os impactos que ocorrem resultantes da emissão de poluentes para o ar e água, não tendo sido analisados e avaliados os possíveis impactos indirectos e/ou subsequentes em outros compartimentos ambientais.

Considerou-se que as emissões dos poluentes emitidos para o ar e para água afectam simultânea e directamente as categorias de impacto onde estão incluídos, por isso os valores das emissões de poluentes são considerados sempre a 100% em todas as categorias de impacto.

3.4.4 Normalização

A normalização dos resultados é uma etapa opcional da AICV, que tem como objectivo compreender melhor a magnitude relativa de cada resultado do indicador do sistema em estudo por relativização a uma zona de referência. Assim, normalizar os resultados dos indicadores provenientes da etapa de Caracterização consiste em referenciar a sua extensão relativamente a uma informação de referência (país, região ou mundo) que permite obter indicadores ambientais potenciais adimensionais, comparáveis entre categorias de impacto ambiental.

Para todas as categorias de impacto, excepto a categoria *Resíduos* recorreu-se aos factores de normalização de Wegener *et al.* (2008), tendo como situação de referência o grupo de vinte e oito países europeus formado pelos vinte e cinco países da União Europeia em 2006, conjuntamente com a Islândia, a Noruega e a Suíça (designado por UE₂₅₊₃), para o ano de 2000. Para a categoria *Resíduos* utilizou-se o factor de normalização disponível em Blonk (1997), tendo como situação de referência a Europa Ocidental, no período entre 1990 e 1994. Considerou-se o valor médio do intervalo da gama apresentada pelo autor, que varia entre 9,7E+10 e 54E+10. A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos na etapa de Normalização.

Tabela 11. Resultados da Normalização: indicadores de impacto ambiental normalizados (adimensional) para cada categoria de impacto ambiental.

NORMALIZAÇÃO		
Categorias de Impacte Ambiental	Factores de normalização	Impacte ambiental normalizado (adimensional)
Aquecimento Global ^{a)}	5,21E+12 kg CO ₂ eq./ano	6,27E-08
Acidificação ^{a)}	1,68E+10 kg SO ₂ eq./ano	6,72E-08
Formação de Oxidantes Fotoquímicos ^{a)}	2,66E+09 kg C ₂ H ₄ eq./ano	3,47E-08
Eutrofização ^{a)}	1,85E+10 kg PO ₄ eq./ano	3,65E-09
Toxicidade Humana ^{a)}	1,01E+13 kg 1,4-DCB eq./ano	2,73E-08
Ecotoxicidade Terrestre ^{a)}	1,16E+11 kg 1,4-DCB eq./ano	3,30E-09
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce ^{a)}	5,12E+11 kg 1,4-DCB eq./ano	1,85E-09
Depleção da Camada do Ozono ^{a)}	1,02E+07 kg CFC-11 eq./ano	4,83E-15
Resíduos ^{b)}	3,19E+11 kg/ano	3,29E-12

^{a)} Situação de referência: UE₂₅₊₃, para o ano de 2000 (Wegener *et al.*, 2008).

^{b)} Situação de referência: Europa Ocidental, no período de 1990-1994 (Blonk, 1997). Considerou-se o valor médio do intervalo 9,7-54E+10.

3.4.5 Ponderação

Nesta etapa as diferentes categorias de impacto ambiental são ponderadas de acordo com a sua importância, com vista à obtenção de um indicador único agregado que expressa o impacto ambiental potencial. A subjectividade inerente a esta etapa esteve na base da utilização de quatro metodologias distintas de ponderação (Tabela 12): a) a metodologia *Igualmente Importantes* considera que todas as categorias de impacto têm importâncias iguais, b) *Distance to target* (Goedkoop, 1995), c) *Painel de peritos I* (Kamp, 2005) e d) *Painel de peritos II* (Soares *et al.*, 2006).

Tabela 12. Factores de ponderação para os quatro métodos utilizados.

Categorias de Impacte Ambiental	MÉTODOS DE PONDERAÇÃO			
	<i>Igualmente importantes</i>	<i>Distance to target</i> (Goedkoop, 1995)	<i>Painel de peritos I</i> (Kamp, 2005)	<i>Painel de peritos II</i> (Soares et al., 2006)
Aquecimento Global	0,111	0,016.	0,139	0,213
Acidificação	0,111	0,063.	0,117	0,108
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	0,111	0,024 ^{a)}	0,087	0,080
Eutrofização	0,111	0,032.	0,109 ^{e)}	0,093 ^{g)}
Toxicidade Humana	0,111	0,071 ^{b)}	0,107 ^{f)}	0,077
Ecotoxicidade Terrestre	0,111	0,071 ^{c)}	0,107	0,100
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	0,111	0,071 ^{c)}	0,107 ^{f)}	0,100 ^{f)}
Depleção da Camada do Ozono	0,111	0,635.	0,139	0,153
Resíduos	0,111	0,016 ^{d)}	0,087 ^{d)}	0,077 ^{d)}

^{a)} Considerou-se o valor médio das categorias *Summer smog* e *Winter smog*.

^{b)} Considerou-se o valor médio das categorias *Pesticides*, *Heavy metals in air*, *Heavy metal in water* e *Carcinogenic substances*.

^{c)} Considerou-se igual à *Toxicidade Humana*.

^{d)} Considerou-se igual ao menor dos factores de ponderação do método (em Goedkoop (1995) igual ao *Aquecimento Global*, em Kamp (2005) igual à *Formação de Oxidantes Fotoquímicos* e em Soares et al. (2006) igual à *Toxicidade Humana*).

^{e)} Considerou-se igual à categoria *Aquatic Toxicity*.

^{f)} Considerou-se igual à *Ecotoxicidade Terrestre*.

^{g)} Considerou-se igual à categoria *Aquatic eutrophication*.

Os resultados obtidos na etapa de Ponderação são apresentados na Figura 31. Em anexo (Anexo B) são apresentados, para cada método de ponderação, os valores que estão na base da construção da Figura 31.

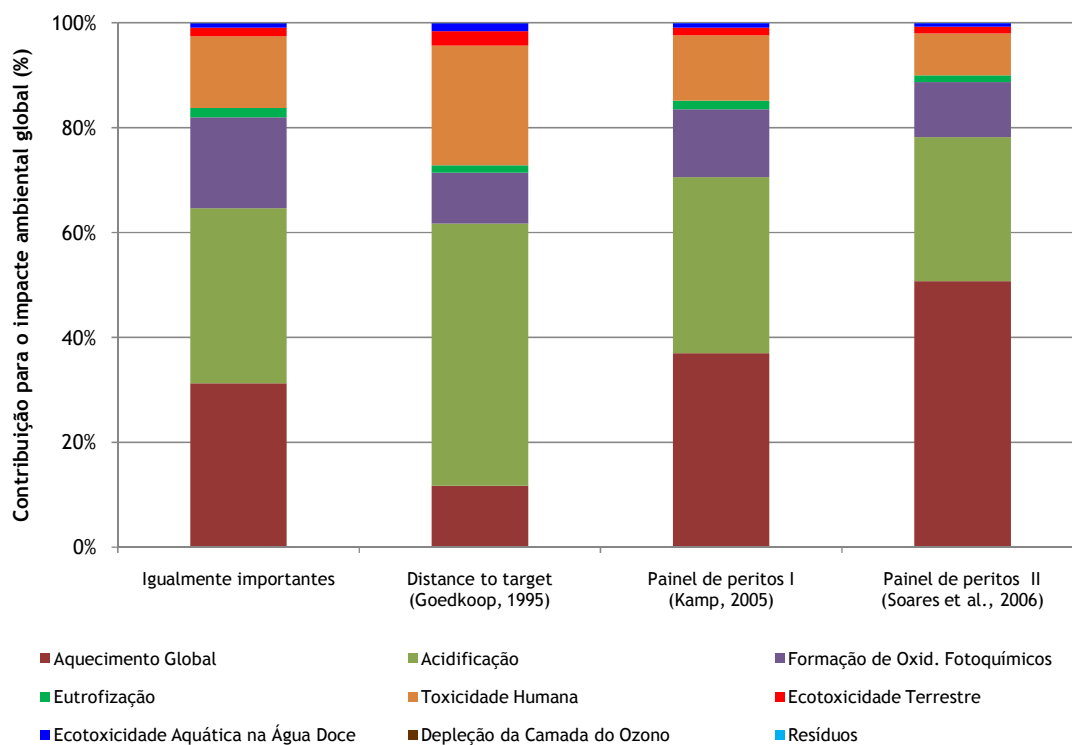


Figura 31. Contribuição de cada categoria de impacto ambiental para o impacto global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para os métodos de ponderação considerados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em seguida, na secção 4.1 são analisados e discutidos os resultados obtidos na etapa de Inventário e na etapa de Avaliação de Impactes ambientais para cada uma das fases do ciclo de vida do Vinho Verde branco (viticultura e produção de vinho).

Na secção 4.2 são apresentados os resultados relativos à Análise de Sensibilidade realizada por variação de alguns dos parâmetros do inventário considerados significativos devido à maior incerteza associada à sua estimativa.

Finalmente na secção 4.3. são comparados e discutidos os resultados obtidos com os dos estudos revistos aplicados ao sector.

4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1.1 Análise dos resultados do Inventário

Relativamente aos resultados do Inventário (secção 3.3) a discussão incidirá essencialmente na comparação entre os fluxos comuns a ambas as fases do ciclo de vida consideradas. Em relação aos fluxos de entrada verifica-se que a água e a energia eléctrica são os únicos fluxos comuns a ambas as fases. No consumo de água, a viticultura representa cerca de 30% do total consumido por UF, e a produção de vinho representa 70%, em resultado de um maior número de actividades consumidoras de água nesta fase. Destaca-se que na contabilização da água consumida na fase da produção de vinho foi incluída também a água consumida na queijaria da empresa.

A energia eléctrica consumida está dividida de uma forma mais equilibrada, sendo a produção de vinho responsável por cerca de 53% do consumo de energia eléctrica e a viticultura por 47%. Contudo, relativamente a este último valor salienta-se que a energia eléctrica consumida refere-se à bombagem de água que é utilizada não só na viticultura, como também na vacaria (pecuária) existente na empresa e na rega dos jardins da Quinta da Aveleda, logo a quantidade de energia eléctrica consumida na viticultura é superior ao valor real.

Ressalva-se que os resultados da viticultura resultam da extrapolação dos consumos de recursos, materiais e energia e das emissões para o ar e água e dos resíduos produzidos nas actividades desenvolvidas pela Aveleda para os produtores externos de uvas e vinho, considerando que a Aveleda representa 8,6% da quantidade total de uvas que foi utilizada na produção de vinho na campanha vitivinícola de 2008/2009, contabilizando o mosto e vinho comprados expresso em termos de uvas.

Só alguns poluentes emitidos para o ar são comuns a ambas as fases. Estes são o CO₂, as partículas, o benzeno, os PAH, os HC aromáticos, o halon H1301, os HC halogenados, o CH₄, os COVNM, o CO, o NH₃, o HF, o N₂O, o HCl, os SO_x, os NO_x, o Pb, o Cd, o Mn, o Ni, o Hg, o Zn, os metais (outros que não os considerados individualmente) e as substâncias radioactivas (como apresentado Figura 32). Na viticultura, estes poluentes resultam da produção de energia

eléctrica, da queima de gasóleo agrícola e das emissões resultantes da aplicação de adubos azotados, enquanto que na produção de vinho resultam da produção de energia eléctrica, da queima de GPL nas caldeiras de produção de vapor e da fermentação alcoólica.

Realça-se que as partículas e o NH_3 são essencialmente libertados durante a fase da viticultura, em resultado da aplicação de adubos azotados e da combustão do gasóleo agrícola usado nos tractores e máquina de vindimar.

Os outros poluentes são resultantes essencialmente da fase de produção de vinho, consequência da combustão de GPL nas caldeiras de produção de vapor. Estes incluem o CO_2 , o CH_4 , os COVNM, o CO, o N_2O , os SO_x , os NO_x , o Pb, o Cd, o Ni, o Hg e o Zn.

Para os compostos que resultam essencialmente da produção de energia eléctrica, a contribuição relativa de cada fase é directamente proporcional ao consumo de energia eléctrica de cada fase, sendo de 47% na viticultura e 53% na produção de vinho. Os compostos libertados são o benzeno, os PAH, os HC aromáticos, o halon H1301, os HC halogenados, o HF, o HCl, o Mn, os metais e as substâncias radioactivas.

Na produção de resíduos, cerca de 86% provêm da viticultura, com particular importância para a lenha de poda (que representa 97% da produção total de resíduos nesta fase) e 14% resultante da fase da produção de vinho.

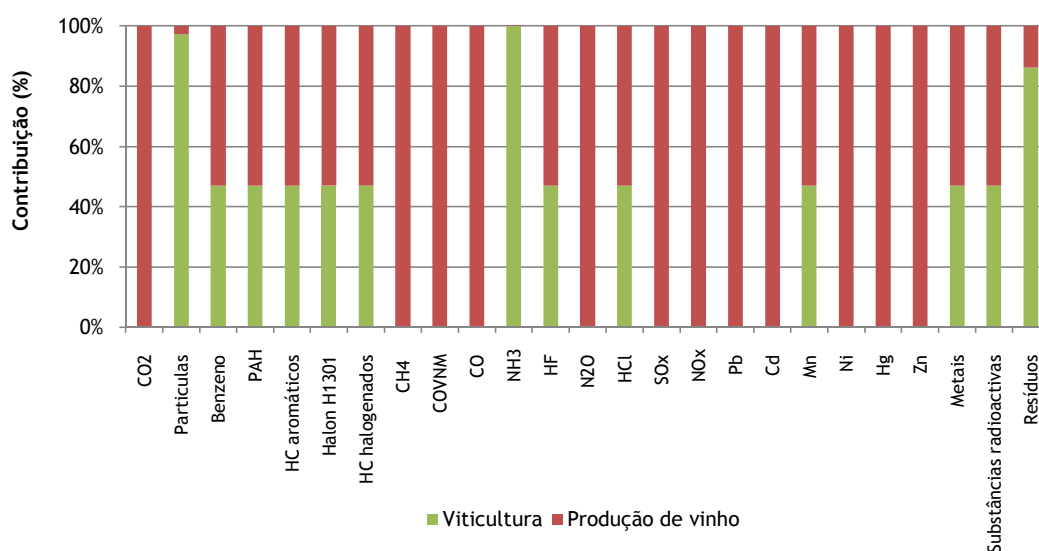


Figura 32. Poluentes emitidos para o ar e resíduos de ambas as fases do ciclo de vida do Vinho Verde branco (viticultura e produção de vinho).

4.1.2 Análise dos resultados da Avaliação de Impactes

Da etapa de Caracterização resultou o indicador de impacto ambiental potencial para cada categoria de impacto. Avaliando a contribuição de cada fase do ciclo de vida em cada categoria de impacto verificou-se que, à excepção da categoria *Depleção da Camada do Ozono* (que possui um valor absoluto do indicador da Caracterização semelhante para as duas fases consideradas), a fase de produção de vinho possui um papel preponderante no impacto ambiental potencial.

A limitação da análise em pormenor das etapas de Caracterização e Normalização é motivada pelo facto de a Ponderação e a obtenção de um indicador agregado, apesar de ser opcional, ter sido realizada e sobre ela se incidir a análise dos resultados e as conclusões.

Os resultados obtidos para o indicador único agregado variam consoante o método de ponderação escolhido (Figura 31).

Em relação ao método de ponderação *Igualmente Importantes* constata-se que as duas principais categorias são a *Acidificação* e o *Aquecimento Global*, com uma contribuição conjunta de cerca de 64% do impacte ambiental global. A *Acidificação* contribui com cerca de 34% e o *Aquecimento Global* com aproximadamente 31%.

No método de ponderação *Distance to Target* (Goedkoop, 1995) as duas principais categorias são a *Acidificação* e a *Toxicidade Humana* e a contribuição conjunta destas duas categorias é de cerca de 73% do impacte ambiental global. A *Acidificação* contribui com 50% para o impacte ambiental total e a *Toxicidade Humana* com cerca de 23%.

Relativamente ao método *Painel de peritos I* (Kamp, 2005) verifica-se que as duas principais categorias de impacte são o *Aquecimento Global* e a *Acidificação*, com uma contribuição conjunta de cerca de 71% do impacte ambiental global. O *Aquecimento Global* contribui com 37% e a *Acidificação* com cerca de 34%.

Em relação ao método de ponderação *Painel de peritos II* (Soares *et al.*, 2006) concluiu-se que as duas principais categorias de impacte são o *Aquecimento Global* e a *Acidificação*, com uma contribuição conjunta de cerca de 78% do impacte ambiental global. O *Aquecimento Global* contribui com cerca de 51% e a *Acidificação* com aproximadamente 27%.

Foram também analisadas as contribuições de cada um dos poluentes emitidos (ar e água) e resíduos gerados para o impacte global e para cada um dos métodos de ponderação considerados (Tabela 13). Verifica-se que para os métodos de ponderação *Igualmente Importantes*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II* a maior contribuição está associada com a emissão de CO₂ seguida da emissão de SO_x. Estes dois poluentes (CO₂ e SO_x) contribuem, para estes três métodos de ponderação, respectivamente, com 57%, 63% e 72% do impacte global. A contribuição do CO₂ para o impacte ambiental global é de, respectivamente, 31%, 37% e 51%, para os métodos de ponderação *Igualmente Importantes*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II*. O segundo maior contribuinte é o SO_x que apresenta contribuições de cerca de 26%, 26% e 21%, respectivamente, para os métodos de ponderação *Igualmente Importantes*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II*.

Em relação ao método de ponderação *Distance to Target* constata-se que existem dois principais poluentes que contribuem conjuntamente com 58% do impacte ambiental global. Estes são o SO_x (contribuindo com cerca de 39%), seguido do Cr que contribui com cerca de 19% para o impacte global.

Verifica-se que os três poluentes citados (CO₂, SO_x e Cr) são libertados maioritariamente na fase de produção de vinho, tendo origem na combustão do GPL nas caldeiras de produção de vapor utilizado na esterilização das linhas de enchimento e do dessulfitor.

Tabela 13. Contribuição de cada emissão para o ar e água e resíduos gerados para o impacto global da viticultura e da produção de vinho.

CONTRIBUIÇÃO PARA O IMPACTE GLOBAL (%)						
Categoria de Impacte Ambiental		Emissões para o ar e água/resíduos	MÉTODOS DE PONDERAÇÃO			
			Igualmente importantes	Distance to target (Goedkoop, 1995)	Painel de peritos I (Kamp, 2005)	Painel de peritos II (Soares et al., 2006)
VITICULTURA	Aquecimento Global	CO ₂ + Halon H1301 + CH ₄ + N ₂ O	<1%	<1%	<1%	<1%
	Acidificação	NH ₃ + SO _x + NO _x + SO ₂	<1%	<1%	<1%	<1%
	Formação de Oxid. Fotoquímicos	Benzeno + CH ₄ + COVNM + CO + SO _x + SO ₂ + COV	<1%	<1%	<1%	<1%
	Eutrofização	NH ₃ + N ₂ O + NO _x + NO ₃	<1%	<1%	<1%	<1%
	Toxicidade Humana	Partículas + Benzeno + COVNM + NH ₃ + HF + HCl + SO _x + NO _x + Pb + Cd + Ni + Hg + Zn + SO ₂ + COV + Folpete + Fosetil de alumínio + Iprovalicarbe + Tebuconazol + Metirame + Piraclostrobina + Penconazol + Cimoxanil + Metoxifenozida + Enxofre polvilhável + Fenehexamida + Hidróxido de cobre + Glifosato	<1%	<1%	<1%	<1%
	Ecotoxicidade Terrestre	Benzeno + HC aromáticos policíclicos (PAH) + HC aromáticos + COVNM + HF + Pb + Cd + Ni + Hg + Zn + COV + Folpete + Fosetil de alumínio + Iprovalicarbe + Tebuconazol + Metirame + Piraclostrobina + Penconazol + Cimoxanil + Metoxifenozida + Enxofre polvilhável + Fenehexamida + Hidróxido de cobre + Glifosato	<1%	<1%	<1%	<1%
	Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	Benzeno + HC aromáticos policíclicos (PAH) + HC aromáticos + COVNM + HF + Pb + Cd + Ni + Hg + Zn + COV + Folpete + Fosetil de alumínio + Iprovalicarbe + Tebuconazol + Metirame + Piraclostrobina + Penconazol + Cimoxanil + Metoxifenozida + Enxofre polvilhável + Fenehexamida + Hidróxido de cobre + Glifosato	<1%	<1%	<1%	<1%
	Depleção da Camada de Ozono	Halon H1301	<1%	<1%	<1%	<1%
	Resíduos	Resíduos	<1%	<1%	<1%	<1%
PRODUÇÃO DE VINHO	Aquecimento Global	CO ₂	31%	12%	37%	51%
		Halon H1301 + CH ₄ + N ₂ O	<1%	<1%	<1%	<1%
	Acidificação	NH ₃	<1%	<1%	<1%	<1%
		SO _x	26%	39%	26%	21%
		NO _x	8%	11%	8%	6%
	Formação de Oxid. Fotoquímicos	Benzeno + CH ₄	<1%	<1%	<1%	<1%
		COVNM	10%	5%	7%	6%
		CO	1%	1%	1%	1%
		SO _x	7%	4%	5%	4%
	Eutrofização	NH ₃ + N ₂ O + CQO + Fósforo total + Azoto total	<1%	<1%	<1%	<1%
		NO _x	2%	1%	2%	1%
	Toxicidade Humana	Partículas + Benzeno + COVNM + NH ₃ + HF + HCl + SO _x + NO _x + Pb + Cd + Hg + Zn + PST + PM ₁₀ + PM _{2,5} + As + Cu + PCDD/F	<1%	<1%	<1%	<1%
		Ni	2%	4%	2%	1%
		Cr	11%	19%	10%	7%
	Ecotoxicidade Terrestre	Benzeno + HC aromáticos policíclicos (PAH) + HC aromáticos + COVNM + HF + Pb + Cd + Hg + Zn + As + Cu + PCDD/F + Benzo(a)pireno + Benzo(b)fluoranteno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1,2,3-cd)pireno	<1%	<1%	<1%	<1%
		Ni	1%	1%	1%	1%
		Cr	1%	1%	1%	1%
	Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	Benzeno + HC aromáticos policíclicos (PAH) + HC aromáticos + COVNM + HF + Pb + Cd + Hg + Zn + As + Cr + Cu + PCDD/F + Benzo(a)pireno + Benzo(b)fluoranteno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1,2,3-cd)pireno	<1%	<1%	<1%	<1%
		Ni	1%	1%	1%	1%
	Depleção da Camada de Ozono	Halon H1301	<1%	<1%	<1%	<1%
		Resíduos	Resíduos	<1%	<1%	<1%

Em geral verifica-se que a fase de viticultura apresenta impactes muito reduzidos comparativamente com a produção de vinho. Uma segunda análise dos problemas ambientais associados exclusivamente à viticultura (analisada como se fosse a única fase do ciclo de vida) permitiu concluir que para todos os métodos de ponderação, as categorias com maior contribuição para o indicador global são a *Formação de Oxidantes Fotoquímicos* e a *Acidificação*. Os resultados obtidos para cada método de ponderação são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Contribuição para o impacte global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para cada uma das categorias de impacte ambiental e por método de ponderação, considerando a fase de viticultura isoladamente.

Categorias de Impacte Ambiental	MÉTODOS DE PONDERAÇÃO			
	<i>Igualmente importantes</i>	<i>Distance to target</i> (Goedkoop, 1995)	<i>Painel de peritos I</i> (Kamp, 2005)	<i>Painel de peritos II</i> (Soares et al., 2006)
Aquecimento Global	1%	1%	2%	3%
Acidificação	3%	7%	4%	4%
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	90%	85%	88%	87%
Eutrofização	1%	1%	1%	1%
Toxicidade Humana	0%	0%	0%	0%
Ecotoxicidade Terrestre	0%	0%	0%	0%
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	2%	4%	2%	2%
Depleção da Camada do Ozono	0%	0%	0%	0%
Resíduos	3%	2%	3%	3%

A categoria *Formação de Oxidantes Fotoquímicos*, principal contribuinte, é responsável por entre 85% (método *Distance to target*) e 90% (método *Igualmente Importantes*) da contribuição para o valor total do impacte nesta fase. A *Acidificação*, segunda maior contribuinte, apresenta no entanto valores muito inferiores, variando entre os 3% (método de ponderação *Igualmente Importantes*) e os 7% (método *Distance to target*).

Ainda para a viticultura foram também analisadas as contribuições de cada um dos poluentes emitidos e resíduos gerados para o impacte global desta fase e para cada um dos métodos de ponderação considerados. Verifica-se que, para os quatro métodos de ponderação, a maior contribuição está associada à emissão de COV, seguida da produção de resíduos (para o método *Igualmente Importantes*) e dos NO_x (métodos *Distance to Target*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II*). A contribuição dos restantes elementos é residual.

A contribuição dos COV para o impacte ambiental global é de, respectivamente, 90%, 84%, 88% e 87% para os métodos de ponderação *Igualmente Importantes*, *Distance to Target*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II*. Os COV são libertados a partir das substâncias utilizadas nas formulações dos produtos fitofarmacêuticos. Os resultados obtidos apesar de demonstrarem uma pequena contribuição relativa dos COV no impacte ambiental global (considerando ambas as fases), na análise individual da viticultura, estes assumem uma contribuição muito elevada. Ressalva-se, porém, que na determinação da percentagem média de COV para cada tipo de

formulação foi sempre considerado o pior cenário, ou seja, em caso de dúvida pela não existência de uma correspondência directa entre as formulações dos produtos fitofarmacêuticos usados e a referência bibliográfica utilizada optou-se pelo valor mais elevado.

O segundo maior contribuinte são os NO_x que apresentam contribuições de cerca de 6%, 3% e 3%, respectivamente, para os métodos *Distance to Target*, *Painel de peritos I* e *Painel de peritos II*. Os NO_x resultam da queima do gasóleo agrícola utilizado principalmente nos tractores e máquina de vindimar.

Os resíduos contribuem com cerca de 3% para o impacto ambiental global para o método *Igualmente Importantes*. Os resíduos resultam na sua grande maioria da lenha de poda proveniente da pré-poda e poda, das intervenções de inverno realizadas nas vinhas.

4.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A Análise de Sensibilidade, prevista na etapa de Interpretação de Resultados de um estudo de ACV (ISO, 2008), pretende avaliar e quantificar os efeitos das escolhas dos métodos, dados, parâmetros e modelos utilizados, que mais influenciam os resultados de um estudo.

Foi realizada uma Análise de Sensibilidade simples que visa a alteração deliberada de variações individuais dos valores de cinco parâmetros do Inventário. A Tabela 15 apresenta os parâmetros considerados mais incertos que foram considerados nesta Análise. Foi avaliada a influência destes parâmetros no valor do indicador agregado do impacto ambiental. Os resultados foram analisados apenas para a metodologia de ponderação que considera todas as categorias de impacto *Igualmente Importantes*.

Tabela 15. Gama de variação dos parâmetros considerados e resultados obtidos na Análise de Sensibilidade.

Parâmetros considerados	Gama de variação	Resultado da Análise de Sensibilidade
Quantidade de COV emitidos para o ar resultante da aplicação dos produtos fitofarmacêuticos na viticultura	± 50%	± 0,02 %
Quantidade de CO_2 resultante da fermentação alcoólica na produção de vinho	± 50%	0%
Quantidade das emissões gasosas de todas as substâncias activas dos produtos fitofarmacêuticos ^{a)} aplicados na viticultura	± 50%	0%
Quantidade de resíduos produzidos na viticultura e na produção de vinho	± 50%	0%
Energia eléctrica consumida na viticultura e na produção de vinho	± 30%	0%

^{a)} Substâncias activas: folpete, fosetil de alumínio, iprovalicarbe, tebuconazol, metirame, piraclostrobina, penconazol, cimoxanil, metoxifenoza, enxofre polvilhável, fenehexamida, hidróxido de cobre e glifosato.

Os resultados foram obtidos por relação do valor obtido com o valor do indicador de impacto global inicial (sem variação de parâmetros). Constata-se que nenhum dos parâmetros influenciou significativamente o resultado do valor do indicador de impacto ambiental global (Tabela 15).

Na análise das variações ao nível individual de cada categoria de impacte (Tabela 16) verifica-se que nos primeiros três parâmetros não influenciam significativamente o impacte ambiental obtido para cada categoria de impacte estudada.

Em relação à variação na quantidade de energia eléctrica consumida na viticultura e na produção de vinho, esta conduziu a uma variação da mesma ordem no indicador de impacte da categoria *Depleção da Camada de Ozono*, e de zero nas restantes categorias. Para esta categoria apenas contribui o halon H1301, resultante da produção de energia eléctrica, por isso qualquer alteração na quantidade de energia consumida tem consequência directa na quantidade deste poluente emitido e consequentemente nesta categoria de impacte.

Tabela 16. Resultados da Análise de Sensibilidade: variação no impacte ambiental de cada categoria de impacte para cada parâmetro considerado.

Parâmetros considerados	Análise das variações por categoria de impacte
Quantidade de COV emitidos para o ar resultante da aplicação dos produtos fitofarmacêuticos na viticultura	< $\pm 0,5$ % em todas as categorias de impacte
Quantidade de CO ₂ resultante da fermentação alcoólica na produção de vinho	0% em todas as categorias de impacte
Quantidade das emissões gasosas de todas as substâncias activas dos produtos fitofarmacêuticos ^{a)} aplicados na viticultura	0% em todas as categorias de impacte
Quantidade de resíduos produzidos na viticultura e na produção de vinho	$\pm 50\%$ na categoria <i>Resíduos</i> 0% nas restantes categorias
Energia eléctrica consumida na viticultura e na produção de vinho	$\pm 30\%$ na categoria <i>Depleção da Camada do Ozono</i> 0% nas restantes categorias

^{a)} Substâncias activas: folpete, fosetil de alumínio, iprovalicarbe, tebuconazol, metirame, piraclostrobina, penconazol, cimoxanil, metoxifenozida, enxofre polvilhável, fenehexamida, hidróxido de cobre e glifosato.

4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM OS ESTUDOS DA BIBLIOGRAFIA REVISTA

Comparando os resultados deste trabalho com os estudos revistos aplicados ao sector do vinho, verifica-se que nenhum estudo apresenta uma abordagem e as fases do ciclo de vida iguais, pois o estudo apresentado é uma aplicação da ACV de forma simplificada. Em todos os estudos revistos é abrangida a produção de alguns materiais auxiliares, nomeadamente das garrafas de vidro. Em quatro estudos a abordagem é do tipo *cradle-to-grave* (Aranda *et al.*, 2005, Gonzalez *et al.*, 2006, Point, 2008 e Pizzigallo *et al.*, 2008), ou seja, consideram outras fases do ciclo de vida para além das fases de viticultura e produção de vinho. Este facto constitui uma limitação à comparação entre este estudo e os que constam na bibliografia revista, devido às diferentes abordagens relativamente às fronteiras seleccionadas.

No entanto, e em relação às categorias de impacto, os estudos que utilizaram a mesma metodologia CML apresentam categorias geralmente semelhantes a este estudo. Notarnicolla *et al.* (2003) considerou ainda a categoria *Consumo de Energia*, Petti *et al.* (2006) considerou também a categoria *Radiação* e o estudo de Point (2008) teve ainda em linha de conta com as categorias *Depleção dos Recursos Abióticos* e o *Consumo de Energia*.

De uma forma global, o ponto crítico comum entre os resultados aqui obtidos e os dos estudos revistos está associado com a utilização de produtos fitofarmacêuticos na viticultura. Outros pontos críticos identificados nos estudos revistos refere-se aos impactes resultantes da produção da garrafa de vidro e ao consumo de combustíveis fósseis durante os diversos transportes, contudo estas fases não foram contempladas neste estudo. Nos estudos de Aranda *et al.* (2003) e Ardente *et al.* (2006), o consumo de água constituiu também um ponto de impacto ambiental assinalável. Em conclusão, refere-se que para o estudo de Petti *et al.* (2006), que será o mais similar ao realizado, as principais categorias de impacto que contribuem para o impacto global são a *Ecotoxicidade Aquática Marinha*, a *Ecotoxicidade Aquática na Água Doce*, o *Aquecimento Global* e a *Acidificação*. Estas duas últimas coincidem com os resultados deste estudo.

5. CONCLUSÕES

O sector do vinho assume um papel importante no contexto económico e ambiental tanto a nível nacional, como internacional. Este sector tem vindo a concentrar esforços com vista à garantia da sustentabilidade ambiental e à minimização dos seus impactes ambientais, através de ferramentas, como a Avaliação do Ciclo de Vida. Como exemplo citam-se estudos realizados sobre vinhos produzidos em várias regiões da Europa e Canadá, não estando disponíveis na bibliografia revista estudos que visem a aplicação de ACV a vinhos portugueses.

Este estudo pretendeu constituir um contributo para a avaliação dos impactes ambientais potenciais deste sector, através da aplicação da ferramenta de ACV à realidade nacional, com vista a quantificar os principais impactes ambientais potenciais e a identificar os maiores problemas associados ao ciclo de vida do Vinho Verde. Neste estudo de ACV simplificado foi utilizado como caso de estudo o Vinho Verde branco produzido na Aveleda, tendo-se considerado duas fases do ciclo de vida: a viticultura e a produção de vinho (que abrange a vinificação, a conservação e elaboração dos lotes e o engarrafamento/armazenamento).

Os resultados do Inventário permitem concluir que, em relação aos fluxos de entrada comuns às duas fases, a produção de vinho consumiu cerca de 70% da água e 53% da energia eléctrica, sendo o restante consumido na viticultura. Ressalvando-se que estes valores apresentam na sua quantificação outros fluxos que não directamente ligados às ambas as fases. Em relação às emissões gasosas, às emissões para água e os resíduos comuns às duas fases, realça-se que as partículas e o NH_3 resultam essencialmente da viticultura, em resultado da aplicação de adubos azotados e da combustão do gasóleo agrícola usado nos tractores e máquina de vindimar; o CO_2 , o CH_4 , os COVMN, o CO, o N_2O , os SO_x , os NO_x , o Pb, o Cd, o Ni, o Hg e o Zn são resultantes essencialmente da combustão de GPL (propano) nas caldeiras de produção de vapor da fase de produção de vinho; o benzeno, os PAH, os HC aromáticos, o halon H1301, os HC halogenados, o HF, o HCl, o Mn, os metais e as substâncias radioactivas encontram-se divididos entre as duas fases na mesma proporção da energia eléctrica (47% para a viticultura e 53% para a produção de vinho) e nos resíduos 86% provêm da viticultura, com particular importância para lenha de poda e os restantes 14% resultam da fase da produção de vinho.

Da análise da Avaliação de Impactes conclui-se que as actividades desenvolvidas pela Aveleda contribuem para nove categorias de impacto: *Aquecimento Global, Acidificação, Formação de Oxidantes Fotoquímicos, Eutrofização, Toxicidade Humana, Ecotoxicidade Terrestre, Ecotoxicidade na Água Doce, Depleção da Camada de Ozono e Resíduos*.

A produção de vinho desempenha um papel preponderante em todas as categorias de impacto ambiental. Em geral, as três categorias que mais contribuem para o impacto ambiental global são a *Acidificação*, o *Aquecimento Global* e a *Toxicidade Humana* e as categorias com menores impactes ambientais registados são a *Depleção da Camada do Ozono* e os *Resíduos*.

Em relação ao método de ponderação *Igualmente Importantes* constata-se que as duas principais categorias são a *Acidificação* e o *Aquecimento Global*, com uma contribuição conjunta de cerca de 64% do impacte ambiental global. No método de ponderação *Distance do Target* (Goedkoop, 1995) as duas principais categorias são a *Acidificação* e a *Toxicidade Humana* e a contribuição conjunta destas duas categorias é de cerca 73% do impacte ambiental global. Relativamente ao método *Painel de peritos I* (Kamp, 2005) verifica-se que as duas principais categorias de impacte são o *Aquecimento Global* e a *Acidificação*, com uma contribuição conjunta de cerca de 70% do impacte ambiental global. Em relação ao método de ponderação *Painel de peritos II* (Soares *et al.*, 2006) concluiu-se que as duas principais categorias de impacte são o *Aquecimento Global* e a *Acidificação*, com uma contribuição conjunta de cerca de 78% do impacte ambiental global.

Os principais poluentes emitidos no ciclo de vida do vinho são o CO₂, os SO_x e o Cr libertados na fase de produção de vinho, com origem na combustão do GPL nas caldeiras de produção de vapor utilizado na esterilização das linhas de enchimento e do dessulfatador. O CO₂ e os SO_x contribuem para o impacte global causado pelas actividades da Aveleda com cerca de 57% para o método *Igualmente Importantes*, 63% para o método *Painel de peritos I* e 72% para o método *Painel de peritos II*. Os SO_x e o Cr contribuem com 58% do impacte ambiental global para o método *Distance to target*.

A contribuição dos poluentes CO₂ e SO_x no método *Painel de peritos II* é superior comparativamente com a contribuição face ao método *Igualmente Importantes* e ao método *Painel de peritos I*. Constata-se que para estes dois últimos métodos a contribuição de todos poluentes é mais distribuída, diminuindo o peso do CO₂ e dos SO_x.

Os resultados obtidos são influenciados pelos factores de emissão do CO₂ e dos SO_x utilizados na determinação das emissões destes poluentes. O factor de emissão do CO₂ resultante da combustão do GPL nas caldeiras considerado foi de 63,1 kg/GJ, enquanto na produção de energia eléctrica foi de 16,1 kg/GJ (cerca de quase quatro vezes inferior). Para o caso dos SO_x, o factor de emissão associado à produção de energia eléctrica é de 0,062 kg/GJ e para a queima de GPL é de 0,14 kg/GJ (superior ao dobro). Seria então importante averiguar futuramente a influência destes parâmetros no indicador de impacte ambiental global.

Da análise individual da viticultura, que tem um papel minoritário no impacte ambiental global quando comparado com a produção de vinho, conclui-se que esta contribui principalmente para a categoria *Formação de Oxidantes Fotoquímicos* com um valor entre 85% (método *Distance to target*) e 90% (método *Igualmente Importantes*) para o impacte global nesta fase. A *Acidificação* é a segunda maior contribuinte, apresentando valores que variam entre os 3% (método de ponderação *Igualmente Importantes*) e os 7% (método *Distance to target*). Ainda para a viticultura, os poluentes com maior contribuição são os COV, os resíduos e os NO_x. Os COV são libertados a partir das substâncias utilizadas nas formulações dos produtos fitofarmacêuticos, os resíduos resultam na sua grande maioria da lenha de poda proveniente da pré-poda e poda e, os NO_x resultam da queima do gásóleo agrícola utilizado essencialmente nos tractores e máquina de

vindimar. Os COV e os NO_x contribuem para o impacto global causado pelas actividades da viticultura da Aveleda com cerca de 90% para o método *Distance to Target*, 91 % para o método *Painel de peritos I* e 90% para o método *Painel de peritos II*. Os COV e os resíduos contribuem com cerca de 93% do impacto ambiental global para o método *Igualmente Importantes*.

Relativamente à Análise de Sensibilidade, verificou-se que as variações aos parâmetros considerados, nomeadamente as quantidades de cinco fluxos do inventário não influenciaram o resultado do indicador de impacto global. Ao nível individual de cada categoria destacaram-se as alterações significativas no impacto da categoria *Depleção da Camada do Ozono*, por variação no valor na energia eléctrica consumida em ambas as fases do ciclo de vida.

Um outro aspecto interessante refere-se aos factores de ponderação utilizados para as diversas categorias de impacto que diferem para os três métodos de ponderação. No método *Distance to target* (Goedkoop, 1995), a categoria *Depleção da Camada do Ozono* assume uma importância muito superior às restantes categorias (63,5%), seguida das categorias *Toxicidade Humana*, *Ecotoxicidade Terrestre* e *Ecotoxicidade Aquática na Água Doce* com igual peso de 7,1%. Os métodos de ponderação mais recentes utilizados neste estudo, baseados em Painéis de peritos (Kamp, 2005 e Soares *et al.*, 2006) apresentam pesos mais distribuídos entre categorias, sendo as mais valorizadas as categorias *Aquecimento Global* e *Depleção da Camada do Ozono*. As diferenças verificadas nos métodos de ponderação, apesar de terem na sua base metodologias de construção diferentes, podem reflectir a evolução das preocupações ambientais ao longo do tempo, nomeadamente, no que se refere à importância dada actualmente ao Aquecimento Global. Assim, os resultados finais obtidos para o indicador de impacto global podem variar significativamente com o método de ponderação escolhido.

Neste estudo foram verificadas algumas limitações relacionadas com os dados disponíveis para o Inventário e à metodologia de Avaliação de Impactes utilizada.

Relativamente aos dados do Inventário salienta-se a lacuna de informação detalhada relativa ao consumo de água na fase da viticultura e ao facto de que alguns dados existentes (como por exemplo, o consumo de energia eléctrica na fase da produção de vinho) reflectirem outras actividades desenvolvidas na Aveleda, para além das relacionadas com o vinho.

Em relação à metodologia de Avaliação de Impactes, alguns factores de caracterização não estão disponíveis na metodologia usada. Relativamente ao consumo de recursos destaca-se principalmente a ausência de factores de caracterização para o consumo de água. Salienta-se para a emissão de poluentes para o ar, a lacuna de factores de caracterização para os hidrocarbonetos halogenados, o manganês, os metais e as substâncias radioactivas resultantes da queima de combustíveis fósseis na produção de energia eléctrica. Para a emissão de poluentes para água, a inexistência de factores de caracterização para a CBO e os SST, resultantes do tratamento das águas residuais e ainda para os resíduos produzidos. Além disso, foram realizadas

algumas considerações, indicadas no texto, de forma a considerar um número mais alargado de poluentes na Avaliação de Impactes.

Uma outra limitação reside na dificuldade de comparação dos resultados obtidos com outros estudos bibliográficos pelo facto das análises efectuadas pelos autores reflectirem abordagens distintas no que respeita às fronteiras dos sistemas consideradas.

Por último, considerando essencialmente as actividades da responsabilidade directa da empresa, pretendeu-se assim contribuir para o Sistema de Gestão Ambiental implementado pela Aveleda, através da identificação de novos pontos críticos que possam futuramente ser enquadrados no Programa de Gestão Ambiental ou possam desencadear novos projectos e actividades com vista à melhoria do desempenho ambiental da empresa.

6. PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

No seguimento do estudo da avaliação do ciclo de vida do Vinho Verde branco produzido pela Aveleda, algumas oportunidades e sugestões para a realização de trabalhos futuros são apontadas com vista a complementar os resultados obtidos neste estudo. Salientam-se algumas que se relacionam com limitações do estudo apresentado e outras que visam alargar o âmbito deste estudo a estudos mais abrangentes (actividades consideradas) ou de identificação de melhoria do processo corrente:

- Estender as fronteiras do sistema em estudo (*análise do tipo cradle-to-grave*), considerando as fases do ciclo de vida que não foram incluídas neste trabalho, como o transporte para as cadeias de distribuição, a distribuição a retalho, o consumo, o transporte dos consumidores, as opções de fim de vida das garrafas de vidro, a produção e transporte das matérias-primas, materiais auxiliares, principais máquinas e combustíveis fósseis e energia eléctrica, assim como o transporte, gestão e tratamento dos resíduos produzidos associados à viticultura e produção de vinho;
- Uma outra alternativa seria excluir da análise o sub-sistema associado à produção de energia eléctrica de forma a analisar os fluxos mais directamente relacionados com as fases de viticultura e produção de vinho, ou seja, considerar única e exclusivamente as actividades desenvolvidas pela Aveleda;
- Considerar na avaliação de impactes outros possíveis compartimentos ambientais, para além do ar e água, e de forma a quantificar os potenciais impactes ambientais indirectos;
- Realizar uma análise de sensibilidade mais completa, nomeadamente fazendo variar os parâmetros associados com a libertação dos poluentes que mais contribuem para o impacto global, como o CO₂, os SO_x e o Cr e no caso da análise individual da viticultura, os COV, os NO_x e os resíduos, abrangendo mais fluxos de entrada e saída, nomeadamente todos os que foram retirados da bibliografia consultada e não resultaram directamente da medição e monitorização da Aveleda e incluindo as considerações tomadas nos três métodos de ponderação;
- Estudar a fase da produção de vinho por actividade, isto é, analisando individualmente a vinificação, conservação/elaboração de lotes e o engarrafamento/armazenamento, permitindo identificar qual a actividade mais ambientalmente crítica. Neste trabalho não foi realizado pelo facto de a energia eléctrica ser medida globalmente em toda a fase de produção de vinho;
- Incluir por outro lado os efeitos positivos/compensatórios da sequestração de dióxido de carbono da atmosfera na fase da viticultura, resultantes da absorção deste componente no processo fotossintético das videiras;

- Construir cenários baseados em opções de redução da carga poluente através da implementação de medidas, tecnologias, novos procedimentos ou processos na viticultura e na produção de vinho;
- Considerar e comparar com outros casos de estudo dentro da RDVV ou com outros vinhos provenientes de outras regiões vitivinícolas nacionais com diferentes processos produtivos.

REFERÊNCIAS

- Afonso, J., Monteiro, A., Lopes, C., e Lourenço, J. (2003). *Enrelvamento do solo em vinha na Região dos Vinhos Verdes. Três anos de estudo na casta "Alvarinho"*. Ciência e Técnica Vitícola 18(2): 47-63.
- AJAP. (2006). *A vindima*. Associação de Jovens Agricultores de Portugal. Nº 67. 3ºTrimestre de 2006. pág. 19.
- AJAP. (2007). *O Vinho: um beber de gerações*. Associação de Jovens Agricultores de Portugal. Nº 71. 3ºTrimestre de 2007. 22-23.
- Aranda, A., Scarpellini, S. e Zabalza, I. (2005). *Economic and Environmental Analysis of the Wine Bottle Production in Spain by means of Life Cycle Assessment*. International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology 4(2): 178-191 (retirado de CIRCE - Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos: <http://circe.cps.unizar.es/>. Acedido em 30 de Setembro de 2009).
- Ardente, F., Beccali, G., Cellura, M. e Marvuglia, A. (2006). *POEMS: A Case Study of an Italian Wine-Producing Firm*. Environmental Management 38(3): 350-364.
- Aveleda, S.A. (2009a). *Manual de Gestão Integrado*. 14ª Revisão. Controlo de Gestão e Qualidade. Aveleda, S.A. Penafiel. Portugal.
- Aveleda, S.A. (2009b). *Procedimentos Operativos*. Departamento de Enologia. Aveleda. Penafiel. Portugal.
- BayerCropScience.(2009).http://www.bayercropscience.pt/internet/problemas/problema.asp?i_problema=121. Acedido em 28 de Novembro de 2009.
- Blonk, H. (1997). *Three reference levels for normalisation in LCA*. In: Blonk, H., (Eds.), Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM). The Netherlands.
- Borken. J., Patyk, A. e Reinhardt, G. (1999). *Basisdaten für ökologische Bilanzierungen - Einsatz von Nutzfahrzeugen, in Transport, Landwirtschaft und Bergbau*. Friedr. Vieweg & Sohn Publishers. Braunschweig/Wiesbaden. Germany. (Disponível em LCA Food Database. <http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/traction.html>. Acedido 25 de Novembro de 2009).
- BUWAL 250. (1996). *Ökoinventare für Verpackungen*, Schriftenreihe Umwelt 250. Bern Switzerland.

Cardoso, A. (2007). *O Vinho - Da Uva à Garrafa*. Lisboa. Âncora Editora.

CML - Institute of Environmental Science. (2009). *Characterization factors for Impact Assessment*. Institute of Environmental Science. Leiden University. The Netherlands. (Disponível em <http://cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>; acedido em 21 de Dezembro de 2009).

CE - Comissão Europeia. (2007). *Para um sector vitivinícola europeu sustentável*. Direcção Geral da Agricultura e do Desenvolvimento Rural da Comissão Europeia. Luxemburgo.

CE - Comissão Europeia. (2009). http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/wine/index_pt.htm
Acedido em 29 de Outubro de 2009.

CVRVV - Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes. (2009). <http://www.cvrvv.pt/>.
Acedido em 30 de Setembro de 2009.

EMEP/EEA. (2009a). *4.G - Agriculture other (Use of pesticides and limestone)*. In Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 - Technical Report no 9/2009. European Environment Agency. Copenhaga. Dinamarca.

EMEP/EEA. (2009b). *1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction (Combustion)*. In Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 - Technical Report no 9/2009. European Environment Agency. Copenhaga. Dinamarca.

EMEP/EEA. (2009c). *2.D.2 - Food and Drink*. In Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 - Technical Report no 9/2009. European Environment Agency. Copenhaga. Dinamarca.

EMEP/EEA. (2009d). *1.A.1 - Combustion in Energy & Transformation Industries*. In Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 - Technical Report no 9/2009. European Environment Agency. Copenhaga. Dinamarca.

EPA - Environmental Protection Agency. (1995). *Pesticide Application*. In AP - 42: Food and Agricultural Industries. Cap. 9. 5ª Edição. Volume 1. Technology Transfer Network. Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors. Emissions Factors and Policy Applications Center.

EVV - Estação Vitivinícola da Bairrada. (2008). *Intervenções em verde*. DRAP - Direcção Regional de Agricultura e Pescas. MADRP - Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas (Disponível em http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/geral/files/intervencoes_verde_vinha_08.pdf; acedido em 4 de Novembro de 2009).

FOOTPRINT - The FOOTPRINT Pesticide Properties Database. (2008). Disponível em: <http://www.eu-footprint.org/ppdb.html>. Acedido em 18 de Novembro de 2009.

Garrido, J., Mota, T., Pereira, M. J. e Moura, F. (2004). *Manual Técnico*. CVRVV/EVAG. Porto.

Garrido, J. (2006). *Vantagens e inconvenientes da incorporação da lenha de poda*. Jornadas Técnicas: “Técnicas associadas à operação poda”. CVRVV/EVAG.

Goedkoop, M. (1995). *The Eco-Indicator 95*. The Netherlands.

Gonzalez, A., Klimchuck, A. e Martin, M. (2006). *Life Cycle Assessment of wine production process: finding relevant process efficiency and comparison to eco-wine production*. Environmental Engineering and Sustainable Infrastructure. Life Cycle Assessment Course. Stockholm. KTH - Royal Institute of Technology.

Guinée, J., Gorée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., Koning, A., Oers, L., Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, A., Bruijn, H., Duin, R., e Huijbregts, M. (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to ISO Standards*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.

Heijungs, R., Guinée, J., Huppes, G., Lankreijer, M., Udo de Haes, A., Sleeswijk, A., Eggels, G., Van Duin, R. e Goede, P. (1992). *Environmental life cycle assessment of products. Guide and Backgrounds*. CML. TNO. B&G. Leiden.

IEA - International Energy Agency. (2006). *Electricity/Heat data for Portugal - Electricity/Heat in Portugal in 2006*. (Disponível em http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=PT; acedido em 30 de Dezembro de 2009).

IPCC. (2006a). *Stationary Combustion*. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol.2: Energy. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC. (2006b). *N₂O Emissions from managed soils and CO₂ emissions from lime and urea application*. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol.4: Agriculture, Forestry and other land use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

ISO - International Organization for Standardization. (2008). *ISO 14040:2008 - Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e enquadramento*. International Organization for Standardization.

ISO - International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14044:2006 - Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines*. International Organization for Standardization. Geneve. Switzerland.

IVV - Instituto do Vinho e da Vinha, I. P. (2009a). <http://www.ivv.min-agricultura.pt>. Acedido em 16 de Setembro de 2009.

IVV- Instituto do Vinho e da Vinha, I.P. (2009b). *A produção de vinho em Portugal*. Documento de Análise.

JOCE - Jornal Oficial das Comunidades Europeias. (1990). *Regulamento (CEE) nº 2676/1990 da Comissão, de 17 de Setembro que determina os métodos de análise comunitários aplicáveis ao sector do vinho*. Comissão das Comunidades Europeias. Bruxelas.

JOCE - Jornal Oficial das Comunidades Europeias. (2008). *Regulamento CE nº 479/2008 do Conselho, de 28 de Abril que estabelece a organização comum do mercado vitivinícola*. Conselho da União Europeia. Bruxelas.

Jordão, A. J. (2007). *Gestão do solo na vinha*. Texto elaborado no âmbito do Plano de Acção para a Vitivinicultura da Alta Estremadura. DRAP - Direcção Regional de Agricultura e Pescas. MADRP - Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas.

Kamp, W. (2005). *Environmental impact of organically produced tomatoes in wintertime imported from Spain versus home-grown in glasshouses*. MsC, Wageningen University. The Netherlands.

MADRP - Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. (2001). *Portaria nº28/2001, de 16 de Janeiro*. Diário da República I-Série B. pág. 232-233.

Mota, T. (2006). *A carga à poda como factor de qualidade*. Jornadas Técnicas: “Técnicas associadas à operação poda”. CVRVV/EVAG.

Notarnicola, B., Tassielli, G. e G. Nicolett, M. (2003). *Life cycle assessment (LCA) of wine production*. In: Mattson, B. e U. Sonesson (eds.). *Environmentally Friendly Food Processing*. pág. 306-326. Cambridge. England. Woohhead Publishing Limited.

OIV - Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (2009). *The 2008 world vitiviniculture situation report* (extract - press release). XXXII World Congress of Vine and Wine. Zagreb.

PE Europe GmbH e IKP University of Stuttgart. (2003). *GaBi 4 - Software and Database for Life Cycle Engineering*.

Pereira, M. J. (2006). *O peso da operação poda na conta da cultura*. Jornadas Técnicas: “Técnicas associadas à operação poda”. CVRVV/EVAG.

Petti, L., Raggi, A., Camillis, C., Matteucci, P., Sára, B., e Pagliuca, G.(2006). *Life cycle approach in organic wine-making firm: an Italian case-study*. 5th Australian Conference on Life Cycle Assessment. Australian Life Cycle Assessment Society. Australia.

Peynaud, E. (1981). *Conhecer e trabalhar o vinho*. Biblioteca Agrícola Litexa. Lisboa.

Pizzigallo, A., Granai, C. e Borsa, S. (2008). *The joint use of LCA and emergy evaluation for the analysis of two Italian wine farms*. Journal of Environmental Management 86(2): 396-406.

Point, E. (2008). *Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada*. School for Resource and Environmental Studies. Halifax. Nova Scotia. Dalhousie University. Master of Environmental Studies. Canadá.

Pré Consultants.(2004). *SimaPro 6*. Classroom Edition. Utrecht. The Netherlands

Soares, M. (1998). *Implementação e estudo de vários métodos de determinação do CO₂ dissolvido em vinhos*. Licenciatura em Enologia. Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes.

Soares, S., L. Toffoletto, L. e Deschênes, L. (2006). *Development of weighting factors in the context of LCIA*. Journal of Cleaner Production 14: 649-660.

ViniPortugal - Associação Interprofissional para a Promoção dos Vinhos Portugueses. (2010). <http://www.viniportugal.pt/index.php>. Acedido em Janeiro de 2010.

Wegener, S., Oers, A., Guinée, L., Struijs, J. e Huijbregts, M. (2008). *Normalization in product life cycle assessment: An LCA of the Global and European Economic Systems in the year 2000*. Science of the Total Environment. 390(1): 227-240.

ANEXOS

ANEXO A. CARACTERIZAÇÃO MÉDIA DAS LAMAS DA ETAR

Tabela A 1. Caracterização média das lamas da estação de tratamento de águas residuais da Aveleda (média das 4 análises realizadas em 2008 e 2009).

Parâmetro	VALOR MÉDIO	Unidade
Cádmio	0,3	mg/kg
Cobre	61,6	mg/kg
Níquel	14,0	mg/kg
Chumbo	0,7	mg/kg
Zinco	148,6	mg/kg
Crómio	31,4	mg/kg
Mercúrio	0,0	mg/kg
Matéria seca	76,7	% Mat. Seca
Matéria orgânica	93,3	% Mat.Orgânica
Azoto nítrico	0,1	mg/kg
Azoto total	3,3	mg/kg
Fósforo total	3,3	mg/kg
Azoto Amoniacal	0,6	mg/kg
Potássio	7,4	mg/kg
Cálcio	30,5	mg/kg
Magnésio	65,5	mg/kg
pH	7,1	Esc. Sorensen

ANEXO B. CONTRIBUIÇÃO PARA O IMPACTE GLOBAL DO VINHO VERDE BRANCO PRODUZIDO NA AVELEDA, POR MÉTODO DE PONDERAÇÃO

Tabela B 1. Contribuição para o impacto global do Vinho Verde branco produzido na Aveleda, para cada uma das categorias de impacto ambiental e por método de ponderação.

Categorias de Impacte Ambiental	MÉTODOS DE PONDERAÇÃO			
	<i>Igualmente importantes</i>	<i>Distance to target</i> (Goedkoop, 1995)	<i>Painel de peritos I</i> (Kamp, 2005)	<i>Painel de peritos II</i> (Soares <i>et al.</i> , 2006)
Aquecimento Global	31%	12%	37%	51%
Acidificação	34%	50%	34%	27%
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	17%	10%	13%	11%
Eutrofização	2%	1%	2%	1%
Toxicidade Humana	14%	23%	12%	8%
Ecotoxicidade Terrestre	1%	3%	1%	1%
Ecotoxicidade Aquática na Água Doce	1%	2%	1%	1%
Depleção da Camada do Ozono	0%	0%	0%	0%
Resíduos	0%	0%	0%	0%

O valor absoluto do impacto ambiental potencial global associado ao Vinho Verde branco produzido na Aveleda segundo o método de ponderação *Igualmente Importantes* é de 2,23E-8, para o método *Distance to Target* é de 8,52E-9, para o método *Painel de peritos I* é de 2,35E-8 e para o método *Painel de peritos II* é de 2,63E-8.