



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Engenharia

Análise do Ciclo de Vida de Produtos Lácteos - Caso de Estudo do Queijo da Beira Baixa

Óscar Soares Nunes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Pedro Dinis Gaspar

Covilhã, Fevereiro de 2018

Agradecimentos

Dou início aos meus agradecimentos àqueles que contribuíram de forma incontestável para a concretização desta dissertação.

Ao Professor Doutor Pedro Dinis Gaspar, pela sugestão do trabalho, orientação, amizade e disponibilidade, mas também críticas e conselhos.

Ao Professor Doutor José Nunes pela orientação, amizade e imensa disponibilidade.

À Doutora Paula Sofia Gil Neto Quinteiro e à Professora Doutora Ana Cláudia Relvas Dias pela amabilidade de me acolherem na Universidade de Aveiro, sem as quais seria impossível finalizar esta dissertação.

Ao Professor Doutor Luís Pinto Andrade pelas orientações fornecidas.

Ao Senhor Marco Pereira e ao Senhor Artur Lopes pela hospitalidade e amizade concedida para que a realização desta dissertação fosse exequível.

À Engenheira Natália Roque e ao Senhor Eduardo Bueno pela ajuda.

Aos meus amigos, sobretudo por toda a amizade e pelo apoio e incentivo prestado.

Um agradecimento muito especial à minha família, sobretudo aos meus pais, que estiveram sempre presentes e pelo apoio incondicional que sempre me deram.

À Ana pelo companheirismo, paciência e carinho em todos os momentos.

A todos os que de alguma forma contribuíram, mas que não foram expressamente mencionados.

A todos, o meu muito obrigado!

Resumo

Na atualidade, observa-se uma crescente valorização dos mercados na atribuição de um rótulo ecológico aos produtos. Tendo em conta que todos possuem um impacto ambiental associado à sua produção, torna-se fundamental analisar todos os processos de produção para uma melhor perceção dos impactos de cada um.

No presente estudo são analisados os impactos ambientais de um produto regional, o Queijo da Beira Baixa, sendo esta a maior região nacional de efetivo leiteiro ovino. Para tal, é desenvolvida uma Análise do Ciclo de Vida (ACV) e correspondente tratamento dos dados na ferramenta computacional GaBi, permitindo analisar os impactos ambientais das alterações climáticas, acidificação terrestre e eutrofização das águas de todos os processos produtivos, não somente da queijaria, mas também de uma exploração leiteira típica da região onde se inclui a análise à fábrica fornecedora da ração animal. Neste sentido, analisam-se as entradas e saídas de cada sistema segundo uma fronteira de berço-à-portão, com o intuito de obter os impactos ambientais deste queijo tradicional regional. Na tentativa de tornar este produto mais ecológico, constituíram-se cenários alternativos recorrendo à utilização de energias renováveis na queijaria.

Tal como era expectável de outros estudos semelhantes, os resultados revelam que é na produção de leite da exploração leiteira onde ocorrem os maiores impactos das quatro categorias seleccionadas, sobretudo devido ao cultivo da alimentação por forragens e também necessária na produção da ração animal, onde estão contidos os processos de fertilização e de preparação dos terrenos. Também a fermentação entérica dos animais, bem como a gestão dos estrumes apresentaram contribuições relevantes.

Esta análise detalhada permite concluir que no panorama global, o impacto da queijaria é praticamente insignificante. As soluções apresentadas nos cenários alternativos apresentam melhorias reduzidas. Ainda assim, este resultado pode ser colocado a favor da queijaria, redirecionando o marketing e a publicidade para uma vertente ambiental cuidada e pouco impactante dos processos produtivos da queijaria, e consequentemente dos produtos nela produzidos.

Palavras-chave

Queijo, Leite, ACV, Beira Baixa, GaBi, Ambiente, Emissões

Abstract

Nowadays, there is a growing promotion to label products ecologically in our markets. Knowing that every product will have an environmental impact associated with their production, it is of utmost importance to analyze all production processes for a better understanding of each process impact.

The present study analyzes the environmental impacts of a regional product, the *Beira Baixa* cheese, coming from the largest portuguese sheep milk region. So, a Life Cycle Assessment (LCA) study was carried out, where the data was processed with the GaBi software, allowing an analysis of the environmental impacts contributing to climate change, terrestrial acidification and water eutrophication of all productive processes. Not only a cheesemaking industry was analyzed, but also the processes of a typical regional dairy farm including also the data of the supplying animal feed factory. In this sense, inputs and outputs of each system were analyzed within a cradle-to-gate boundary, in order to obtain the environmental impacts of this regional traditional cheese. In an attempt to make this product eco-friendlier, alternative scenarios were created using renewable energy sources within the dairy industry.

As expected from similar studies, the results have shown that the greatest impacts occur within the milk production process for all four selected impact categories. This happens mainly due to the fodder cultivation process, also necessary for the production of animal feed, which contain processes of fertilization and land preparation. The enteric fermentation and manure management processes have also shown relevant contributions.

With this detailed assessment it is shown that the cheesemaking industry has practically insignificant impacts. The alternative scenarios show small improvements. Nonetheless, the cheesemaking industry can promote their business with these results, by advertising and marketing their product as environmentally friendly with production processes causing reduced impacts and therefore also their products.

Keywords

Cheese, Milk, LCA, Beira Baixa, GaBi, Environment, Emissions

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	v
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Nomenclatura	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. O Problema em Estudo e a sua Relevância.....	2
1.3. Objetivos e Contribuição da Dissertação	2
1.4. Visão Geral e Organização da Dissertação	2
2. Caracterização da Produção de Queijo Ovino	5
2.1. Introdução	5
2.2. Enquadramento Mundial	5
2.3. Enquadramento Nacional	6
2.4. Enquadramento na Zona da Beira Baixa	7
2.4.1. Alimentação animal	10
3. Estado da Arte	11
3.1. Introdução	11
3.2. Análise do Ciclo de Vida.....	12
3.2.1. Conceito e Definição	12
3.2.2. Benefícios e Limitações da ACV	13
3.2.3. Fases de Avaliação do Ciclo de Vida	14
3.2.3.1. Definição do Objetivo e do Âmbito	14
3.2.3.2. Inventário de Ciclo de Vida	16
3.2.3.3. Avaliação de Impacto (AICV).....	16
3.2.3.4. Interpretação.....	18
3.3. ACV Aplicada a Produtos Lácteos em Portugal	18

3.4.	Desempenho Ambiental	20
3.4.1.	Desempenho Ambiental nas Explorações Leiteiras	20
3.4.1.1.	Consumo de Energia.....	21
3.4.1.2.	Águas Residuais e Resíduos	21
3.4.1.3.	Emissões Atmosféricas	22
3.4.2.	Desempenho Ambiental nas Indústrias de Lacticínios	23
3.4.2.1.	Consumo de Água.....	23
3.4.2.2.	Consumo de Energia.....	23
3.4.2.3.	Produtos Químicos.....	24
3.4.2.4.	Águas Residuais	24
3.4.2.5.	Embalagens	25
3.5.	Revisão Bibliográfica	25
4.	Materiais e Métodos	29
4.1.	Introdução.....	29
4.2.	Caraterização da Produtora de Queijo	29
4.3.	Processo Produtivo de Queijos da Beira Baixa	30
4.3.1.	Receção e Pré-tratamento da Matéria Prima	31
4.3.2.	Coagulação/Dessoramento/Prensagem	32
4.3.3.	Salga/Cura	33
4.3.4.	Embalamento/Conservação/Expedição	34
4.4.	Definição da metodologia	35
4.4.1.	Definição do Objetivo e Âmbito	35
4.4.1.1.	Objetivo.....	35
4.4.1.2.	Unidade Funcional.....	36
4.4.2.	Fronteiras/Limites e Descrição dos Sistemas	36
4.4.2.1.	Caso Exploração Leiteira	37
4.4.2.2.	Caso Fábrica do Queijo	40
4.4.2.3.	Eletricidade, Gás e Água	42
4.4.2.4.	Leite e Queijo	45
4.4.3.	Alocação.....	46
4.4.4.	Metodologia abordada	46
4.4.5.	Análise de Inventário de Ciclo de Vida	47
4.4.5.1.	Análise de Inventário da Produção da Alimentação Concentrada	49
4.4.5.2.	Análise de Inventário da Produção das Forragens.....	50
4.4.5.3.	Análise de Inventário da Produção de Leite.....	52

4.4.5.4.	Análise de Inventário da Produção do Queijo	54
4.4.5.5.	Análise de Inventário dos Transportes	55
4.4.5.6.	Saídas para o Ambiente.....	56
4.4.5.7.	Emissões de Combustão das Caldeiras	57
4.4.5.8.	Emissões de Fermentação Entérica	58
4.4.5.9.	Emissões de Gestão dos Dejetos	59
4.4.6.	Casos de Estudo - Cenários	60
4.4.6.1.	Cenário 1 - Introdução de Sistema Solar Térmico	60
4.4.6.2.	Cenário 2 - Introdução de Painel Solar Fotovoltaico na Queijaria ...	61
4.4.7.	Ferramenta Computacional de ACV: GaBi	63
4.4.7.1.	Simulação dos Inventários.....	64
5.	Análise e Discussão de Resultados	69
5.1.	Introdução	69
5.1.1.	Análise dos Impactos Ambientais Globais	69
5.1.1.1.	Análise às Alterações Climáticas	70
5.1.1.2.	Análise à Acidificação Terrestre	72
5.1.1.3.	Análise à Eutrofização da Água Doce	73
5.1.1.4.	Análise à Eutrofização da Água Marinha	74
5.1.2.	Análise Isolada às Emissões da Queijaria.....	75
5.1.2.1.	Análise às Alterações Climáticas	76
5.1.2.2.	Análise à Acidificação Terrestre	77
5.1.2.3.	Análise à Eutrofização das Águas.....	77
5.1.3.	Análise à Diferença de Emissões dos Cenários Alternativos na Queijaria	78
5.1.3.1.	Cenário 1 - Introdução de Sistema Solar Térmico	78
5.1.3.2.	Cenário 2 - Introdução de Painel Solar Fotovoltaico	79
5.1.4.	Comparação de Resultados Obtidos com Estudos Semelhantes	81
5.1.4.1.	Alterações Climáticas	81
5.1.4.2.	Acidificação Terrestre	83
5.1.4.3.	Eutrofização da Água Doce.....	85
5.1.4.4.	Eutrofização da Água Marinha	87
6.	Conclusões	89
6.1.	Conclusões gerais	89
6.2.	Conclusões específicas	90
6.3.	Sugestões de trabalhos futuros	91
	Referências Bibliográficas	93

Lista de Figuras

Figura 1 - Distribuição Regional do Efetivo Ovino em Portugal.	7
Figura 2 - Área geográfica de produção dos queijos da Beira Baixa DOP (www.tradicional.dgadr.pt).	8
Figura 3 - Fases de desenvolvimento de uma avaliação de ciclo de vida segundo as normas ISO 14040:2006 (ISO 2006).	13
Figura 4 - Síntese das fases da ACV (Nigri 2012).	16
Figura 5 - Processo Produtivo Queijos da Beira Baixa (Valente et al., 2016).	30
Figura 6 - Receção do leite na queijaria em carrinha com vasilhas (Sabores da Soalheira, 2017).	31
Figura 7 - Queijos moldados após dessoramento e prensagem (Sabores da Soalheira, 2017).	32
Figura 8 - Salga tradicional (Sabores da Soalheira, 2017).	33
Figura 9 - Queijo em fase de cura (Sabores da Soalheira, 2017).	34
Figura 10 - Fronteiras ACV cradle-to-gate.	35
Figura 11 - Fronteira dos sistemas em análise (adaptado de ECODEEP, 2014).	36
Figura 12 - Fronteira do sistema da queijaria com a representação dos fluxos.	41
Figura 13 - Consumo de energia elétrica [kWh·mês ⁻¹].	43
Figura 14 - Consumo de gás propano [kg·mês ⁻¹].	44
Figura 15 - Consumo de Água [L·mês ⁻¹].	44
Figura 16 - Leite Admitido [L·mês ⁻¹].	45
Figura 17 - Simplificação de entradas e saídas contabilizadas nos inventários dos vários sistemas do presente estudo	48
Figura 18 - Produção elétrica dos painéis fotovoltaicos [kWh] (PVGIS, 2017).	62
Figura 19 - Simulação do ciclo de vida global no <i>software</i> GaBi: Plano de produção de leite referente a toda atividade animal, agrícola e da produção das rações para os animais.	67
Figura 20 - Simulação do ciclo de vida apenas da queijaria no <i>software</i> GaBi: Plano da produção do queijo referente aos dados da fábrica produtora de queijo. .	68

Figura 21 - Contribuição relativa dos processos envolvidos para a produção do queijo.	70
Figura 22 - Processos de inventário com maiores emissões de kg CO ₂ eq.	72
Figura 23 - Processos de inventário com maiores emissões de kg SO ₂ eq.	73
Figura 24 - Processos de inventário com maiores emissões de kg P eq.	74
Figura 25 - Processos de inventário com maiores emissões de kg N eq.	75
Figura 26 - Processos de inventário exclusivamente da queijaria com maiores emissões de kg CO ₂ eq.	76
Figura 27 - Processos de inventário exclusivamente da queijaria com maiores emissões de kg SO ₂ eq.	77
Figura 28 - Diferença de emissões dos processos relativamante à queijaria no cenário 1 em kg CO ₂ eq.	79
Figura 29 - Diferença de emissões dos processos relativamante à queijaria no cenário 2 em kg CO ₂ eq.	80
Figura 30 - Diferença de emissões dos processos relativamante à queijaria no cenário 2 em kg SO ₂ eq.	80
Figura 31 - Comparação de resultados de alterações climáticas.	83
Figura 32 - Comparação de resultados da acidificação terrestre.	85
Figura 33 - Comparação de resultados de eutrofização da água doce.	86
Figura 34 - Comparação de resultados da eutrofização marinha.	88

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Ranking mundial de países produtores de queijo ovino (FAO, 2017).....	6
Tabela 2 - Composição dos diferentes tipos de queijo da Beira Baixa (DGADR, 2017) ...	9
Tabela 3 - Quantidade média de estrumes não-diluídos produzidos anualmente e conversão em CN (Anexo V da Portaria 259/2012 de 28 de Agosto, Ministério da Agricultura e do Mar).	22
Tabela 4 - Consumo de energia em indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).	23
Tabela 5 - Consumo de agentes de limpeza utilizados nas indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).	24
Tabela 6 - Volume de águas residuais não tratadas provenientes de indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).	24
Tabela 7 - Produção de resíduos em função do leite processado (adaptado de Castanheira, 2008).	25
Tabela 8 - Principais parâmetros característicos da exploração leiteira tipo, analisada no estudo (adaptado de ECODEEP, 2014).....	39
Tabela 9 - Inventário da produção da mistura alimentar (S1) expresso pela UF de 1,39 kg de concentrado.....	49
Tabela 10 - Inventário da Produção de Forragens (S2), expresso pela UF de 1 ha de cultivo.	51
Tabela 11 - Consumo de gásóleo da maquinaria agrícola para a produção das diferentes culturas por hectare	52
Tabela 12 - Inventário referente à produção de leite (S3), expresso pela UF de 1kg de leite ovino cru.	53
Tabela 13 - Inventário referente à fabrica de queijo, expresso pela UF de 1 kg de queijo ovino curado.....	55
Tabela 14 - Transportes referentes à exploração leiteira e fábrica de queijo.	56
Tabela 15 - Reajustes de emissões para o ambiente no inventário referente à fabrica de queijo, expresso pela UF de 1 kg de queijo ovino curado.	61

Tabela 16 - Resultados da ACV referente à produção do queijo (adaptado de ECODEEP (2014)) 69

Nomenclatura

Geral:

c_p	Calor Específico, [$J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ K^{-1}$];
FE	Fator de Emissão;
m	Massa, [kg];
PCI	Poder Calorífico Inferior, [$MJ \cdot kg^{-1}$]
Q	Carga Térmica, [MJ];
T	Temperatura, [$^\circ C$];
UF	Unidade Funcional;
η	Rendimento [%];

Acrónimos:

AC	Alterações Climáticas;
ACV	Análise do Ciclo de Vida;
AICV	Análise do Inventário do Ciclo de Vida;
AT	Acidificação Terrestre;
CN	Cabeça Normal;
DOP	Denominação de Origem Protegida;
EAD	Eutrofização da Água Doce;
EM	Eutrofização Marinha;
ENEAPAI	Estratégia Nacional para os Efluentes Agropecuários e Agroindustriais;
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> ;
GEE	Gases Efeito de Estufa;
GPP	Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral;
ICV	Inventário do Ciclo de Vida;
IP	<i>Intensive Production</i> ;
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> ;
MS	Matéria Seca;
NM VOC	<i>Non-methane Volatile Organic Compound</i> ;

PAC	Política Agrícola Comum;
PVGIS	<i>Photovoltaic Geographical Information System;</i>
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry;
UBI	Universidade da Beira Interior;
UHT	<i>Ultra-High Temperature.</i>

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Atualmente, as principais preocupações das indústrias incidem nos setores energético, de qualidade, ambiental e do custo. O custo é visado como fator determinante para o sucesso a nível empresarial e de forma a obter este sucesso, torna-se fulcral encontrar soluções que otimizem os custos globais em todos os setores. Entre estes, a energia é dos mais dispendiosos na indústria, assistindo-se ao longo dos anos a um maior consumo da mesma (Claudino *et al.*, 2012).

Tendo também em conta a crescente preocupação ambiental a nível mundial, emergem soluções alternativas como as energias renováveis, vistas como uma solução viável futura. A Comissão Europeia tem repensado as estratégias políticas procurando soluções entre a atividade económica e ambiental de modo a subir a fasquia competitiva a longo prazo e como tal, há também uma tendência para rotular e certificar a elaboração de produtos sob o ponto de vista ambiental.

É observável que os mercados internacionais são regidos por questões energéticas e ambientais e sabendo que todos os produtos terão um impacto ambiental, torna-se fulcral analisar todos os processos produtivos. Assim, surge a necessidade de recorrer a estudos e análises energéticas e ambientais como por exemplo a Análise do Ciclo de Vida (ACV), que pode ser considerada como uma ferramenta que permite ter acesso aos diversos impactos ambientais de forma comparativa e também dos custos económicos de uma produção (Thomassen *et al.*, 2005).

Para o presente caso de estudo, a análise recairá no setor industrial da produção de queijo ovino, setor esse que a nível mundial é abastecido em cerca de 50% pela Europa, onde Portugal se destaca como o 14º País com maior produção (FAO, 2017). Aqui, verifica-se que é a Beira Interior a área geográfica com maior efetivo leiteiro ovino (GPP, 2009), pelo que este estudo irá analisar não só o ciclo de vida do produto regional

Queijo da Beira Baixa, como também encontrar pontos de melhoria tanto a nível de eficiência energética como ambiental.

1.2. O Problema em Estudo e a sua Relevância

Com a crescente procura de energia devido ao aumento do consumo e a constante preocupação com a escassez de energias não renováveis, tem-se debatido sobre o uso inteligente desses recursos para a geração de energia.

Toda a produção pode ser convertida em formas de unidade de energia, que quando utilizadas eficientemente resultam num aumento de produtividade, de rentabilidade, de diminuição de custos e conseqüentemente num aumento da competitividade.

Assim, e do mesmo modo que a produção de queijo na zona da Beira Baixa tem um papel importante na economia desta região, é revelada a importância de ser realizada uma avaliação do ciclo de vida do produto, neste caso, do queijo ovino de Castelo Branco.

1.3. Objetivos e Contribuição da Dissertação

O objetivo da presente dissertação consiste na aplicação da metodologia ACV associada ao processo de produção do queijo de Castelo Branco, no sentido de avaliar o seu desempenho energético, aferindo a energia despendida durante toda a produção, bem como as emissões resultantes do consumo de combustíveis fósseis desde a fase de exploração até ao transporte do produto final.

1.4. Visão Geral e Organização da Dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos, incluindo o presente denominado introdução.

O capítulo 2 apresenta o enquadramento mundial e nacional da produção de queijo ovino, apresentando mais detalhadamente a produção na região da Beira Baixa onde se localiza a indústria em estudo neste trabalho.

No capítulo 3, Estado de Arte, são apresentados estudos relacionados com a temática da presente dissertação, nomeadamente da produção de laticínios, dando ênfase à produção do queijo e focando as características da metodologia ACV no que diz respeito às análises ambiental e energética.

O capítulo 4 apresenta os Materiais e Métodos usados na presente dissertação. Primeiramente, é apresentada a empresa produtora de queijo onde foi elaborado o caso de estudo, bem como o processo produtivo do queijo da Beira Baixa. Seguidamente, são analisadas as questões metodológicas mais relevantes para a ACV, nomeadamente a escolha da unidade funcional, a seleção das fronteiras e limites do sistema, a definição do inventário do ciclo de vida, os cálculos dos dados para a obtenção do inventário e a metodologia usada para a obtenção dos mesmos. Por fim, são analisados diferentes cenários relacionados com as fontes de energia utilizadas, com o propósito de comparar resultados e sugerir possíveis melhorias a efetuar.

No capítulo 5 é efetuada a análise e discussão dos resultados obtidos através do estudo de caso realizado na produtora queijeira. Aqui, são apresentadas as análises energética e de emissões utilizando o *software* de ACV, GaBi.

O último capítulo, capítulo 6, apresenta as conclusões gerais e específicas face aos objetivos atingidos e apresenta sugestões para investigações futuras, de modo a complementar a este trabalho.

2. Caraterização da Produção de Queijo Ovino

2.1. Introdução

Há cerca de onze mil anos atrás, ainda antes do começo da agricultura, a espécie ovina foi das primeiras a ser domesticadas, ainda que em rebanhos nómadas deslocando-se entre pastagens e sem refúgios (Almeida, 2007). Devido à sua aptidão leiteira bem como à fácil adaptabilidade a pastagens e terrenos menos ricos, são animais que atualmente continuam a desempenhar um papel fundamental no aproveitamento de zonas desfavorecidas de todo o mundo seja a nível da sustentabilidade seja a nível económico (Cardoso, 2015).

A ovinocultura quando baseada em pastoreio, resulta em produtos de elevada qualidade, como por exemplo o fabrico de queijo, que utilizando o leite de ovelha como matéria-prima, um leite mais rico em proteína, resulta não só num maior rendimento em queijo como numa maior influência nas características físicas e sensitivas do mesmo, o que leva a serem produtos qualificados pela União Europeia com nomes protegidos como aposta de desenvolvimento dos meios rurais (Barros, 2012).

2.2. Enquadramento Mundial

A nível mundial, pode observar-se uma tendência decrescente no efetivo ovino, devido à quebra na procura por lã. No entanto, devido à sua aptidão leiteira, e ao contrário desta tendência, observa-se um aumento da espécie ovina na Europa, tradicionalmente explorada no Mediterrâneo e Médio Oriente e maioritariamente para a produção de queijo em pequenas queijarias locais ou unidades industriais regionais (Haenlein, 2001; Barreira, 2008).

No entanto, a indústria de lacticínios de pequenos ruminantes encontra-se dependente do poder de compra do consumidor (Barreira, 2008).

No ano de 2014, a produção mundial de queijo ovino localizava-se nos 680,3 milhões de toneladas. A Europa é a região que mais queijo de ovelha produz, cerca de 50% da produção mundial total, seguida da Ásia com 40,2% e da África com 8,4%. Já a América detém um total de 1,2% do total de produção de queijo ovino mundial. A Grécia é considerada o principal produtor mundial com cerca de 125 mil toneladas, que equivale a 18,4% do total produzido nesse ano. É de destacar também a China com cerca de 16% de produção de queijo ovino, seguida da Espanha com 9,6%. Portugal ocupa o 14º lugar como produtor mundial, apresentando uma produção total de cerca de 11,4 mil toneladas (ver Tabela 1) (FAO, 2017).

Tabela 1 - Ranking mundial de países produtores de queijo ovino (FAO, 2017).

Ranking	País	Produção (t)	%
1º	Grécia	125 000	18,4
2º	China	108 000	16,0
3º	Espanha	65 544	9,6
...
14º	Portugal	11 434	1,7

2.3. Enquadramento Nacional

O fabrico de queijo ovino em Portugal é uma atividade antiga e com alguma tradicionalidade no que respeita ao tipo de fabrico utilizado e características específicas do produto final - textura e sabor. Ao longo do tempo, a tradição foi mantida o que conferiu, no plano comercial, uma reconhecida qualidade dos produtos queijeiros, sendo que muitos destes beneficiam da proteção de legislação Europeia, Denominação de Origem Protegida (DOP).

Em Portugal, pode observar-se uma tendência decrescente no efetivo ovino. No entanto verifica-se um crescimento desde o ano de 2014, onde o efetivo ovino era de 2 033 000 animais. Já no ano de 2016, o efetivo era composto por 2 068 000 animais sendo que a principal região produtora é o Alentejo, com cerca de 56% do efetivo, seguindo-se a região da Beira Interior com 16,58%, Trás-os-Montes com 10,83% e Ribatejo e Oeste com 6,48% do efetivo (INE, 2016), conforme exposto na Figura 1.

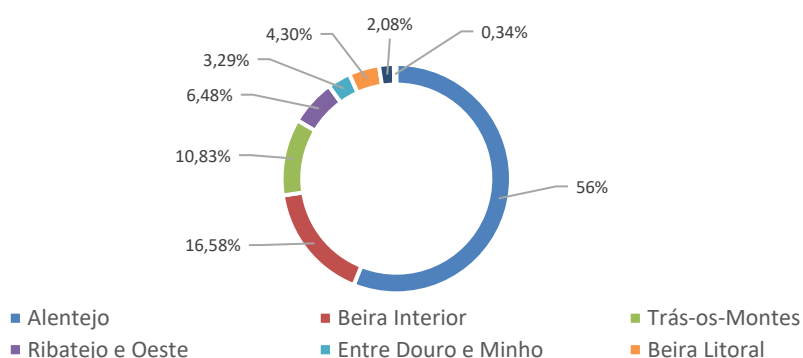


Figura 1 - Distribuição Regional do Efetivo Ovino em Portugal.

No entanto, é necessário referir que na Beira Interior cerca de 74% do efetivo é leiteiro, e que em contrapartida o efetivo leiteiro do Alentejo é aproximadamente 7%, o que torna a Beira Interior a região com o maior efetivo leiteiro do País (GPP, 2009).

A produção de leite ovino corresponde a 1,29% do total de leite recolhido nesse mesmo ano e apesar de ter como única finalidade o fabrico de queijo até há alguns anos atrás devido ao seu elevado teor de proteína e gordura, existe atualmente uma exploração no que diz respeito a outros derivados, como por exemplo iogurtes (ANCOSE, 2016).

Por conseguinte do decréscimo do efetivo ovino, observa-se igualmente na produção queijeira uma tendência decrescente, apesar do aumento relevante que se verificou no ano de 2010 devido à certificação da qualificação e valorização do queijo como produto nacional (Ramos, 2013).

No ano de 2015, a produção total de queijo em Portugal foi de 77 167 toneladas, das quais 11 502 toneladas correspondem ao total de queijo ovino produzido (INE, 2016).

2.4. Enquadramento na Zona da Beira Baixa

A Beira Baixa (distrito de Castelo Branco) forma juntamente com a Beira Alta (distrito da Guarda) a Beira Interior, pelo que a aquisição de informação relativa à Beira Baixa, tende a não ser imediata, até porque é a Beira Interior que ocupa o

segundo lugar nacional de efetivo ovino com 16,58% do total, e é a região com maior efetivo leiteiro ovino nacional, como referido anteriormente (Barreira, 2008; GPP, 2009).

A região da Beira Baixa, sendo maioritariamente de exploração leiteira, a espécie ovina é a mais representativa, nomeadamente para a produção de queijos de elevada qualidade, estendendo-se pelas freguesias representadas na Figura 2, como o queijo Castelo Branco, Picante e Amarelo, todos eles produtos DOP (Cardoso, 2015).

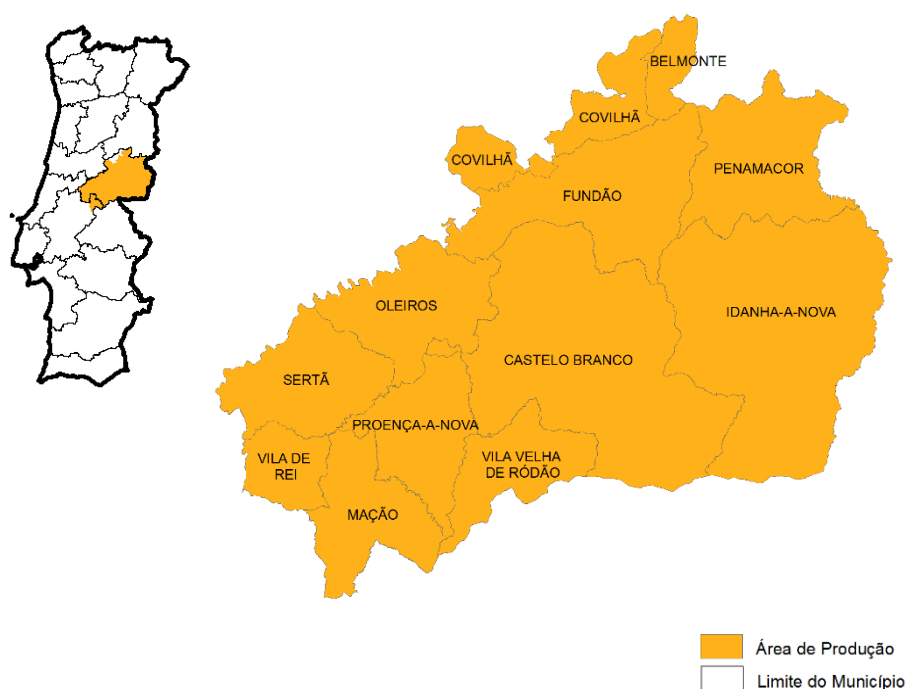


Figura 2 - Área geográfica de produção dos queijos da Beira Baixa DOP
(www.tradicional.dgadr.pt).

Para fabricar os queijos da Beira Baixa só pode ser usado leite de ovinos ou caprinos com proveniência de explorações agropecuárias localizadas na área geográfica da Figura 2. Os queijos caracterizam-se principalmente pela simples adição de coalho de origem animal ou vegetal, nomeadamente o cardo (*Cynara cardunculus L.*) e sal, sem qualquer tipo de inclusão de outras culturas lácteas. São feitos sobretudo à

base de leite cru, e dispensam qualquer tratamento térmico durante o seu processo (Barreira, 2008).

As caraterísticas únicas destes queijos devem-se particularmente ao facto de os rebanhos de ovelhas serem mantidos ao ar livre durante todo o ano tendo assim acesso a variadas pastagens (DGADR, 2017).

Quanto à alimentação dos animais presentes na região, esta é como já referido anteriormente, sobretudo à base de pastagens naturais com alguma suplementação adicional de fenos e alimentos concentrados em alturas mais limitadas de produção forrageira ou quando há maiores necessidades (Cardoso, 2015).

A composição de cada produto distinto da Beira Baixa pode ser verificada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição dos diferentes tipos de queijo da Beira Baixa (DGADR, 2017)

<i>Queijos da Beira Baixa DOP</i>	<i>Leite de Ovelha</i>	<i>Leite de Cabra</i>
Tipo Castelo Branco	100%	0%
Tipo Amarelo	50% - 100%	0% - 50%
Tipo Picante	0% - 100%	0% - 100%

Antigamente, as raças utilizadas eram maioritariamente autóctones, como é o caso do Merino da Beira Baixa, que é explorado na produção de leite, lã e carne, no entanto a tendência tem vindo a decrescer. Segundo o Livro Genealógico da raça Merino da Beira Baixa de 2015, existiam 7397 animais, sendo atualmente considerada uma raça em risco de extinção (Cardoso, 2015).

Contudo, a crescente procura na produção de leite para fabrico dos produtos DOP levou à introdução de raças ovinas exóticas especializadas na produção leiteira pois, e ao contrário do que acontece com determinados queijos, não é exigido que o leite provenha do Merino da Beira Baixa. Apesar de ser uma raça bem-adaptada às condições da Beira Baixa e apesar da sua boa adaptação ao pastoreio nos terrenos pobres da região, encontra-se atualmente a perder importância devido à intensificação e alterações dos sistemas de produção de ovinos que foi inevitável, uma vez que a integração de Portugal na União Europeia elevou os níveis de competição (Cardoso, 2015).

Esta intensificação de produção veio trazer algumas vantagens ao nível do processo agroindustrial de produção de queijo, pois possibilita a oferta de queijo durante o ano inteiro, contudo o produto perdeu com isto, algumas das suas características tradicionais originais (Cardoso, 2015).

2.4.1. Alimentação animal

Segundo DGADR (2017), a alimentação dos ovinos nestas zonas é baseada num sistema tradicional no qual os animais passam grande parte do tempo num regime de pastoreio ao ar livre, regressando somente ao estábulo para efetuar a ordenha ou para a recolha noturna.

A base da alimentação assenta na produção forrageira natural de espécies adaptadas ao ambiente climático característico da região e que são complementadas com forragens conservadas com uma matéria seca acima dos 85% tais como fenos e palhas regionais, especialmente em épocas de pluviosidade irregular e carência de pastagens naturais, que obriga os produtores de ovinos e caprinos leiteiros a recorrer à suplementação destas forragens.

De forma a assegurar a sustentabilidade de recursos, verificaram-se alterações também na produção de pastagens naturais, ao nível de ações de melhoria, tais como adubações, correções e introdução de espécies como objetivo de fertilizar os solos, trazendo assim maior qualidade às pastagens.

Nestas zonas é comum verificarem-se cultivos em regime sequeiro de aveia consociada com ervilhaca, bem como centeio e tremocilha em regime de regadio durante o Outono e Inverno. Durante a primavera, é habitual o cultivo de milho e sorgo forrageiro bem como outras espécies forrageiras aptas ao corte e pastoreio.

Relativamente à suplementação com alimentos compostos concentrados, os mesmos resumem-se a uma pequena parcela da alimentação diária total, de forma a manter as características do leite produzido, sendo usado principalmente para atrair o gado na altura da ordenha diária ou durante o desenvolvimento dos animais colmatando as maiores necessidades nutritivas (DGADR, 2017).

3. Estado da Arte

Neste capítulo é feito um enquadramento relativamente a outros estudos relacionados com a produção de laticínios e principalmente do queijo, com principal foco nas características intrínsecas à metodologia ACV, nomeadamente às análises ambientais e energéticas mais pertinentes para a presente investigação.

3.1. Introdução

Com a crescente preocupação da escassez dos recursos energéticos e tendo como objetivo quantificar e mapear os consumos dos recursos naturais, começou a surgir no início da década de 1960, a ACV. Vários estudos foram realizados devido maioritariamente ao crescimento populacional e ao conseqüente aumento do consumo, na procura de fontes de energia alternativas para as quais se estimaram emissões ambientais e custos de implementação. Na sua grande maioria, eram as grandes empresas que realizavam estes estudos, como por exemplo a Coca Cola. No entanto, o interesse geral foi reduzindo devido à falta de informação revelada devido à confidencialidade (Nigri, 2012).

Quando nos anos 90 os resíduos sólidos se tornaram um problema mundial, recorreu-se novamente à ACV para avaliar os impactos ambientais, levando as empresas de embalagens para fins alimentares a monitorizar os consumos de matérias-primas e também a conseqüente geração de resíduos. Posteriormente, a Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry* - SETAC) padronizou a ACV que surgiu através da ISO 14000, com o intuito de padronizar os processos produtivos que utilizassem matérias-primas não-renováveis ou que causassem algum dano ambiental, tendo contribuído exponencialmente para mais publicações e estudos com esta ferramenta. Em 2006, foi publicada a segunda edição das normas ACV, nomeadamente da ISO 14040 e a ISO 14044, onde as principais alterações recaíram na remoção de erros e de algumas inconsistências, tendo permanecido praticamente intactas (Nigri, 2012).

O conceito do ciclo de vida baseia-se, portanto, no facto de que todos os produtos e processos possuem ciclos de vida. Tudo se inicia com a extração das matérias-primas, que posteriormente são modificadas, transportadas, utilizadas e por fim descartadas. Logo, haverá sempre uma interação direta entre os produtos, processos e o meio ambiente, que acabará por ser prejudicial para o mesmo (Nigri, 2012).

Assim, e quando estabelecida uma relação entre os impactos e as atividades empresariais, a ACV torna-se numa ferramenta valiosa, pois existe a necessidade de decidir pela atividade que resultará num menor impacto ambiental e energético. Também Jeswani *et al.*, (2010) considera que a ACV é uma das ferramentas mais usadas em setores agroalimentares para a análise dos seus impactos, devido à sua eficácia.

3.2. Análise do Ciclo de Vida

3.2.1. Conceito e Definição

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia aceite globalmente pela *International Organisation for Standardisation (ISO)*, mais concretamente pela ISO 14040:2006¹ e pela ISO 14044:2006². Sendo reconhecida como uma das metodologias com maior importância para a avaliação dos impactos ambientais de produtos e processos, recorrendo à avaliação do consumo de recursos e das emissões, é também crucial como ferramenta de apoio na gestão ambiental (Castanheira, 2008). A Figura 3 apresenta de forma sucinta as fases de desenvolvimento de uma avaliação de ciclo de vida segundo as normas ISO 14040:2006 (ISO 2006).

A análise dos impactos é feita recorrendo à avaliação de todas as fases ao longo do seu ciclo de vida, isto é, as suas entradas (*Inputs*) e saídas (*Outputs*) presentes desde a extração das matérias-primas, produção e a sua distribuição até à chegada do seu destino final (ECODEEP, 2014).

¹ ISO 14040:2006 - Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework

² ISO 14044:2006 - Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines

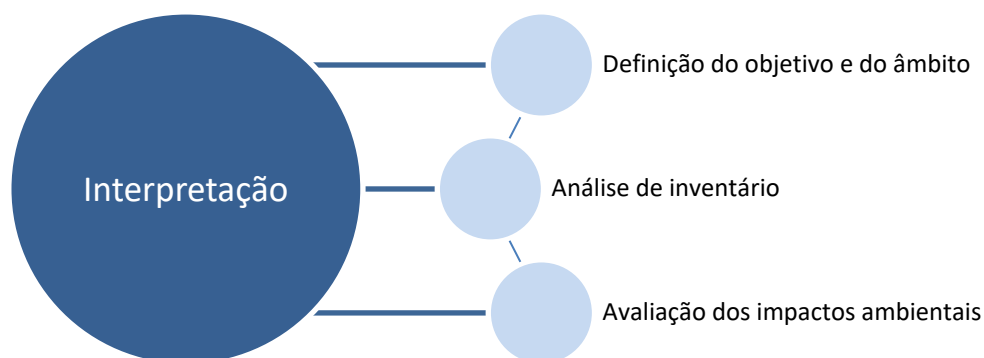


Figura 3 - Fases de desenvolvimento de uma avaliação de ciclo de vida segundo as normas ISO 14040:2006 (ISO 2006).

Dentro de cada subsistema considerado, identificam-se as entradas (*inputs*) como o uso de matérias-primas, materiais e recursos e a nível energético, a eletricidade e os combustíveis; a nível de saídas (*outputs*) analisam-se as emissões para a atmosfera, solo e água, bem como os resíduos gerados.

A reunião dos dados da análise das entradas e saídas permite a criação de bases de dados de inventário, visando facilitar a análise e avaliação posterior dos impactos ambientais de cada produto ou processo.

Durante o estudo consideram-se todas as extrações de recursos e emissões ambientais, determinadas ao longo do ciclo de vida do produto ou serviço em estudo desde o nascimento do produto até à sua morte (ECODEEP, 2014).

Deste modo, a ACV possibilita analisar possíveis melhorias futuras ao longo dos processos produtivos mais críticos, contribuindo assim para uma descomplicação de sistemas complexos e inovação que poderá reduzir significativamente os impactos ambientais dos mesmos.

3.2.2. Benefícios e Limitações da ACV

A ACV fornece uma visão mais completa possível das interações de uma atividade com o meio ambiente, permitindo avaliar as consequências ambientais da atividade humana e identificar oportunidades de ecoeficiência através de indicadores ambientais (Castanheira, 2008; Nigri, 2012).

É também uma metodologia muito valiosa para as indústrias encararem os seus produtos e processos como ciclos de vida, pois é uma ferramenta de auxílio para a gestão ambiental a curto prazo e para um desenvolvimento sustentável a longo prazo, e que ajudará na tomada de decisão melhorando os processos e produtos através da implementação de políticas e estratégias mais conscientes (Heiskanen, 2000; Castanheira, 2008).

Assim, poder-se-á utilizar a ACV também como fonte de comparação a produtos semelhantes concorrentes (benchmarking), e definir os problemas principais do produto ou processo que resulta no maior impacto ambiental ou energético (*hotspots*) e idealizar alterações de forma a otimizar a produção (Castanheira, 2008; Nigri, 2012).

Os estudos de ACV fornecem também informações importantes para os relatórios de sustentabilidade e ambientais ou na comunicação do desempenho ambiental de produtos utilizando para tal um rótulo ecológico.

Apesar de se atribuírem sempre vantagens aos estudos ACV, existem também algumas limitações ao seu uso. Ao tratar-se de uma metodologia que requer imensa informação, nem sempre a mesma se encontra totalmente disponível, muitas das vezes por questões de confidencialidade ou porque não existe de todo. Deste modo, essa informação geralmente é recolhida de uma variedade de fontes já com algum grau de incerteza, tais como artigos científicos, bases de dados públicas e comerciais, livros ou outros estudos de ACV. Também um estudo completo que inclua todos os fluxos pormenorizados, torna-se demasiado complexo. Como tal a incerteza nos resultados é algo inerente à metodologia e deve ser feito um esforço para se minimizar (Castanheira, 2008).

3.2.3. Fases de Avaliação do Ciclo de Vida

3.2.3.1. Definição do Objetivo e do Âmbito

Como referido anteriormente, um estudo de ACV inicia-se definindo o objetivo e o âmbito do estudo.

Na definição do objetivo deve expor-se, de forma concreta as razões que levaram à realização do estudo, qual a sua finalidade, bem como a quem se destina a apresentação dos resultados finais (Castanheira, 2008).

Relativamente ao âmbito de um estudo de ACV, devem de igual modo ser concretamente considerados e descritos, segundo a ISO 14040:2006, os seguintes pontos (Castanheira, 2008):

- Descrição do sistema e objeto de estudo, onde é realizada uma análise clara e descritiva do sistema do estudo através de fluxogramas. Aqui são também definidas as fronteiras do sistema que devem ser consideradas consoante o objetivo do estudo, tendo em conta os processos mais significativos para o produto e descartando os mais insignificantes que não contribuem para variar as conclusões do mesmo. A unidade funcional deve de igual modo ser estabelecida de modo a que seja criada uma unidade quantitativa que relaciona todos os fluxos de entrada e saída do sistema;
- Procedimentos principais, onde se definem os subsistemas principais e até que profundidade se realiza o estudo. Questões específicas, como o motivo de escolha das categorias de impacto e o seu nível de detalhe também devem ser aqui definidas e documentadas bem como os critérios de exclusão do produto;
- Critérios de avaliação a aplicar na fase de avaliação dos impactos devem ser definidos previamente à recolha de dados para o inventário, de modo a minimizar recolhas desnecessárias para a condução do estudo. Os principais aspetos a considerar neste ponto são os impactos ambientais e o consumo de recursos;
- Requisitos de qualidade dos dados, onde são estabelecidos os graus de precisão, inteireza ou a qualidade do resultado final esperado. Aqui, devem também ser definidas e apresentadas as fontes de recolha de dados, bem como possíveis estimativas realizadas.

Neste âmbito, na Figura 4 são sintetizadas as fases de uma ACV, compostas por (1) Objetivo e âmbito; (2) Análise do inventário; (3) Avaliação do impacto; e (4) Interpretação (Nigri 2012).

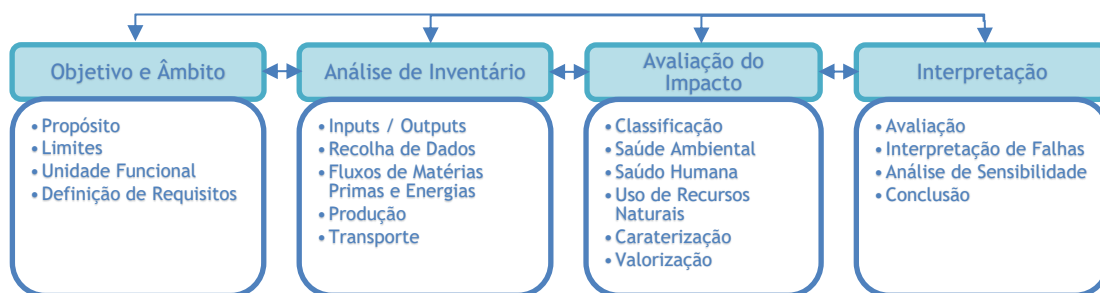


Figura 4 - Síntese das fases da ACV (Nigri 2012).

3.2.3.2. Inventário de Ciclo de Vida

No inventário de ciclo de vida (ICV), procede-se a um levantamento da totalidade de recursos necessários, usando para tal todos os dados obtidos referentes ao subsistema considerado. Recorre-se também aos dados teóricos ou calculados de forma a quantificar as entradas e saídas principais, realizando um balanço da totalidade de fluxos relacionando todos eles com a unidade funcional definida (ECODEEP, 2014).

Como referido, os fluxos contabilizados podem ter carácter material, como matérias-primas e produtos ou carácter energético como eletricidade, combustível e também emissões para a atmosfera, água e solo, ou seja, entradas e saídas.

A esquematização do inventário facilita a análise futura, que permite perceber e avaliar o possível impacto de cada sistema do produto.

3.2.3.3. Avaliação de Impacto (AICV)

Esta fase consiste na avaliação dos impactos e a sua gravidade, tendo como base a análise aos dados de inventário. Através dos fluxos do inventário classifica-se o impacto consoante a sua categoria como por exemplo o ambiente, saúde humana ou outros tipos de acordo com o âmbito e objetivo definidos inicialmente (Castanheira, 2008).

Após a esquematização do inventário, pode-se proceder à avaliação de inventário de ciclo de vida, de forma a facilitar a análise da magnitude dos impactos em cada subsistema considerado. Segundo a ISO 14044:2006 são consideradas seis fases na AICV: classificação e caracterização como fases obrigatórias, e normalização,

agrupamento, ponderação e avaliação como opcionais (Castanheira, 2008; ECODEEP, 2012).

A primeira fase obrigatória, a classificação, consiste na atribuição dos indicadores ambientais às categorias de acordo com o seu impacto, sendo que para estudos agroalimentares, recorre-se principalmente às categorias de alterações climáticas, eutrofização de águas e acidificação terrestre, todas elas de carácter ambiental (Castanheira, 2008).

Tendo em conta as categorias anteriores, atribui-se as emissões de dióxido de carbono, CO₂, às alterações climáticas, de fósforo, P, e de azoto, N, à eutrofização das águas e de dióxido de enxofre, SO₂, à acidificação terrestre. Quando uma substância contribui para várias categorias, terá de ser considerada em todas elas (Castanheira, 2008; ECODEEP, 2014).

Nesta fase, a energia não é considerada uma categoria de impacto, pois não é diretamente um problema ambiental, mas sim um elemento agravante dos impactos referidos anteriormente.

Na caracterização procede-se à construção de indicadores de impacto, onde os dados já categorizados são convertidos para unidades equivalentes (Baumann, 2004).

Cada substância terá um impacto potencial atribuído na sua categoria de impacto de forma a indicar um valor numérico. O impacto potencial é considerado em relação ao fator dominante na categoria. Tomando como exemplo as alterações climáticas, este seria a emissão de 1 kg de CO₂ (Nigri, 2012).

Os impactos relativos são multiplicados pela quantidade de cada emissão, enquanto que os valores de impacto resultantes se somam dentro de cada categoria (Castanheira, 2008).

Como principais metodologias de impacto destacam-se o CML, Ecoindicator e ReCiPe (ECODEEP, 2014; Nigri 2012).

Como referido anteriormente, apenas estas duas fases são de carácter obrigatório aquando da AICV, pelo que em muitas das análises atualmente realizadas dão-se por concluídas sem a realização das fases seguintes (ECODEEP, 2014).

3.2.3.4. Interpretação

Nesta quarta fase da ACV são verificados os resultados do inventário e da avaliação do impacto ambiental em simultâneo, de modo a serem tiradas conclusões, apresentar limitações e/ou sugerirem-se recomendações em resposta aos pontos em falha encontrados durante as fases previamente elaboradas. Os resultados obtidos devem ser apresentados de forma clara e sucinta, tendo sempre em conta os objetivos e âmbito traçados inicialmente (ECODEEP, 2014).

Dentro das fronteiras do sistema considerado, este também pode ser analisado desde o berço até à cova (*cradle-to-grave*), incluindo todos os processos desde a exploração dos recursos até à gestão dos seus resíduos ou se algumas partes não forem consideradas relevantes, pode-se recorrer a um estudo do berço até ao portão (*cradle-to-gate*), começando também desde a exploração, mas somente até ao processo final de produção, omitindo fases de distribuição e deposição (Gaspar, 2016).

Nas últimas décadas e de modo a facilitar a realização desta fase da ACV, foram desenvolvidas várias ferramentas informáticas que possibilitam, de um modo simplificado, a interpretação dos resultados. Entre as diversas ferramentas destacam-se o GaBi (thinkstep, Alemanha) e o SimaPro (Pré-Consultants, Países Baixos), entre outros *softwares* que podem ser utilizados para a ACV de qualquer produto (ECODEEP, 2014).

3.3. ACV Aplicada a Produtos Lácteos em Portugal

Ao longo dos últimos anos foram elaborados alguns estudos de ACV para diferentes tipos de lacticínios, tais como leite UHT, iogurtes, queijos e requeijões. Apesar das diferenças de produção e fronteiras consideradas entre os diversos produtos lácteos analisados, todos os estudos apontam para um ponto comum, o maior impacto ambiental ocorre maioritariamente no subsistema da exploração leiteira, sempre que este foi considerado dentro da fronteira, nomeadamente a produção de leite e leite em pó.

Todos os processos e produtos terão um impacto ambiental, visto que passarão por várias etapas de produção, utilização e remoção. Nos últimos anos, tem-se assistido

à reformulação das políticas referentes aos impactos ambientais dos produtos. Contudo, a quantificação dos impactos é uma tarefa complexa. Na Europa, a Comissão Europeia tem sido fundamental para repensar estas políticas, tendo um foco claro, devendo haver uma sinergia de soluções entre as atividades económicas e o ambiente, tendo em conta também uma maior competitividade a nível industrial a longo prazo (Castanheira, 2008).

Ao longo destes anos, as empresas têm dado também importância à componente da sustentabilidade e ecoeficiência. Com isto, as empresas beneficiam de uma maior credibilidade, maior transparência e maior valor perante os seus clientes. A ACV torna-se fundamental para a atribuição de um rótulo ecológico, com o intuito de informar os consumidores sobre a qualidade ambiental dos produtos (Castanheira, 2008).

Por tudo isto, começa a tornar-se evidente a necessidade de complementar várias políticas e gestão de produtos tendo em conta todo o seu ciclo de vida. Isto permite-nos utilizar os recursos de forma economicamente eficiente e reduzir os impactos ambientais globais onde têm maior probabilidade de ocorrer (Castanheira, 2008).

No âmbito nacional, deu-se uma revisão na Política Agrícola Comum (PAC), que tem como objetivo assegurar o abastecimento regular de alimentos e a garantia de um rendimento consoante o desempenho dos agricultores. Em 1992 houve uma revisão importante para o sector dos laticínios, tendo como objetivo reduzir os excedentes de produção e estabilizar os preços aplicados ao consumidor. Também em 2005, a PAC passou a atribuir maiores subsídios ao cumprimento de normas de carácter ambiental. Estas políticas tornam-se importantes pois contribuíram para a modernização das explorações leiteiras (Morais, 2000).

Posteriormente, em 2007, foi publicada a Estratégia Nacional para os Efluentes Agropecuários e Agroindustriais (ENEAPAI), que consiste na avaliação da carga poluente nos sectores pecuários, permitindo definir prioridades para o seu tratamento (Castanheira, 2008).

Nos estudos analisados, a preocupação de sustentabilidade ambiental recai principalmente na gestão de efluentes resultantes da produção do queijo e no possível aproveitamento do soro lácteo, contudo este último nem sempre é de fácil

realização, pois exige elevados custos de implementação (González-García *et al.*, 2013).

Para analisar estes impactos, a ACV torna-se numa ferramenta muito valiosa, pois considera o impacto ambiental de um produto desde o nascimento até à sua morte com a inclusão destes parâmetros (ECODEEP, 2014).

3.4. Desempenho Ambiental

A indústria dos laticínios é um exemplo de um processo industrial caracterizado pela interligação de vários subsistemas de produção como a agropecuária e o processamento industrial da matéria-prima. Como tal, segue-se a análise isolada de cada subsistema: explorações leiteiras e indústria dos laticínios.

3.4.1. Desempenho Ambiental nas Explorações Leiteiras

Nas atividades pecuárias ocorrem impactos ambientais significativos relativamente à poluição da água, solo e também da atmosfera.

Por exemplo, nas explorações de produção de leite geram-se vários tipos de resíduos tais como estrumes, chorumes, águas lixivantes e águas brancas resultantes de lavagens da sala de ordenha. Estes resíduos propagam-se principalmente para a atmosfera na forma de diferentes tipos de azoto, sobretudo na forma de amónia (NH_3) e óxido nitroso (N_2O), mas também carbono sob a forma de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4). Para as águas, os resíduos provêm principalmente da lixiviação de azoto, essencialmente sob a forma de nitratos e fosfatos, NO_3^- e PO_4^{3-} respetivamente (Castanheira, 2008).

Estas emissões são prejudiciais para o ecossistema, tendo em conta que os gases propagados para a atmosfera contribuem para o efeito de estufa, tendo consequências ao nível de alterações climáticas e sendo responsáveis também pelo aquecimento global. Os resíduos referentes ao solo afetam-no por meios de contaminação e acumulação de nutrientes (Castanheira, 2008).

3.4.1.1. Consumo de Energia

Na produção pecuária, o processo que exige mais energia tanto elétrica como combustível, é o processamento alimentar e a sua produção para os animais (Castanheira, 2008).

O consumo de combustível fóssil dá-se principalmente em equipamentos de produção de energia térmica, na produção de alimentos concentrados industrialmente e em equipamentos de tração que realizem operações de cultivo, manutenção e colheita de forragens, se estas forem produzidas localmente. Quando a alimentação é produzida externamente, devem-se contabilizar os transportes e a energia associada ao seu processamento (Castanheira, 2008).

Numa exploração leiteira, um terço do consumo elétrico total provém do sistema de ordenha e os restantes consumos são originados pelos dispositivos de bombagem, iluminação e refrigeração. Estes consumos estão dependentes da tecnologia e idade dos equipamentos. De referir também que o consumo energético em sistemas intensivos é mais elevado comparativamente aos extensivos (Hospido *et al.*, 2003; Castanheira, 2008).

3.4.1.2. Águas Residuais e Resíduos

Como já referido anteriormente, as explorações leiteiras produzem principalmente quatro tipos de resíduos: águas lixiviantes, águas sujas, estrumes e chorumes.

As águas lixiviantes são originadas nos silos durante a ensilagem das forragens devido às fermentações que ocorrem dependentes do teor de humidade da plantação. Segundo Leitão *et al.* (2001), a produção máxima de efluentes para forragens verdes é de $30 \text{ L}\cdot\text{dia}^{-1}$ e de $200 \text{ L}\cdot\text{ton}^{-1}$ de material ensilado, no entanto, quanto mais seco estiver o material ensilado menor será também o volume de efluentes. Estes efluentes podem ser aproveitados para a fertilização do solo e para tal, devem ser diluídos com o mesmo volume de água (Castanheira, 2008).

No que diz respeito às águas sujas, estas resultam sobretudo de operações de lavagem das salas de ordenha e as quantidades. Segundo Castanheira (2008), podem variar entre $14 \text{ a } 45 \text{ L}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ e também das chuvas misturadas com dejetos

exteriores. Estas águas podem ser aproveitadas também para a fertilização na irrigação de culturas através de, por exemplo, cisternas atreladas a tratores.

Relativamente ao estrume, este refere-se aos dejetos produzidos pelos animais sob a forma de fezes juntamente com algum material utilizado na cama dos animais. Podem ser usados de forma proveitosa nos solos na sua totalidade, no entanto deve ter-se em conta as doses, pois em utilização excessiva degradará os solos originando poluição das águas. A quantidade produzida referente aos ovinos pode ser consultada na Tabela 3 (Castanheira, 2008).

Tabela 3 - Quantidade média de estrumes não-diluídos produzidos anualmente e conversão em CN (Anexo V da Portaria 259/2012 de 28 de Agosto, Ministério da Agricultura e do Mar).

Espécie pecuária / tipo de animal	Efluente pecuário	m ³ ou t/animal ou lugar/ano	CN	m ³ ou t/CN/ano
Exploração ovinos / caprinos - leite	Estrume	2,3	0,23	10,0

Por último, o chorume é composto pela mistura de fezes, urina e água e alguns restos de comida e material utilizado para as camas. As características destes resíduos estão dependentes da quantidade de água utilizada durante as lavagens (Castanheira, 2008).

3.4.1.3. Emissões Atmosféricas

Como foi referido, o impacto das explorações leiteiras para a atmosfera deve-se principalmente ao N₂O, NH₃, CH₄ e CO₂.

As emissões de N₂O estão relacionadas com o processo de desnitrificação e as de NH₃ ocorrem sobretudo devido à sua volatilização durante o armazenamento de chorumes e durante a sua aplicação nas culturas (Castanheira, 2008).

Em relação ao CO₂, este está principalmente associado ao consumo energético, para a produção de alimentos concentrados e tratamento das forragens devido à queima de combustível. Está também relacionado com a população animal, que contribui juntamente com o metano (CH₄) para o efeito de estufa. Segundo Castanheira

(2008), os ruminantes contribuem com cerca de 20% da produção mundial de metano para a atmosfera.

3.4.2. Desempenho Ambiental nas Indústrias de Laticínios

As emissões das indústrias de laticínios devem-se sobretudo à produção de energia térmica através da queima de combustíveis, que é emitida principalmente na forma de CO₂, dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de azoto (NO_x) (Castanheira, 2008).

3.4.2.1. Consumo de Água

O consumo de água nas indústrias está essencialmente ligado aos processos de limpeza, como lavagens de equipamento, instalações, arrefecimento e aquecimento. Segundo Castanheira (2008), o consumo de água eficiente está situado entre 1-5 L·kg⁻¹_{leite} e usando equipamentos modernos pode ser otimizado para valores mais favoráveis entre 0,8-1,0 L·kg⁻¹_{leite}.

3.4.2.2. Consumo de Energia

Nas indústrias de laticínios, a energia consumida é sobretudo térmica derivado à combustão de combustíveis principalmente quando há processos de pasteurização do leite e poderá rondar os 80% da energia total. O funcionamento dos equipamentos de refrigeração, ventilação e iluminação consomem a restante energia sob a forma de eletricidade. Na Tabela 4 são apresentados os valores típicos de consumo europeus para fabricação de queijo, mais relevantes ao estudo.

Tabela 4 - Consumo de energia em indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).

Queijo	Consumo de energia (GJ·ton ⁻¹ leite processado)	
	Eletricidade	Combustível
	0,08 - 2,90	0,15 - 4,60
	Consumo total de energia expressa em kWh·L ⁻¹	
	0,06 - 2,08	

3.4.2.3. Produtos Químicos

A produção de laticínios requer alguns produtos para limpeza e desinfecção dos equipamentos, sendo que os mais usados são sobretudo a soda cáustica, ácido nítrico e alguns desinfetantes. Segundo a European Dairy Association (2002), os desinfetantes são usados em quantidades entre **0,01 e 0,34 kg ton⁻¹ leite processado**. A Tabela 5 mostra o consumo de agentes de limpeza em indústrias europeias.

Tabela 5 - Consumo de agentes de limpeza utilizados nas indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).

Queijo	Consumo de agentes de limpeza (kg·ton ⁻¹ de leite processado)		
	NaOH, 100%	HNO ₃ , 100%	Detergentes
	0,4-5,4	0,6-3,8	0,1-1,5

3.4.2.4. Águas Residuais

Este é considerado o principal problema ambiental das indústrias de laticínios, pois devido ao vasto volume de água gasta, gera também elevados níveis de águas residuais principalmente devido aos requisitos de higiene e limpeza. Estes efluentes possuem uma carga orgânica elevada. Segundo Castanheira (2008), o volume de água residual é de cerca **1-2 L·kg⁻¹ leite processado**. Na Tabela 6 pode observar-se o volume de águas residuais produzido em indústrias de laticínios europeias.

Tabela 6 - Volume de águas residuais não tratadas provenientes de indústrias de queijo europeias (adaptado de Castanheira, 2008).

Produto	Volume de águas residuais (L·kg ⁻¹)
Queijo	0,7-60

No fabrico de queijo, 90% do leite retorna sob a forma de soro e este é reaproveitado para fabrico de requeijão, encaminhado para a pecuária para servir de alimento animal, concentrado e seco ou rejeitado como efluente, o que não é aconselhável devido à sua elevadíssima carga orgânica, que o torna de difícil tratamento.

3.4.2.5. Embalagens

Para os resíduos de embalagens como papel, cartão, madeira e películas plásticas recomenda-se que sejam reutilizadas, valorizadas ou eliminadas. Estes tipos de resíduos são menos problemáticos do que as águas residuais visto que são quase sempre recolhidas para reciclagem exterior. Na seguinte Tabela 7 são apresentados os valores de produção de resíduos padrão na europa.

Tabela 7 - Produção de resíduos em função do leite processado (adaptado de Castanheira, 2008).

Queijo	Quantidade de resíduos produzida ($\text{kg}\cdot\text{ton}^{-1}$ leite processado)	Lamas provenientes da instalação de tratamento de águas residuais ($\text{kg}\cdot\text{ton}^{-1}$ leite processado)
		1 - 20

3.5. Revisão Bibliográfica

De forma a realizar o estudo referente à análise do ciclo de vida do queijo ovino, foram analisados vários artigos fundamentais para o desenvolvimento do presente estudo. Contudo é de realçar que todos estes estudos são baseados em laticínios bovinos, já que os estudos ovinos são praticamente inexistentes.

Os artigos analisados têm sempre, na sua generalidade, a fase agrícola da produção de laticínios como o fator de maior impacto ambiental. Uma das primeiras referências de estudos LCA de laticínios foi Berlin (2002), que efetuou uma análise ACV ao queijo semicurado da Suécia, incluindo também na fronteira do sistema o tratamento das águas residuais. Ainda assim, a componente agrícola foi considerada a de maior impacto nos vários parâmetros considerados, sendo a fabricação do queijo a segunda maior. A nível energético, foi na exploração leiteira onde mais energia se gastou, principalmente combustíveis fósseis utilizados nas viaturas para transporte de leite. Os principais critérios de avaliação de impacto foram a acidificação, aquecimento global e eutrofização.

Os maiores estudos sobre ACV de laticínios são principalmente espanhóis e italianos, como por exemplo Palmieri *et al.* (2017), que se baseou na produção de mozzarella com três tipos distintos de alimentação na exploração leiteira. A primeira somente com palha, a segunda com silagens e a terceira com silagens e soro líquido.

O soro líquido foi considerado o maior poluente da fase de produção de queijo e de forma a reduzir esse impacto, forneceu-se como alimento ao gado.

Um dos estudos mais referenciados em todos os artigos sobre ACV de laticínios é Hospido *et al.* (2003), tendo analisado a produção do leite espanhol da Galiza ao pormenor durante dois anos, tendo assim dados de inventário muito fiáveis sobre a ração composta, silagem e a fábrica de leite. Por fim, sugeriu algumas alterações a fazer a nível alimentar que reduziriam o impacto ambiental total em cerca de 20%.

Também González-García *et al.* (2013), que no panorama espanhol analisou o fabrico do queijo San Simon da Costa, produto da Galiza, focando-se na produção de soro em pó e referindo os custos acrescidos de eletricidade que acarreta e em contrapartida a redução de impacto ambiental. Refere também a importância da elaboração de estudos ACV com dados reais, que neste caso foram recolhidos através de questionários e entrevistas no terreno. Apesar do leite ser proveniente de várias explorações agrícolas, só uma foi considerada, pois como se trata de um produto regional todos os fornecedores foram considerados como tendo práticas e métodos agrícolas semelhantes. Outro ponto importante referido é o fato de uma fábrica de laticínios de pequena escala nem sempre ser mais amigável do ambiente, devido aos requisitos energéticos superiores relativamente à produção industrial.

Dos mesmos autores, mas relativamente a um estudo diferente e feito para a produção de leite UHT em Portugal, González-García *et al.* (2012a) teve como base de estudo diferentes tipos de leite, nomeadamente leite gordo, meio gordo, magro e leite achocolatado. Concluiu-se que os maiores impactos na parte fabril se devem às embalagens *tetra-pak* e aos grandes requisitos energéticos para as altas temperaturas necessárias de produção.

Nigri *et al.* (2014) efetuou uma ACV relativamente ao processo de produção do queijo de Minas brasileiro, através de uma comparação direta entre o método de produção tradicional e industrial. Os resultados demonstraram que o processo artesanal gerou menos impacto principalmente a nível energético, justificando estes resultados devido à ausência do processo de pasteurização durante a produção e também devido à menor parcela de refrigeração. Também aqui o soro foi utilizado como alimento para o gado de forma a reduzir drasticamente os impactos ambientais.

Outros estudos importantes efetuados no contexto nacional são o de Castanheira *et al.* (2010), que analisou o desempenho ambiental de uma exploração leiteira tipicamente portuguesa, com uma análise detalhada à exploração leiteira, à silagem de milho e azevém, palha, alimentação concentrada, aos combustíveis e eletricidade. Os resultados demonstraram que os maiores impactos aquáticos e atmosféricos se deveram à produção de alimentação concentrada. Também González-Garcia *et al.* (2012b) estudou o desempenho ambiental de uma queijaria portuguesa de queijo curado e o aproveitamento do soro líquido em pó. Como recomendações para reduzir o impacto causado, foi sugerido recorrer a alternativas para reduzir o consumo de energia dentro da fábrica, usar combustíveis mais amigáveis do ambiente durante os processos térmicos e também o uso de camiões mais sustentáveis, concluindo que todas estas alterações não acarretariam grandes custos para a empresa.

Dois estudos muito importantes na realização do presente trabalho, Castanheira (2008) e ECODEEP (2012) caracterizaram os principais sistemas associados ao sector dos lacticínios em Portugal, desde a exploração leiteira até ao seu transporte por parte da indústria. Foram identificadas e quantificadas todas as emissões poluentes e efetuada uma avaliação do potencial de impacto ambiental nas categorias consideradas para os mais diversos lacticínios como o leite de vaca cru e UHT, iogurtes e queijos. Os dados de inventário de todos os processos detalhados em contextos nacionais e dos mais diversos produtos foram fundamentais, visto que fornecem uma boa base de valores de referência.

Também todos os estudos estrangeiros referidos anteriormente são uma boa base de comparação, sensibilizam para realidades e práticas diferentes que poderão ser aplicadas no contexto deste trabalho bem como para possíveis melhorias.

4. Materiais e Métodos

4.1. Introdução

Neste capítulo serão abordadas as metodologias essenciais para a ACV do presente estudo, nomeadamente a escolha da unidade funcional, a seleção das fronteiras e limites do sistema e a definição do inventário do ciclo de vida. São também apresentados os cálculos dos dados para a obtenção do inventário e a metodologia usada para a obtenção dos mesmos. Por fim, são analisados diferentes cenários com o propósito de comparar os resultados e sugerir possíveis melhorias a efetuar.

4.2. Caracterização da Produtora de Queijo

A presente dissertação tem como base de estudo o processo produtivo dos Queijos da Beira Baixa na queijaria Sabores da Soalheira, localizada na Zona Industrial de Castelo Branco, região da Beira Baixa. Apresenta-se como uma empresa familiar, com oito trabalhadores, produtora de queijo há mais de três gerações.

Estando inserida na região de Beira Baixa, esta empresa rege-se pelo gosto da qualidade de produtos tradicionais, daí que apesar de ter sido exposta, em 1997, a obras de recuperação, foi necessária uma mudança de instalações que pudesse dar resposta às atuais necessidades de produção e também responder à crescente procura dos seus produtos, visto que atualmente a distribuição é feita para todos os pontos do País.

Esta procura deve-se essencialmente à qualidade dos produtos finais, que tal como referido anteriormente rege-se pela tradição, seja através da "arte do saber fazer", seja pela utilização da melhor matéria-prima - leite fresco recolhido nas quintas locais, seja pelo facto do tratamento do queijo continuar a ser feito à mão, o que garante a qualidade, textura e sabor da receita original (Sabores da Soalheira, 2017).

4.3. Processo Produtivo de Queijos da Beira Baixa

No processo produtivo desta empresa ligada à produção dos Queijos da Beira Baixa, as principais matérias-primas são o leite de ovelha ou cabra cru, o cardo (*Cynara cardunculus L.*) como coalho e, por último, a água potável. Numa primeira fase, o leite recebe o devido tratamento de filtração e clarificação. Depois, inicia-se o fabrico do queijo através de uma termização ligeira do leite, a adição do coalho até este coagular e posteriormente é cortado, enformado e prensado. Numa terceira fase, já em forma de queijo, inicia-se a salga e a cura do mesmo, que depois é embalado e conservado e expedido para o retalho. Regra geral, o processo produtivo até ao queijo curado tem uma duração de 30 a 60 dias. A Figura 5 apresenta o fluxograma do processo produtivo completo (Valente *et al.*, 2016).



Figura 5 - Processo Produtivo Queijos da Beira Baixa (Valente *et al.*, 2016).

4.3.1. Receção e Pré-tratamento da Matéria Prima

A matéria-prima é o leite de ovelha ou cabra cru, proveniente das quintas locais inseridas na área geográfica da Beira Baixa abordadas no Capítulo 2.

O leite pode ser transportado até à fábrica em camiões cisterna com refrigeração ou de forma mais tradicional, dentro de vasilhas metálicas com capacidades de 30 ou 50 litros no qual o leite pode ou não ser refrigerado (Silva, 2012), conforme exposto na Figura 6.

Segundo DGADR (2017), o leite deve ser trabalhado imediatamente após a ordenha. Em caso de impossibilidade, deve ser refrigerado a uma temperatura máxima de 6 °C.

A queijaria recebe leite diariamente, que é enviado para uma cuba onde é filtrado e clarificado de forma a remover impurezas maiores, como por exemplo pêlos dos animais e outras sujidades. Posteriormente é enviado para um tanque isotérmico onde permanece a uma temperatura entre os 4 a 6 °C.



Figura 6 - Receção do leite na queijaria em carrinha com vasilhas (Sabores da Soalheira, 2017).

4.3.2. Coagulação/Dessoramento/Prensagem

Antes de se proceder à coagulação, o leite é sujeito a uma ligeira termização entre os 26°C e os 28°C, de forma a atingir a temperatura ideal de coagulação. Após atingir as condições ideais, é adicionada uma infusão de agente coagulante que neste caso de estudo em particular, é o cardo (*Cynara cardunculus L.*). A coagulação é um processo que nestas condições poderá demorar entre 30 a 60 minutos.

Assim que se atinge um certo ponto na fase de coagulação, visível pela soltura do leite coalhado relativamente à parede do recipiente (ver Figura 7), inicia-se a fase da coalhada. Posteriormente corta-se a coalhada de forma grosseira de maneira a facilitar a saída do soro, seguido de um pequeno repouso para ocorrer o dessoramento, que pressupõe a expulsão da parte líquida (soro), para que se obtenha um produto moldável (Guterres, 2013). Após este processo, a coalhada é espalhada para cinchos na qual é trabalhada sucessivamente através de prensagens com o intuito de drenar totalmente o soro e melhorar a textura e conceber um molde prévio do tamanho pretendido (Ramos, 2013). A prensagem é feita durante cerca de duas horas e meia. É de salientar que os cinchos são previamente sujeitos a altas temperaturas e devidamente lavados.



Figura 7 - Queijos moldados após dessoramento e prensagem (Sabores da Soalheira, 2017).

4.3.3. Salga/Cura

A fase seguinte diz respeito à salga que consiste na adição de sal. Este processo não é unicamente para condimentar o queijo, mas também para auxiliar na remoção de humidade do mesmo (Silva, 2012). Geralmente, os queijos são imersos numa salmoura de forma a não haver diferenças perceptíveis ao paladar derivado das variações de quantidade de sal usadas. O tempo de imersão depende do teor de sal e tamanho dos queijos em questão (ver Figura 8). No entanto, também é possível utilizar o sal diretamente na coalhada ou no leite ou também de forma mais tradicional sobre toda a superfície do queijo após o seu fabrico, como é o caso da queijaria estudada (DGADR, 2017).



Figura 8 - Salga tradicional (Sabores da Soalheira, 2017).

Após a retirada da salmoura segue-se a fase da cura, que se realiza sob condições controladas, simulando condições ambientais tidas como ideais para o processo, nomeadamente de humidade e temperatura do ar e da taxa de renovação de ar, de forma a que o queijo possa enxugar.

Numa primeira fase, a de fermentação, os queijos são colocados num ambiente húmido com uma humidade relativa do ar entre 96 a 98% e a uma temperatura do ar entre 4 a 6 °C. Estas condições são importantes não só para o controlo da ação dos micro-organismos da fermentação, como também para a formação da casca e

da massa do queijo. A duração desta fase está dependente do tipo de queijo desejado, tendo uma duração mínima de 10 dias (Valente *et al.*, 2016).

Na segunda fase, que é de maturação, os queijos são lavados com água ligeiramente salgada de forma a conservar a casca limpa e lisa de cor amarelada (ver Figura 9). São também colocados numa atmosfera com uma humidade relativa do ar entre 86 a 90% e uma temperatura do ar mais elevada que no processo anterior, entre 8 a 12°C. São feitas as lavagens que sejam necessárias e, a duração desta fase está novamente dependente do tipo de queijo desejado, com um período mínimo de 15 dias (Valente *et al.*, 2016).



Figura 9 - Queijo em fase de cura (Sabores da Soalheira, 2017).

4.3.4. Embalamento/Conservação/Expedição

Depois da fase final de cura, os queijos são rotulados e embalados em caixas de cartão para distribuir posteriormente para o retalho. Até essa fase, devem ser cumpridas algumas normas de conservação e manipulação de forma a evitar alterações das características do queijo. Segundo DGADR (2017), as temperaturas do ar de conservação a respeitar durante o transporte devem estar entre 0 a 10°C, durante o armazenamento de 0 a 5°C e no retalhista entre 0 a 12°C. Admite-se para efeitos de conservação prolongada a exposição a temperaturas negativas entre os -1 a -18°C. A exposição à temperatura ambiente nunca deve ser superior a 2 horas (DGADR, 2017).

4.4. Definição da metodologia

Ao analisar o ciclo de vida de produtos lácteos, verifica-se estar perante um sistema múltiplo que de forma geral pode ser caracterizado por quatro fases distintas. Numa primeira fase decorre a produção primária relativamente à obtenção do leite cru nas explorações agrícolas, seguindo-se o processo de transformação da matéria-prima referente à unidade empresarial que transforma o leite, que no presente estudo é o queijo. Posteriormente, surge a fase de distribuição que engloba a venda dos produtos aos consumidores por parte do retalho e por fim, o consumo dos produtos por parte dos consumidores que gera essencialmente preocupação relativamente ao destino final dos mesmos. De forma a restringir a complexidade do estudo e tendo por base os objetivos principais do estudo e de estudos semelhantes (Hospido *et al.*, 2003; ECODEEP, 2014; González-García *et al.*, 2012a; González-García *et al.*, 2012b; González-García *et al.*, 2013; Nigri *et al.*, 2014; Palmieri *et al.*, 2017), excluem-se as últimas duas fases de distribuição e consumo, restringido o estudo a uma análise do berço ao portão (*cradle-to-gate*) explicada na Figura 10.

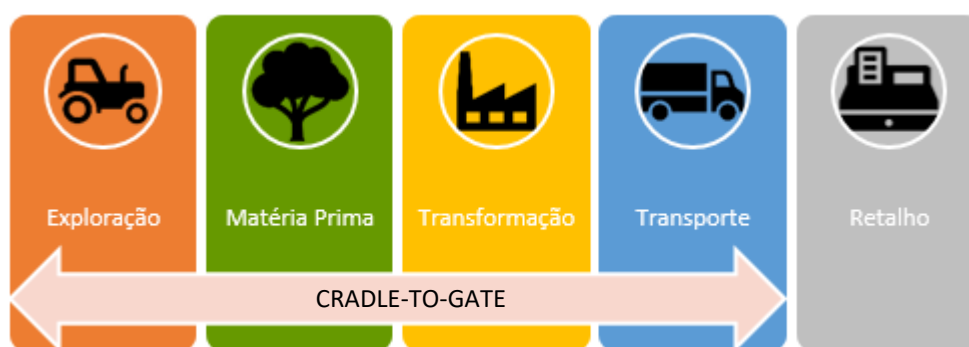


Figura 10 - Fronteiras ACV *cradle-to-gate*.

4.4.1. Definição do Objetivo e Âmbito

4.4.1.1. Objetivo

O presente estudo tem como objetivo identificar e quantificar os potenciais impactos ambientais resultantes da produção dos Queijos da Beira Baixa, produtos tipicamente tradicionais feitos com leite ovino regional. Para tal, tanto é desenvolvida uma análise à exploração leiteira como também à unidade fabril de processamento, de forma a identificar as fases e processos com um contributo mais

crítico relativamente ao ambiente. O principal foco incide nas categorias de impacto relativas às alterações climáticas (AC), à eutrofização da água doce (EAD), à eutrofização marinha (EM) e à acidificação terrestre (AT), como nos principais estudos de ACV de lacticínios. Por fim, pretende-se propor possíveis melhorias de forma a reduzir esses impactos e também analisar possíveis cenários alternativos.

4.4.1.2. Unidade Funcional

Para proceder à análise de ciclo de vida foram adotadas diferentes unidades funcionais (UF) para os diferentes sistemas, no entanto, ambas mássicas. Para o caso específico da exploração leiteira foi considerado uma UF de 1 kg de leite cru de ovelha. Para o caso da queijaria considerou-se uma UF de 1 kg de queijo de ovelha produzido, com base em outros estudos similares analisados.

4.4.2. Fronteiras/Limites e Descrição dos Sistemas

Como já referido anteriormente, o presente estudo baseia-se numa abordagem de berço-ao-portão, tendo-se primeiramente analisado a produção de leite cru na exploração leiteira até à indústria de transformação de forma a separar os sistemas. Posteriormente analisou-se a indústria de transformação de leite para queijo até à distribuição para o retalho. Em ambas contabilizaram-se os principais fluxos mássicos e energéticos da produção. Na Figura 11 são apresentadas as fronteiras dos sistemas em análise adaptando a estrutura de ECODEEP (2014).

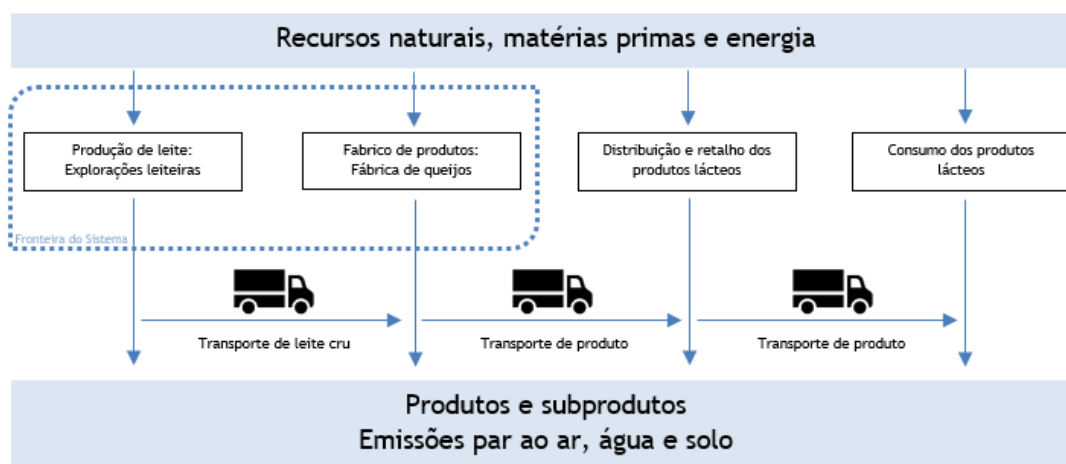


Figura 11 - Fronteira dos sistemas em análise (adaptado de ECODEEP, 2014).

4.4.2.1. Caso Exploração Leiteira

A queijaria analisada para o desenvolvimento deste trabalho recebe leite de 23 fornecedores distintos. De forma a simplificar o sistema produtivo e tratando-se da análise de um produto regional no qual todos os produtores são muito idênticos, procedeu-se à individualização de um dos fornecedores como produtor tipo da região, procedimento adaptado em outros estudos idênticos como González-García *et al.* (2013) e ECODEEP (2014).

A exploração leiteira em estudo tem por base um sistema de regime extensivo no qual as ovelhas deambulam grande parte do seu tempo ao ar livre, alimentando-se do pastoreio envolvente e de forragens conservadas, como luzerna, feijão frade, milho, aveia e centeio, sendo as duas últimas utilizadas também para a transformação em palha para servir de cama aos animais. Também são fornecidos alimentos concentrados, administrados para atrair os animais aquando da ordenha.

Com base em ECODEEP (2014), dividiu-se o subsistema da produção de leite em três sistemas distintos:

- Sistema 1 (S1) - Produção dos alimentos concentrados;
- Sistema 2 (S2) - Produção das forragens acima mencionadas;
- Sistema 3 (S3) - Produção de leite.

Dentro do sistema dos alimentos concentrados (S1), foram considerados os processos de produção fabris para a aglutinação de todos os ingredientes da composição da ração administrada aos animais, que neste caso concreto é composta por milho (27%), farinha de luzerna (24%), aveia (22%), girassol (15%), farinha de soja (7%), semente de algodão (2%), farinha de beterraba (2%), sendo o restante composto por corretores vitamínicos, ácidos gordos hidrogenados, bicarbonato de sódio e melão de beterraba.

A produção da alimentação concentrada está encarregue à cooperativa da qual o produtor é sócio.

Para a produção da mistura concentrada, são recebidos e armazenados os ingredientes provenientes de produtores locais ou sócios e que posteriormente são moídos, misturados e por fim transformados em *pellets*. Na produção incluíram-se

os gastos energéticos e de água para todo o processo de fabricação dos *pellets* durante o ano de 2016.

No sistema de cultivo de forragens (S2) foram incluídos os tempos de operação das máquinas agrícolas e os seus consumos de combustível durante um ano de produção, para todas as cinco culturas forrageiras acima mencionadas. Estão incluídas as operações de preparação do solo, sementeira, distribuição do estrume produzido pelos animais presentes na exploração, colheita e o seu transporte até ao armazém. Relativamente aos gastos de água, estes não foram incluídos dado que se tratam de plantações em regime sequeiro sem qualquer tipo de rega. Também os fertilizantes e adubos não foram incluídos, visto que se trata de uma exploração de agricultura biológica. Por fim, incluíram-se as produções de estrume de todos os animais, correspondente a 150 t·ano⁻¹.

A produção anual de forragens de matéria seca (85 % MS) na luzerna foi de 10 t·ha⁻¹ havendo uma importação externa de 100 t anuais. O feijão frade tem uma produção anual de 0,5 t·ha⁻¹ e o milho 0,7 t·ha⁻¹. As forragens destinadas à produção de palha com 90 % MS têm uma produção anual de 0,43 t·ha⁻¹ e 0,5 t·ha⁻¹, de centeio e aveia respetivamente.

O último sistema (S3) de produção de leite contém informação das restantes atividades efetuadas na exploração leiteira, bem como toda a informação pertencente ao gado apresentada na Tabela 8.

Este sistema pode ser dividido em quatro secções distintas: o estábulo onde se alojam as ovelhas principalmente durante a noite e inverno; a secção de pré-parto onde as ovelhas permanecem durante o pré e pós-parto; a secção de ordenha onde se gastam 5h diárias repartidas por duas vezes ao dia para ordenhar os animais e onde também se encontra a sala de armazenamento de refrigeração do leite ordenhado. Por último, a secção de recria de substituição, onde se recriam os borregos que substituirão as ovelhas em fase terminal de lactação.

Tabela 8 - Principais parâmetros característicos da exploração leiteira tipo, analisada no estudo (adaptado de ECODEEP, 2014).

Parâmetros	Unidade	Quantidade
Total Efetivo Animal	CN ³	142,5
Ovelhas Leiteiras	n° ovelhas	500
Peso Médio Ovelhas Leiteiras	kg	75
N° de Nascimento Efetivos	% efetivo leiteiro/taxa	90% / 1,4
Taxa de Substituição	%	10%
Peso Médio dos Borregos à Nascimento	kg	4
Número de Borregos em Recria (0-1 ano)	borregos	160
Peso Médio de Borregos em Recria (1 ano)	kg	35
Produção de Leite	kg-ovelha leiteira ⁻¹ .ano ⁻¹	600
Sala de Ordenha	-	Sim
Fossa	-	Sim
Separador Líquidos/Sólidos (Chorume)	-	Não
Estrume	t.ano ⁻¹	150
Consumo de Água		
Abeberamento dos Animais	-	Barragem/Charco
Lavagem Estábulos e Sala Ordenha	m ³ .CN ⁻¹ .ano ⁻¹	16,29
Encabeçamento	CN.ha ⁻¹	0,5

Relativamente aos animais da exploração estudada existem, como se pode verificar na Tabela 8, um total de 950 ovinos, sendo que 500 são ovelhas leiteiras, das quais ocorrem cerca de 450 nascimentos efetivos. Após o nascimento dos borregos, estes permanecem junto à mãe por cerca de 30 dias, sendo, no entanto, já aproveitado o leite excedente desde o 2° ao 30° dia de lactação da mãe para comercialização. Posteriormente os borregos são vendidos para outras explorações. A taxa de substituição é de cerca de 10%, principalmente devido à velhice dos animais, mas também por motivos de lesão ou inaptidão leiteira.

No que toca à alimentação, não foram feitas distinções das dietas alimentares animais nas diferentes fases de vida em que o animal se encontra, de forma a simplificar o sistema e também por não haver diferenças significativas entre estas. Foram consideradas sim, as quantidades médias diárias consumidas por animal. Cada animal consome por dia cerca de 0,6 kg de alimentação de forragem e cerca de 1,2 kg de alimentação composta, na qual se contabilizou também o gasto de 100

³ Tendo em conta 950 ovinos totais dos quais 160 têm uma idade < 1 ano, assim restam 790 animais com uma idade > 1 ano onde cada ovelha equivale a CNovino=0,150 (ProDer, 2010).

L de água por dia para a preparação da mistura de forragens, para que esta se torne comestível para os animais ruminantes.

A produção de leite por dia na exploração é de cerca de 820 L e cerca de 300 000 L de leite anual. Como já foi referido anteriormente, a ordenha nesta exploração é efetuada duas vezes por dia através de equipamentos automatizados durante cerca de 2,5 h cada. O leite recolhido segue então para um sistema de armazenamento refrigerado no qual se contabilizou a água gasta na lavagem dos equipamentos de ordenha e também a sua tubagem (cerca de $130 \text{ m}^3\text{-ano}^{-1}$), bem como a desinfecção com cerca de $130 \text{ L}\cdot\text{ano}^{-1}$ de detergente desinfetante clorado dos equipamentos. Para a desinfecção dos animais foi também contabilizado o uso de cerca de $60 \text{ L}\cdot\text{ano}^{-1}$ de ácido fosfórico.

Relativamente aos efluentes, são produzidos essencialmente estrume e águas residuais, contudo o valor dos mesmos é baixo, comparativamente às explorações intensivas, pois a permanência dos animais em estábulo é reduzida, visto que estes passam muitas horas do dia ao ar livre. Contabiliza-se então 150 t anuais de estrume aproveitado do estábulo que será usado como fertilizante do solo das culturas forrageiras sem qualquer tipo de tratamento. O restante estrume excretado pelos animais durante a permanência ao ar livre não foi contabilizado por falta de informação, contudo foram contabilizadas as suas emissões. No que toca às águas residuais, foram considerados os gastos de água para a lavagem das salas, cerca de 2200 m^3 anuais, água essa que segue posteriormente para a fossa. No total obteve-se um valor de gastos de água anual total de 2358 m^3 .

De realçar também, como à semelhança de outros trabalhos da ACV, que não foram consideradas a produção ou manutenção de bens de capital, como veículos, maquinaria, equipamentos e instalações, etc... (Hospido *et al.*, 2003; González-García, 2013; ECODEEP, 2014).

4.4.2.2. Caso Fábrica do Queijo

No sistema do fabrico de queijo foram considerados todos os itens que se podem observar na Figura 12, onde estão esquematizadas as fronteiras e os processos para o fabrico do queijo representadas anteriormente na Figura 5. É possível visualizar

detalhadamente os fluxos mássicos e energéticos de relevo para a realização deste trabalho.

Segundo ECODEEP (2014), o processo produtivo de queijo baseia-se na coagulação da caseína presente no leite e proteínas do soro, obtendo-se o queijo através de processos de coagulação, dessoração, operações de molde dando forma ao queijo e por fim a cura.

Este sistema tem início com a receção do leite de ovelha cru de uma das explorações leiteiras regionais como aquela que foi abordada no subcapítulo anterior.

Para este estudo não se considerou cada processo de transformação de forma independente, mas sim como um tudo com base nos dados de um estudo energético já realizado na mesma queijaria por Valente *et al.* (2016), de onde se retirou toda a informação energética relativamente aos gastos de gás propano e eletricidade. Os dados mássicos foram obtidos através de questionários e a da água com base na fatura de água anual da fábrica.

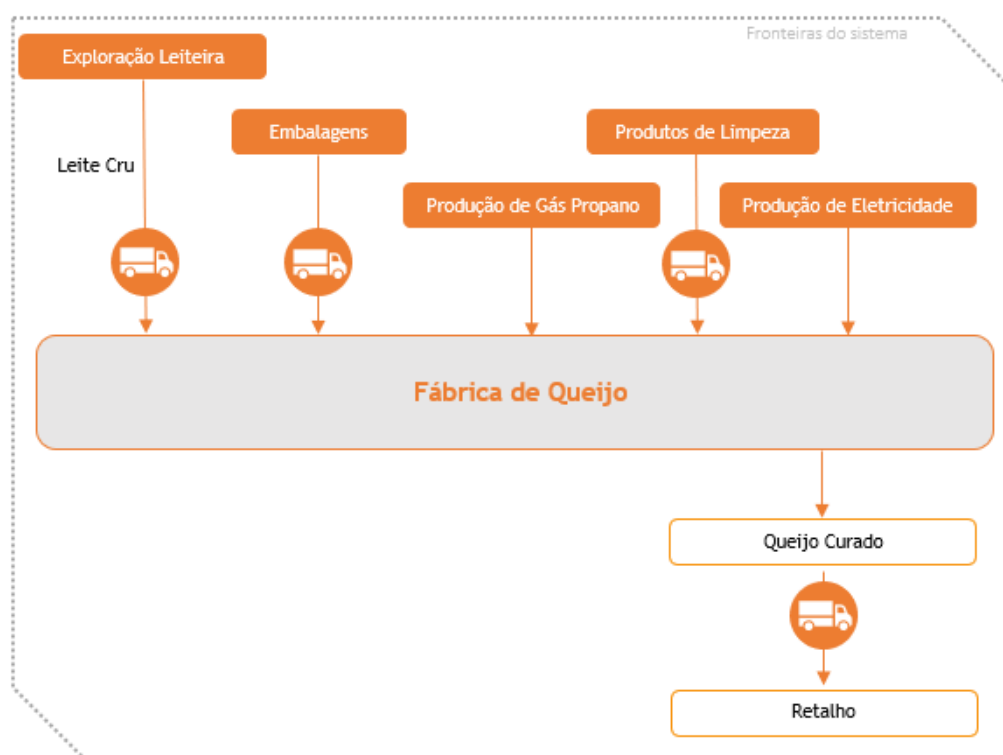


Figura 12 - Fronteira do sistema da queijaria com a representação dos fluxos.

O soro resultante da transformação da matéria-prima é oferecido aos produtores de animais locais na sua totalidade, não se tendo considerado o seu transporte na fronteira, visto que o transporte do mesmo não pertence à fábrica fazê-lo, mas sim aos produtores, sendo, portanto, um fator externo à empresa. De uma maneira geral, inclui-se dentro das fronteiras o sistema de produção como um todo e o transporte de todas as matérias-primas, materiais de embalagem, agentes de limpeza e toda a energia elétrica e térmica. Torna-se importante referir que foi excluído o uso de cardo devido à falta de dados de inventário, à semelhança de outros estudos realizados onde não se considerou o fermento e as culturas iniciais devido à falta de informação (González-García *et al.*, 2013; ECODEEP, 2014).

De realçar também como já mencionado na análise à exploração leiteira e à semelhança de outros trabalhos da ACV, que não foi considerada a produção ou manutenção de bens de capital, como veículos, maquinaria, equipamentos e instalações, etc.

4.4.2.3. Eletricidade, Gás e Água

Na empresa analisada recorre-se a duas fontes de energia distintas: energia elétrica e gás propano. A primeira é usada em todos os setores, nomeadamente em todos os equipamentos de apoio à produção de fabrico de queijo, tais como, o sistema de ar comprimido, uma caldeira, três tanques de arrefecimento do leite, uma cuba, todo o sistema de iluminação e também vários motores elétricos para acionamento de bombas, unidades de condensação, linha de prensagem dos queijos e desmoldagem, entre outros. Dentro dos consumos de energia elétrica, estão também incluídos cinco sistemas de refrigeração que auxiliam na maturação, cura e conservação do queijo, proporcionando condições ambientais de temperatura e humidade relativa do ar diferentes (Valente *et al.*, 2016).

Para medir o consumo de energia elétrica da empresa, particularmente dos sistemas de refrigeração, Valente *et al.* (2016) efetuaram uma análise com uma duração de duas semanas, através da instalação de dois analisadores de energia ao quadro geral da indústria. Instalaram cada analisador no circuito elétrico respetivo, um na entrada de energia da fábrica e outro no circuito elétrico de alimentação dos sistemas de refrigeração.

Segundo Valente *et al.* (2016), depois de finalizada a auditoria à empresa foi possível concluir que a percentagem de consumo de energia elétrica por parte dos sistemas de refrigeração está compreendida entre 40 a 50% do consumo total anual da empresa. Estes valores estão dentro da normalidade no consumo de energia em indústrias alimentares e particularmente nas fileiras dos laticínios (Valente *et al.*, 2016).

O consumo anual de energia elétrica obteve-se através das faturas do comercializador de energia elétrica correspondentes ao ano 2015/2016. Na Figura 13 encontram-se os consumos mensais da indústria, onde se destaca que o consumo de energia total anual de **97 153 kWh**.

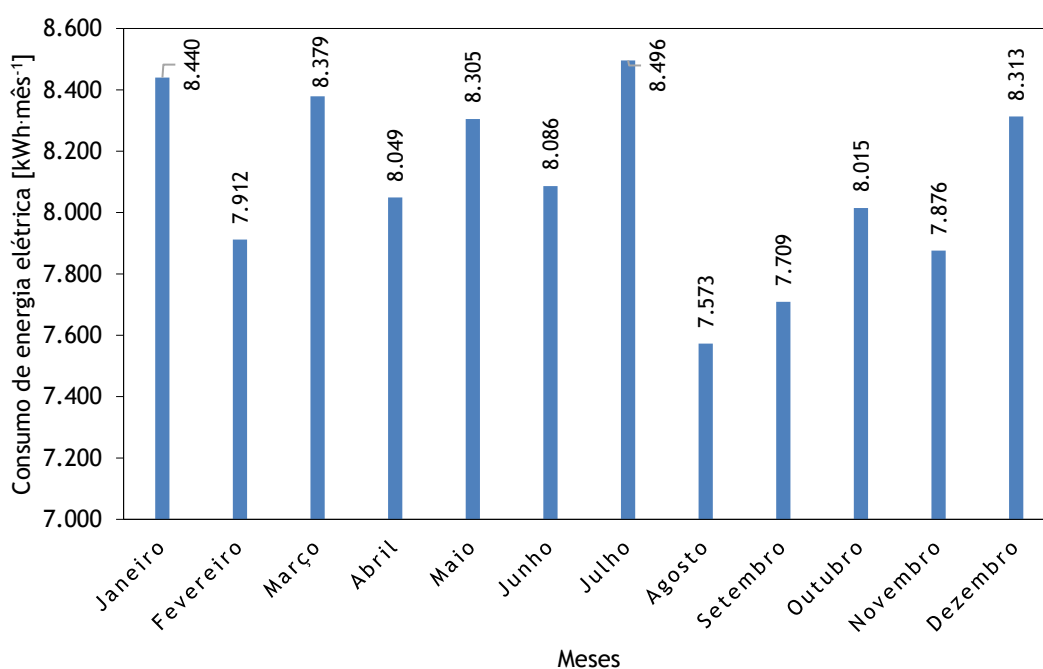


Figura 13 - Consumo de energia elétrica [kWh·mês⁻¹].

Relativamente ao gás propano, este é usado na caldeira de produção de água quente e vapor, usados no processo de fabrico do queijo e também para limpeza das instalações. De forma a apurar os consumos do gás propano, foi também efetuada uma análise às faturas do ano 2015/2016, onde se destaca um consumo anual de **5493 kg** de gás propano, como se pode verificar na Figura 14.

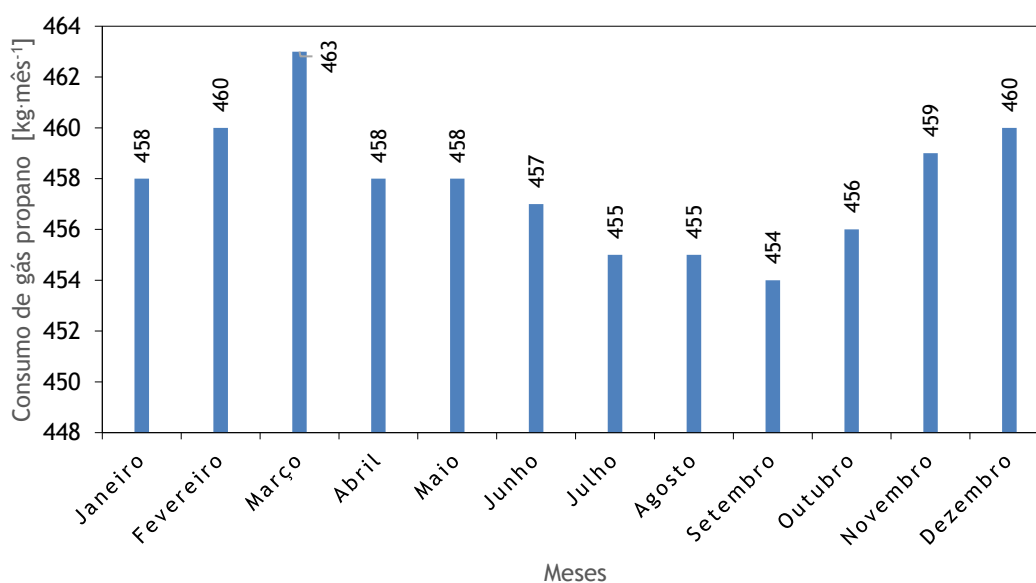


Figura 14 - Consumo de gás propano [kg·mês⁻¹].

Relativamente ao consumo de água anual destinado à produção do queijo e limpeza da fábrica, o mesmo foi obtido também a partir das faturas da água relativamente ao ano 2015/2016, sendo o gasto total anual de **980 600 L**, como se pode observar na Figura 15.

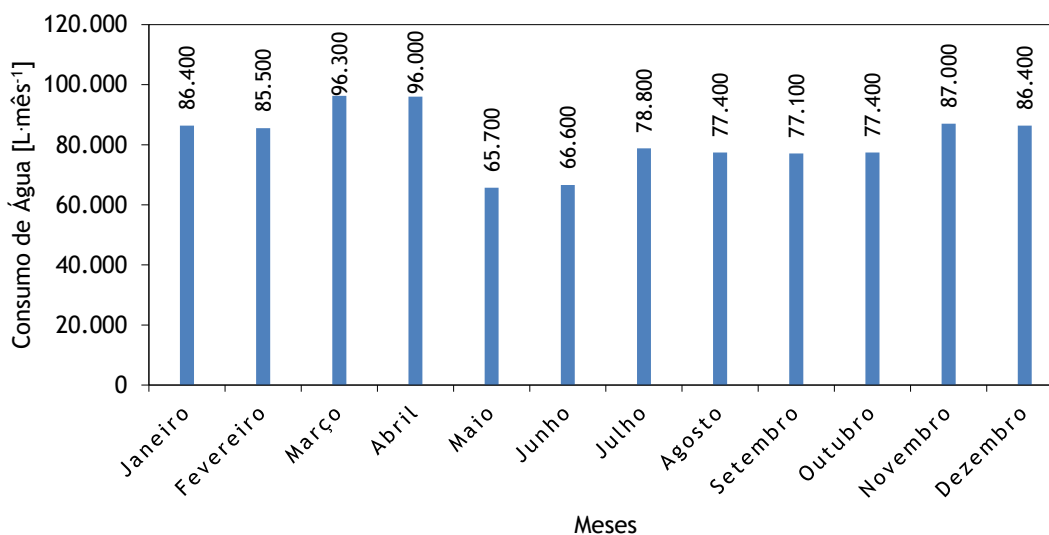


Figura 15 - Consumo de Água [L·mês⁻¹].

A distribuição anual do consumo energético total da empresa é de 78% de energia elétrica e 22% de gás propano (Valente *et al.*, 2016).

4.4.2.4. Leite e Queijo

Geralmente, as indústrias de fabrico de queijo de pequena dimensão como é o caso da queijaria em análise, caracterizam-se por uma atividade sazonal, visto que durante os meses de verão não há tanta matéria-prima, neste caso, leite. Contudo, atualmente verifica-se uma produção durante o ano inteiro como se pode verificar na Figura 16, graças a melhorias no setor primário, como por exemplo, sistemas de produção agropecuários mais intensivos e também a seleção de raças ovinas mais produtivas.

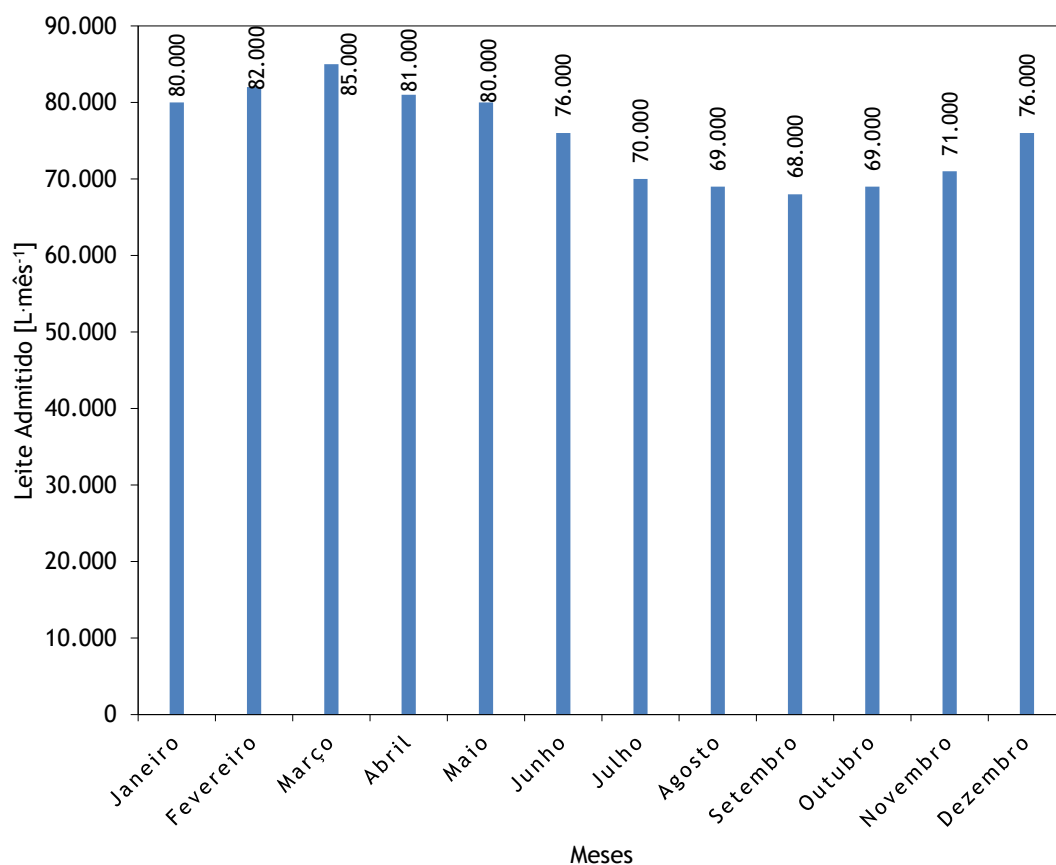


Figura 16 - Leite Admitido [L·mês⁻¹].

Na totalidade foram recolhidos **907 000 L** de leite referentes ao ano 2015/2016.

Relativamente à produção de queijo, não foi possível obter dados exatos. Ainda assim, considerando que para o fabrico de cada queijo de 1 kg são necessários 5,5 litros de leite, pode estimar-se uma produção de queijo no ano de 2015/2016 na ordem dos 164 909 kg. (Valente *et al.*, 2016).

4.4.3. Alocação

Para a alocação do sistema do queijo em estudo e à semelhança do estudo efetuado por ECODEEP (2014), não foi possível identificar os fluxos mássicos nem energéticos correspondentes a cada produto específico, devido ao grau de complexidade que esse tipo de análise acarreta.

Como tal, não foi efetuada nenhuma distinção de alocação na exploração leiteira entre fluxos para a produção de carne e leite, tendo-se considerado um sistema global só para produção de leite.

Também para o caso da alocação na queijaria não foi feita qualquer distinção entre produção de queijo e soro, optando-se por considerar um sistema global somente da produção de queijo. A ausência de alocação acabará por sobredimensionar os valores de emissões finais.

4.4.4. Metodologia abordada

Como foi abordado no terceiro capítulo durante a descrição de AICV, apenas as etapas de classificação e caracterização são obrigatórias e foram as únicas a serem realizadas no presente estudo, visto que as restantes não trariam qualquer tipo de informação sólida adicional para os objetivos do estudo (ECODEEP, 2014).

Na quantificação dos impactos, a metodologia escolhida recaiu sobre a avaliação de impactos pelo método *midpoint ReCiPe*, de forma a analisar como referido nos objetivos propostos, as categorias de impacto relativamente às alterações climáticas (AC), eutrofização da água doce (EAD), eutrofização marinha (EM) e

acidificação terrestre (AT). Para tal recorreu-se ao *software* Gabi 6.0, no qual se introduziram os dados de inventários recolhidos (ECODEEP, 2014).

4.4.5. Análise de Inventário de Ciclo de Vida

Na análise de um estudo de ACV, a qualidade dos dados é sempre diretamente proporcional aos dados adquiridos e usados na compilação do Inventário de Ciclo de Vida (ECODEEP, 2014).

Para a realização do ICV do presente estudo, foram usados principalmente dados reais, todos eles recolhidos para a produção anual relativos ao ano 2016, tanto para a cooperativa de produção do concentrado alimentar animal, como também na exploração leiteira e na queijaria onde, neste último caso, se recorreu a alguns dados de um estudo previamente elaborado na mesma queijaria, nomeadamente por Valente *et al.* (2016).

No entanto, quando perante dados inexistentes na simulação de *software* ou falta de informação, os dados reais poderão ser substituídos por outros semelhantes dentro da base dados ou eliminados quando desprezáveis.

Todos os dados primários de entradas e saídas contabilizados nos inventários relativamente à produção de leite e fabrico do queijo do presente estudo, estão representados de forma simplificada na Figura 17.

Tal como se pode verificar na Figura 17, o inventário contém 2 fluxos principais, o da exploração leiteira e o da fábrica de queijo. Dentro da exploração leiteira contabilizaram-se como dados de entrada: o cultivo das plantações alimentares do rebanho tanto da produção própria da exploração como também a necessária para a produção de ração, a eletricidade, o gasóleo para o funcionamento da caldeira e a água necessária, bem como os agentes de limpeza. Todos estes dados terão influência no impacto da produção do leite que posteriormente é transportado para a fábrica com o objetivo de produzir queijo.

No que diz respeito à fábrica do queijo, os dados mais importantes são sobretudo os energéticos de eletricidade e combustível para a caldeira, da água, embalagens e rótulos, agentes de limpeza e também o soro (que não foi contabilizado para a

emissão), de forma a obter um impacto ambiental final por uma UF de 1kg de queijo.

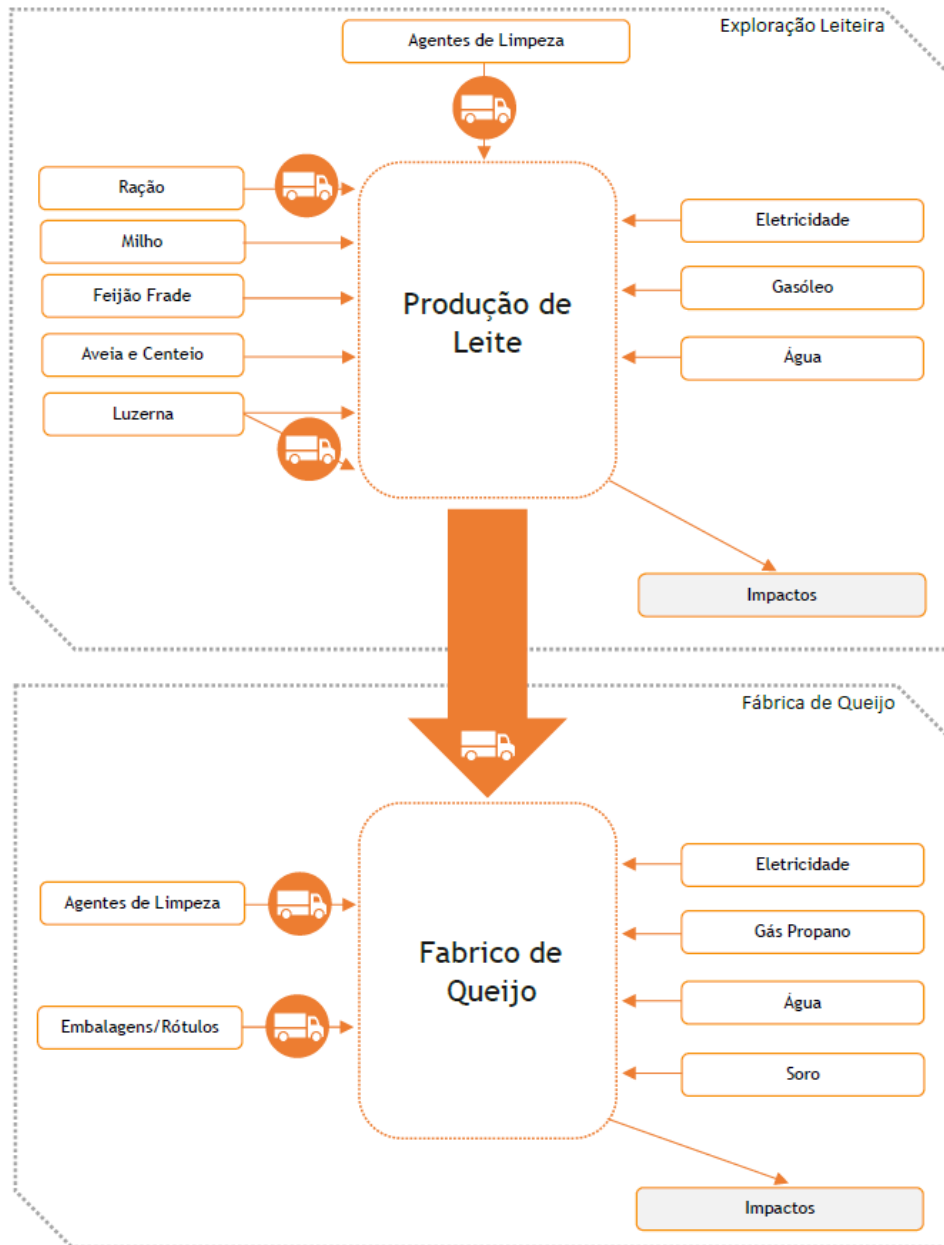


Figura 17 - Simplificação de entradas e saídas contabilizadas nos inventários dos vários sistemas do presente estudo.

4.4.5.1. Análise de Inventário da Produção da Alimentação Concentrada

Começando pelos dados relativos ao inventário da produção dos alimentos concentrados (S1), todos estes foram obtidos por via de questionário exposto no Anexo I, diretamente à cooperativa localizada em Espanha, fornecedora da exploração leiteira analisada. Obtiveram-se os dados referentes à composição da mistura, o consumo energético de eletricidade e gasóleo e os dados relativamente ao consumo de água. Todos estes dados se encontram apresentados na Tabela 9 de inventário.

Tabela 9 - Inventário da produção da mistura alimentar (S1) expresso pela UF de 1,39 kg de concentrado.

Fluxos	Unidade	Quantidades
Entradas da Tecnosfera		
Matérias-Primas		
Milho	kg	0,380
Farinha de Luzerna	kg	0,330
Aveia	kg	0,300
Girassol	kg	0,210
Farinha de Soja	kg	0,090
Semente de Algodão	kg	0,020
Farinha de Beterraba	kg	0,020
Outros (desprezável)	kg	0,010
Energia		
Eletricidade	kWh	0,030
Gasóleo	kg	0,001
Água	kg	0,007
Saídas para Tecnosfera		
Concentrado	kg	1,390
Saídas para Ambiente		
CO ₂ (Combustão)	g	1,630
CH ₄ (Combustão)	mg	0,066
N ₂ O (Combustão)	mg	0,013
NO _x (Combustão)	mg	11,250
CO (Combustão)	mg	1,447
NMVOG (Combustão)	mg	0,548
SO _x (Combustão)	mg	1,031

Optou-se pela UF de 1,39 kg, por forma a ser coerente com as tabelas posteriores relativamente à UF da produção de leite e também de forma simplificar a

introdução dos dados no *software* de forma a utilizar o output do inventário da ração no input do inventário da exploração leiteira.

Dentro do parâmetro “Outros” estão incluídos corretores vitamínicos (0,3%), ácidos gordos hidrogenados (0,3%), bicarbonato de sódio (0,3%) e melação de beterraba (0,1%). Contudo, estes não foram incluídos na análise devido à falta de informação disponível e também devido à sua baixa preponderância de 1% no total.

Os processos de produção das matérias-primas foram obtidos da base de dados *ecoinvent* (Ecoinvent, 2017) e os processos de produção energética da base de dados da ferramenta computacional GaBi (Thinkstep, 2017). Também devido à inexistência de luzerna na base de dados esta foi substituída por trevo, por uma questão de semelhança como será abordado mais à frente.

4.4.5.2. Análise de Inventário da Produção das Forragens

Relativamente aos dados de inventário da produção das forragens na exploração leiteira estudada no presente trabalho, também aqui os dados são maioritariamente reais, recolhidos na própria exploração através de questionários, expostos no Anexo II.

Obteve-se a quantidade de sementes plantadas e o rendimento médio para cada cultura distinta, nomeadamente a luzerna, o feijão-frade, o milho, o centeio e a aveia, as quantidades de fertilizante animal (estrupe) usadas em cada cultura, o consumo de gasóleo para a maquinaria agrícola onde estão inseridos tratores de 80 cv, 100 cv e 120 cv, bem como uma ceifeira-debulhadora de 200 cv, utilizados nos processos agrícolas.

Como já referido anteriormente no capítulo 4.4.2., a exploração estudada é tipicamente regional, tratando-se de uma exploração de agricultura biológica e de plantações em regime sequeiro. Como tal, não estão listados fertilizantes minerais nem herbicidas, nem eletricidade e água para a rega no inventário apresentado na Tabela 10.

Também durante a simulação no *software* GaBi teve-se em consideração a escolha de dados de plantação biológica sempre que possível.

Tabela 10 - Inventário da Produção de Forragens (S2), expresso pela UF de 1 ha de cultivo.

Fluxos	Unidade	Luzerna	Feijão Frade	Milho	Centeio	Aveia
Entradas p/ Tecnosfera						
Sementes	kg	45	25	30	180	180
Estrume	t	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Gasóleo (Maquinaria)	kg	105,8	47,9	35,3	18,5	17,6
Eletricidade (Irrigação)	kWh	-	-	-	-	-
Entradas do Ambiente						
Água rega	m ³	-	-	-	-	-
Áreas de plantação	ha	3	100	30	70	100
Saída para Tecnosfera						
Rendimento colheita	t	10,0	0,5	0,7	0,4	0,5

De forma a calcular o consumo de gasóleo da maquinaria agrícola, verificou-se o tempo de operação anual de todos os equipamentos para cada cultivo, dados que foram obtidos via questionário.

No tempo de operação anual incluíram-se as operações efetuadas nos terrenos de cultivo tais como, os processos de preparação dos solos que incluem a distribuição e transporte do estrume desde a exploração até aos terrenos, do semeio de culturas, da colheita e corte de cultura e também do seu transporte até ao armazém. Todos os dados foram obtidos através do questionário, exceto este último que foi estimado recorrendo a ECODEEP (2014).

Posteriormente, consultou-se o consumo médio de cada trator em Albino (2009) e para a ceifeira-debulhadora através do questionário, tendo-se obtido desta forma o consumo anual de gasóleo total para cada cultivo distinto como se pode observar na Tabela 11.

No entanto, é importante referir que o gasóleo bem como esta tabela de consumos, servem somente como forma explicativa do cenário real, pois ao simular o sistema na ferramenta computacional GaBi, os dados referentes à produção das forragens já incluem o consumo de gasóleo estimado para cada plantação.

Tabela 11 - Consumo de gasóleo da maquinaria agrícola para a produção das diferentes culturas por hectare.

Maquinaria Agrícola Feijão Frade (1ha)	Tempo de operação/ano [h·ha ⁻¹]	Consumo do equipamento [L·h ⁻¹]	Consumo de gasóleo/ano [L]	Consumo total
Trator 80 cv	3,0	7,2	22	57 L
Trator 120 cv	1,5	10,8	16	
Trator 140 cv	1,5	12,6	19	
Maquinaria Agrícola Milho (1 ha)				Consumo total
Trator 80 cv	2,5	7,2	18	42 L
Trator 120 cv	1,0	10,8	11	
Trator 140 cv	1,0	12,6	13	
Maquinaria Agrícola Luzerna (1 ha)				Consumo total
Trator 80 cv	13,0	7,2	94	126 L
Trator 120 cv	3,0	10,8	32	
Maquinaria Agrícola Centeio (1 ha)				Consumo total
Trator 80 cv	2,6	7,2	19	22 L
Ceifeira Debulhadora 200 cv	0,2	16,0	3	
Maquinaria Agrícola Aveia (1 ha)				Consumo total
Trator 80 cv	2,6	7,2	19	21 L
Ceifeira Debulhadora 200 cv	0,1	16,0	2	

4.4.5.3. Análise de Inventário da Produção de Leite

No que toca aos dados referentes ao inventário do subsistema (S3) da produção de leite cru ovino na exploração leiteira, todos foram obtidos uma vez mais via questionário, exposto no Anexo II, com todos os dados listados na Tabela 12.

Para obter a quantidade de concentrado por unidade funcional do leite, recorreu-se à informação obtida no questionário de que por dia cada animal se alimenta com 1,2 kg de concentrado. O valor foi então multiplicado pelos 950 animais da

exploração e multiplicado novamente pelos 365 dias do ano, o que resulta em 416 000 kg (416 t) de alimentação concentrada anual.

Relativamente às forragens, o da luzerna é um caso peculiar no qual se incluiu a luzerna comprada exteriormente de 100 t·ano⁻¹. As restantes forragens destinadas à alimentação e à transformação em palha foram calculadas consoante a produção em toneladas anual de cada cultura e posteriormente convertidas para a unidade funcional de 1 kg de leite ovino cru. Para o caso da água, os gastos já foram abordados no capítulo 4.4.2.1 onde se obteve um consumo anual de 2358 m³. Para o caso da eletricidade, optou-se por separar a energia despendida durante a fase de ordenha da fase da refrigeração para uma melhor representação de cada parcela, onde se considerou 22 995 kWh e 26 280 kWh anual respetivamente, dados estes obtidos no questionário à exploração leiteira tipo. No que diz respeito aos agentes de limpeza, também já foram abordados na descrição do capítulo dos sistemas 4.4.2.1.

Tabela 12 - Inventário referente à produção de leite (S3), expresso pela UF de 1kg de leite ovino cru.

Fluxo	Unidade	Valor
Entradas da Tecnosfera		
Alimentação		
Concentrado	kg	1,390
Forragem Luzerna	kg	0,100
Forragem Luzerna importada	kg	0,330
Forragem Feijão Frade	kg	0,170
Forragem Milho	kg	0,070
Palha Aveia	kg	0,100
Palha Centeio	kg	0,170
Água	dm ³	7,860
Eletricidade (Ordenha)	kWh	0,077
Eletricidade (Refrigeração)	kWh	0,088
<i>Agentes de Limpeza</i>		
Hipoclorito de Sódio	mL	1,200
Ácido Fosfórico	mL	0,200
Saídas Tecnosfera		
Leite	kg	1,000
Estrume	kg	0,500
Saídas para Ambiente		
CH ₄ (Fermentação entérica)	g	25,300
CH ₄ (Gestão dos dejetos)	g	0,900
NH ₃ (Dejetos)	g	1,270
NH ₃ (Ar livre)	g	2,530

No que diz respeito à simulação deste inventário no *software*, é importante referir que devido à ausência de luzerna na base de dados, esta foi substituída por trevo devido às suas semelhanças e por ser uma prática de plantação comum nesta região e também para animais ruminantes (DGADR, 2017).

Também o feijão-frade sofreu alterações e foi substituído por favas, visto ser o único feijão disponível com plantação biológica e que assim mais se assemelha ao caso real.

4.4.5.4. Análise de Inventário da Produção do Queijo

À semelhança do estudo ECODEEP (2014), deu-se preferência aos dados primários da fábrica do queijo selecionada para o presente estudo.

Toda essa informação foi obtida via questionário exposto no Anexo III, exceto as informações relativas ao consumo energético de eletricidade, gás propano e à produção de leite anual, que foram obtidos a partir do estudo realizado na mesma queijaria por Valente *et al.* (2016).

Relativamente ao cardo, são usados 100 L anuais em forma líquida, quantia essa que se torna desprezável bem como por falta de informação e não foi incluída na simulação.

No que diz respeito aos agentes de limpeza, foram contabilizados 750 L anuais para cada um dos agentes mencionados.

A nível de materiais recicláveis foram considerados 500 kg anuais de cartões e papéis de rótulo e a nível de plásticos cerca de 30 kg anuais, assim considerado desprezável.

Todos os dados foram inventariados segundo a unidade funcional de 1 kg de queijo curado à semelhança de todos os estudos semelhantes analisados. Todo o inventário contém dados médios relativamente ao ano de produção de 2015/2016.

O soro, produto resultante dos produtos lácteos, não foi contabilizado, visto ser reciclado para produtores locais, usado como alimento animal, pelo que não

apresenta impactos ambientais associados à fábrica. No entanto tem um peso de produção anual de 120 000 L.

Tabela 13 - Inventário referente à fabrica de queijo, expresso pela UF de 1 kg de queijo ovino curado.

Fluxo	Unidade	Valor
Entradas da Tecnosfera		
Leite Cru	kg	5,500
Sal	kg	0,040
Cardo	L	Desprezável
<i>Agentes de Limpeza</i>		
Hipoclorito de Sódio	mL	4,550
Ácido Nítrico	mL	4,550
<i>Energia</i>		
Eletricidade	kWh	0,589
Gás Propano	kg	0,033
Cartão / Rótulos	kg	0,003
Plástico	kg	Desprezável
Água	kg	5,950
Saídas para Tecnosfera		
<i>Produtos</i>		
Queijo Curado	kg	1
Soro liquido	L	Desprezável
Saídas para Ambiente		
CO ₂ (Combustão)	g	84,600
CH ₄ (Combustão)	mg	1,340
N ₂ O (Combustão)	mg	0,134
NO _x (Combustão)	mg	0,099
CO (Combustão)	mg	0,039
NM _{VOC} (Combustão)	mg	0,031
SO _x (Combustão)	mg	0,001

4.4.5.5. Análise de Inventário dos Transportes

O perfil dos transportes inclui toda a logística de carrinhas ou camiões necessários para as diversas entradas tanto no subsistema da exploração leiteira como também da fábrica do queijo, desde o seu local de produção ou distribuição até ao destino em análise tal como está descrito na Tabela 14.

Os processos dos dados de transporte foram obtidos a partir dos questionários da exploração leiteira (Anexo II) e da queijaria (Anexo III), como também a partir da ferramenta computacional GaBi (Thinkstep, 2017).

Os dados listados na Tabela 14 incluem somente as deslocções de ida, sendo que o *software* calculará automaticamente a frequência de idas e voltas necessárias atendendo aos dados inseridos no mesmo.

Para o caso das sementes, não foi incluída a deslocção pois grande parte das mesmas é de armazenamento próprio, segundo se apurou via questionário.

Tabela 14 - Transportes referentes à exploração leiteira e fábrica de queijo.

Material Transportado	Tipo de Transporte	Distância	Qualidade Dados
Exploração Leiteira			
100 t Luzerna Externa	Camião 27 t	180 km	Reais
Sementes	(Própria)	(Própria)	Reais
Agentes de Limpeza	Carrinha	400 km	Reais
Alimentos Concentrados	Camião 17 t	300 km	Reais
Deslocção Leite p/ Queijaria	Carrinha	25 km	Reais
Fábrica Queijo			
Agentes de Limpeza	Carrinha	50 km	Reais
Retalho	Carrinha	100 km	Estimado
Rótulos/Papel/Cartão	Carrinha	50 km	Reais

As deslocções referentes à exploração leiteira são maioritariamente de produtos vindos de Espanha. A fábrica efetua principalmente transportes dentro do país e sobretudo regionais.

4.4.5.6. Saídas para o Ambiente

Apesar da ferramenta computacional calcular muitas das emissões relativamente às entradas e saídas inseridas, existem algumas limitações que tornam necessário a inserção de dados complementares calculados manualmente.

É este o caso para as Tabelas 9, 12 e 13 com referência a saídas para o ambiente, onde pelo *software* não se calcularam as emissões de combustão de caldeiras, as emissões da fermentação entérica do gado, como também a gestão de dejetos na exploração e o NH₃ em estábulo bem com ao ar livre, sempre que aplicável.

As emissões foram calculadas pelas equações dos fatores de emissão (*Tier 1*) oriundas de “*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” (IPCC, 2006b) como também de “*Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*” (EMEP/EEA, 2016).

Segundo o IPCC e EMEP/EEA, os cálculos das emissões estão divididos em três *Tiers* com níveis de detalhe distintos, no qual o *Tier 1* é o método mais básico, e os *Tiers* sucessivos vão ficando mais complexos e detalhados até ao *Tier 3*, sendo aquele que requer maior recolha de dados e informação.

Para países sem um fator de emissão pré-determinado, o mais recomendado é o *Tier 1*, pois recorre a dados padronizados indicados pelo IPCC (Gaspar, 2016).

4.4.5.7. Emissões de Combustão das Caldeiras

Para as emissões relativas à combustão de caldeiras recorreu-se à Equação 1 para o cálculo de todas as emissões (IPCC, 2006b).

$$Emissões_{combustível} = Consumo_{combustível} \times FE_{combustível} \quad (1)$$

Onde,

$Emissões_{combustível}$ = emissões de um gás, segundo o tipo de combustível usado
[kg_{gás}]

$Consumo_{combustível}$ = quantidade de combustível usado para combustão [TJ]

$FE_{combustível}$ = fator de emissão de um gás de emissão segundo o combustível usado para combustão [kg_{gás}·TJ⁻¹]

No consumo de combustível considerou-se também o rendimento das caldeiras, sendo que para a caldeira a gasóleo presente na fábrica de ração animal se considerou um rendimento de 85% e para a caldeira a gás propano presente na queijaria um rendimento de 87% (ADENE, 2010).

O consumo de combustível foi calculado segundo a Equação 2:

$$\text{Consumo}_{\text{combustível}} = \text{PCI}_{\text{combustível}} \times \text{Quantidade}_{\text{combustível}} \times \eta_{\text{caldeira}} \quad (2)$$

Onde,

$\text{Consumo}_{\text{combustível}}$ = quantidade de combustível usado para combustão (TJ)

$\text{PCI}_{\text{combustível}}$ = poder calorífico do combustível (TJ·Gg⁻¹)

$\eta_{\text{combustível}}$ = rendimento da caldeira

Para o caso da caldeira a gasóleo foi considerado um PCI de 43 TJ·Gg⁻¹ e de 46,3 TJ·Gg⁻¹ para o caso da caldeira a gás propano (IPCC, 2006a).

4.4.5.8. Emissões de Fermentação Entérica

Produções com gado podem resultar em emissões de metano (CH₄) dos animais ruminantes devido aos seus sistemas digestivos voláteis, designada por fermentação entérica. Segundo o IPCC (2006c), esta pode ser calculada pela Equação 3 (*Tier 1*).

$$\text{Emissão} = FE \times \left(\frac{N}{10^6}\right) \quad (3)$$

Onde,

Emissão = emissões de metano resultantes da fermentação entérica (Gg_{CH₄}·ano⁻¹)

FE = fator de emissão consoante o tipo de gado (kg_{CH₄}·ano⁻¹)

N = número de animais por local

Perante esta equação, escolheu-se um fator de emissão tabelado para as ovelhas de 8 kg (IPCC, 2006c) e consideraram-se $N = 950$ ovelhas.

4.4.5.9. Emissões de Gestão dos Dejetos

Regra geral, as maiores emissões de CH_4 resultam da fermentação entérica. Ainda assim, foram calculadas as emissões de gestão dos dejetos bem como as emissões de NH_3 dos dejetos gerados em estábulo e ao ar livre. Estes são gerados pelo armazenamento do estrume e a sua decomposição (IPCC, 2006c).

A equação para gestão de dejetos é igual à equação anterior, no entanto com fatores de emissão diferentes, tendo-se optado por um fator de emissão de 0,28 (IPCC, 2006c).

Para calcular as emissões resultantes de NH_3 tanto em estábulo como ao ar livre, o IPCC (2006c) recomenda a utilização da Equação 4:

$$NH_3_{total} = \sum FE_{Total} \times N \quad (4)$$

Onde,

NH_3_{total} = emissões de amônia total resultantes dos dejetos ao ar livre e em estábulo ($kg \cdot NH_3 \cdot ano^{-1}$)

FE = fatores de emissão consoante o local e animal

N = número de animais anuais por local

Para determinar estas emissões considerou-se um fator de emissão de 0,4 para as emissões em estábulo e 0,8 ao ar livre com 950 animais anuais.

4.4.6. Casos de Estudo - Cenários

4.4.6.1. Cenário 1 - Introdução de Sistema Solar Térmico

De forma a melhorar a eficiência energética da presente queijaria, poderá simular-se a introdução de um sistema solar térmico para produção de águas quentes sanitárias por forma a auxiliar, reduzindo o consumo, da caldeira a gás propano.

Na queijaria em estudo, as águas quentes e o vapor são gerados essencialmente por meio de energia térmica da queima de combustível da caldeira, que poderão ser obtidos também através dos painéis solar térmicos.

O dimensionamento do sistema solar térmico considerado baseia-se no dimensionamento já feito na mesma queijaria por Valente *et al.* (2016), com o objetivo de obter 630 litros de água a 55 °C por meio de 4 painéis.

De forma a calcular a carga térmica mensal do sistema solar térmico recorreu-se à Equação 5 (Valente *et al.*, 2016):

$$Q = \frac{m \times c_p \times (T_c - T_e)}{1000000} \quad [MJ] \quad (5)$$

Onde,

Q = carga térmica mensal [MJ·mês⁻¹]

m = massa da água que é necessária aquecer [kg]

c_p = calor específico da água [J·kg⁻¹·°C⁻¹]

T_c = temperatura da água de consumo [°C]

T_e = temperatura da água de entrada [°C]

Relativamente aos valores, considerou-se os 630 litros·dia⁻¹ referidos anteriormente, estando assim a carga térmica mensal dependente dos dias em funcionamento de cada mês da queijaria. Relativamente ao c_p , considerou-se o valor de 4183 J·kg⁻¹·°C⁻¹. Em relação às temperaturas da água, considerou-se a temperatura de consumo

de 55 °C e uma temperatura da água de entrada de 15 °C, baseada no valor da temperatura média anual em Castelo Branco.

Após os cálculos obteve-se uma carga térmica anual de **27 402 MJ**, tendo em conta a energia térmica de 221 000 MJ anual da caldeira, considerando um rendimento da caldeira de 87%. Considerou-se para a simulação em *software*, um cenário com uma redução de cerca 13% do gás propano anual, o que implicou também uma retificação no cálculo das emissões de caldeira na saída do inventário, bem como um reajustamento das massas energéticas de entrada.

A retificação das emissões para o ambiente, no inventário da queijaria expressa pela unidade funcional de 1 kg de queijo ovino curado encontram-se indicadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Reajustes de emissões para o ambiente no inventário referente à fabrica de queijo, expresso pela UF de 1 kg de queijo ovino curado.

Saídas para Ambiente	Unidade	Valor
CO ₂ (Combustão)	g	74,200
CH ₄ (Combustão)	mg	1,180
N ₂ O (Combustão)	mg	0,118
NO _x (Combustão)	mg	0,087
CO (Combustão)	mg	0,034
NM _{VOC} (Combustão)	mg	0,027
SO _x (Combustão)	mg	0,001

4.4.6.2. Cenário 2 - Introdução de Painel Solar Fotovoltaico na Queijaria

Outra alternativa que visa melhorar a eficiência energética da queijaria é a simulação da introdução de um sistema de painéis solares fotovoltaicos, permitindo produzir eletricidade de forma mais limpa e consequentemente emissões mais reduzidas.

Para o dimensionamento dos painéis fotovoltaicos recorreu-se ao simulador online de radiação solar PVGIS, que permite efetuar uma simulação de painéis para um

determinado local com uma determinada potência nominal de pico e que contabiliza todos os desperdícios inerentes aos painéis.

Para este caso concreto escolheu-se a localidade de Castelo Branco, local onde se localiza a fábrica do queijo, com painéis de 6 kWp de potência nominal e com uma combinação de perdas na ordem dos 26% (PVGIS, 2017).

Na Figura 18 estão representados os valores de potência mensais já com todas as perdas associadas, sendo a produção de eletricidade anual total de **9 310 kWh**. Assim, tendo em conta que os gastos anuais da fábrica são de 97 153 kWh, considerou-se mais uma vez para a simulação em *software* uma redução na ordem dos 10% da eletricidade anual.

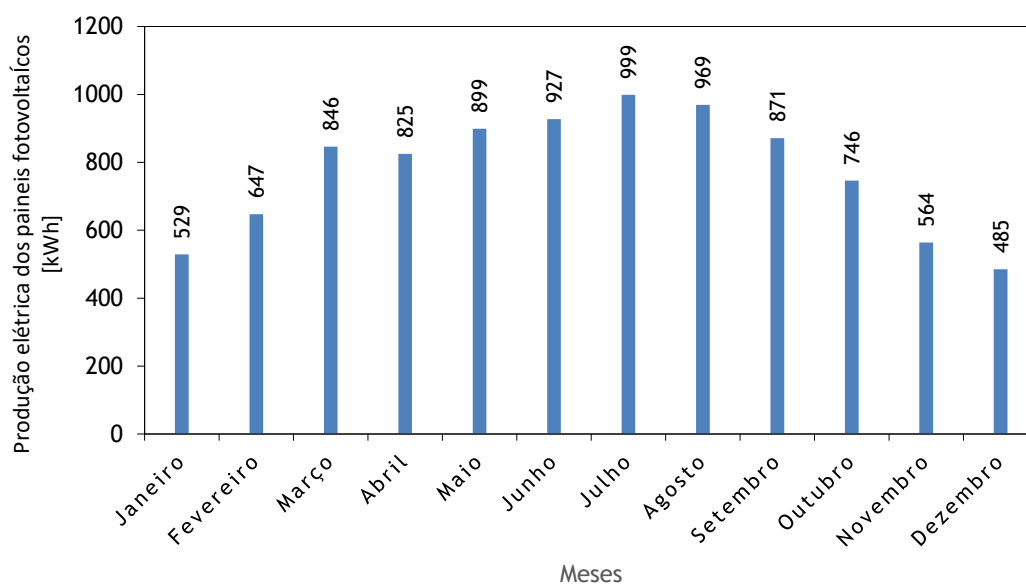


Figura 18 - Produção elétrica dos painéis fotovoltaicos [kWh] (PVGIS, 2017).

Relativamente à redução das emissões referentes à eletricidade, estas foram automaticamente calculadas pelo *software*, através da base de dados relativos à eletricidade (thinkstep, 2017).

4.4.7. Ferramenta Computacional de ACV: GaBi

Devido à complexidade e dimensão de dados de um estudo ACV, é frequente recorrer-se a ferramentas computacionais auxiliares que permitem viabilizar, otimizar e economizar os estudos nesta área.

Para esta análise, foi usada a ferramenta computacional GaBi, sendo esta uma das mais conceituadas nesta temática, disponíveis no mercado. Este *software* foi desenvolvido na Alemanha pela empresa thinkstep, anteriormente conhecida por PE International, cujo nome tem um significado de balanço holístico, no fundo aquele que é o objetivo do ACV, estudar o balanço de um sistema como um todo.

Este *software* assenta na experiência obtida em inúmeros de projetos de ACV de empresas e associações de renome, sendo compatível com qualquer fase de estudo em análise. Permite a análise de todos os fluxos de material, energia e emissões, apresentando um desempenho instantâneo em diversas categorias de impacto à escolha do utilizador, permitindo-lhe à posteriori tomar decisões o mais informado possível (GaBi, 2017).

Com base na ideologia da ACV, este *software* permite analisar o desenvolvimento de produtos que cumpram com normas ambientais, o que leva a um aumento da eficiência ecológica. Assim, permite prever a possível redução de material, energia ou recursos da maneira mais eficiente em termos de custo, o que resulta consequentemente na redução da pegada ambiental. Por meio destas características, permite aumentar o rendimento das cadeias de valor, tais como as da produção, fornecimento e distribuição, bem como reduzir os custos dos produtos através da otimização de processos. Todas estas características acrescentam valor ao negócio e valorizam as marcas (GaBi, 2017).

Para a realização deste estudo, foi utilizada a base de dados própria disponibilizada pelo GaBi, sobretudo para a informação energética dos inventários e dos dados de transporte dos materiais. Como este *software* permite trabalhar com bases de dados externas mais amplas, recorreu-se à base de dados do *ecoinvent* (Ecoinvent, 2017), base de dados suíça, pelo que os resultados finais poderão ter alguma discrepância resultante da diferença de processos entre Portugal e a Suíça. Contudo é de referir que esta base de dados é uma das mais precisas e atualizadas do mercado.

4.4.7.1. Simulação dos Inventários

Para a modelação e simulação dos inventários descritos no capítulo 4.4.5., recorreu-se à divisão de forma simplificada da informação dos vários inventários em dois planos distintos: (1) o plano da produção de leite referente a toda atividade animal, agrícola e da produção das rações para os animais e (2) o plano da produção do queijo referente aos dados da fábrica produtora de queijo.

A integração do sistema da produção de rações com o sistema da exploração leiteira prende-se com o facto de ambas terem muitos dos processos agrícolas em comum, nomeadamente na produção de culturas da mesma espécie.

Para a simulação do presente estudo representado na Figura 19, foram inseridos numa primeira fase os processos principais, isto é, o processo da fábrica da ração animal e o processo da produção de leite na exploração leiteira, ambos representados pelo símbolo azul. Após esta fase, foi prescrito o circuito de cada processo com a produção da eletricidade da rede referente ao ano de 2015, visto que ambos necessitam de eletricidade para o seu funcionamento. Posteriormente, procedeu-se da mesma forma para a ligação à água da rede de ambos os processos, visto estar presente em ambos no inventário. Após este procedimento efetuaram-se as ligações dos meios de transporte dos materiais, realçando que, para o funcionamento dos mesmos, é necessário combustível, o que levou à adição de um camião em cada um dos processos para o transporte de combustível. Todos os camiões e carrinhas foram ligados à refinaria de combustível, tal como ocorre no caso da ligação da eletricidade à rede, estando representados pelo símbolo amarelo visível na Figura 19, representando processos de cariz energético. Assim, os transportes apresentados no mapa são para o transporte de forragens externas, dos agentes de limpeza, da ração para a exploração leiteira e da deslocação do leite para a queijaria tal como apresentado na Tabela 14. Os restantes dois transportes, como referido anteriormente, estão destinados ao transporte do combustível necessário para o funcionamento dos outros meios de transporte. As deslocações necessárias são automaticamente calculadas pelo próprio *software* mediante a quantidade do material transportado.

Numa última fase introduziram-se os processos agrícolas referentes às culturas agrícolas destinadas à alimentação do rebanho para posteriormente ligar a cada sistema principal, isto é, ao processo da fábrica da ração e também da exploração

leiteira. Nestes processos, estão contidos os dados de consumo de combustível dos tratores e outras máquinas agrícolas e também os dados referentes à fertilização de cada cultura, dados estes fornecidos pela base de dados do *Ecoinvent*. De forma a manter a simulação o mais próximo possível da realidade do presente estudo, tentou-se sempre recorrer às culturas biológicas sempre que disponíveis na base de dados. Na impossibilidade de proceder dessa forma, escolheu-se a cultura com processos de agricultura intensiva, estando esta sujeita a fertilização e ao uso de herbicidas e pesticidas, apresentam a sigla “IP” significando “intensive production”, não coincidindo na totalidade com o caso estudado. Também algumas culturas originais tiveram de ser alteradas para outras semelhantes como já referido anteriormente na subsecção 4.4.5.3., nomeadamente a luzerna pelo trevo e o feijão frade pela fava. Relativamente às quantidades de inventário de cada cultura, as mesmas são controladas dentro do processo principal, representados a azul na Figura 19.

Por fim adicionaram-se os processos dos agentes de limpeza e efetuou-se a sua ligação ao processo principal e também ao seu transporte, restando assim somente os dados referentes à queijaria. Estes são visíveis na Figura 19, mas não detalhados, pois foi elaborado num plano à parte e será descrito em pormenor mais adiante.

Após a conclusão de todo o mapeamento presente na Figura 19, introduziram-se as quantidades dos dados de inventário abordados na seção 4.4.5. nos dois processos principais em formas de *inputs* e *outputs* sendo que a unidade funcional será sempre o *output* principal de cada sistema.

As siglas iniciais que surgem nos processos da Figura 19 são referentes ao país de onde a informação da base de dados origina, sendo que para este caso aparece “CH”, referente a dados suíços, “PT” referente a dados portugueses, “RER” e “EU” referente a dados europeus e por último “US” referente a dados americanos (GaBi, 2017).

Para a simulação do plano da queijaria inserido na fase final do plano anterior, procedeu-se da mesma forma, começando por inserir o processo principal que neste caso é a queijaria e que é facilmente identificável pelo marcador azul. Posteriormente são inseridos todos os dados de inventário internamente. Após esta fase, agregou-se novamente o processo principal com os processos relativos à

energia, água, transportes e agentes de limpeza. Neste caso existem duas diferenças, pois contabilizou-se também o cartão e papel utilizado pela queijaria, bem como a produção de gás propano que alimenta a caldeira. Todos estes procedimentos são de fácil visualização na Figura 20 correspondente ao plano da queijaria.

Por fim inseriram-se os dados de inventário apresentados na secção 4.4.5. no processo da queijaria segundo a UF de 1 kg de queijo, e anexou-se este ciclo ao global como pode ser visualizado na Figura 19 em “produção de queijo”. Após estas fases concluídas, o *software* fornece toda a informação relativa às emissões de todo o ciclo de vida do produto, que é o queijo. Os dados dessa informação serão analisados e discutidos no próximo capítulo.

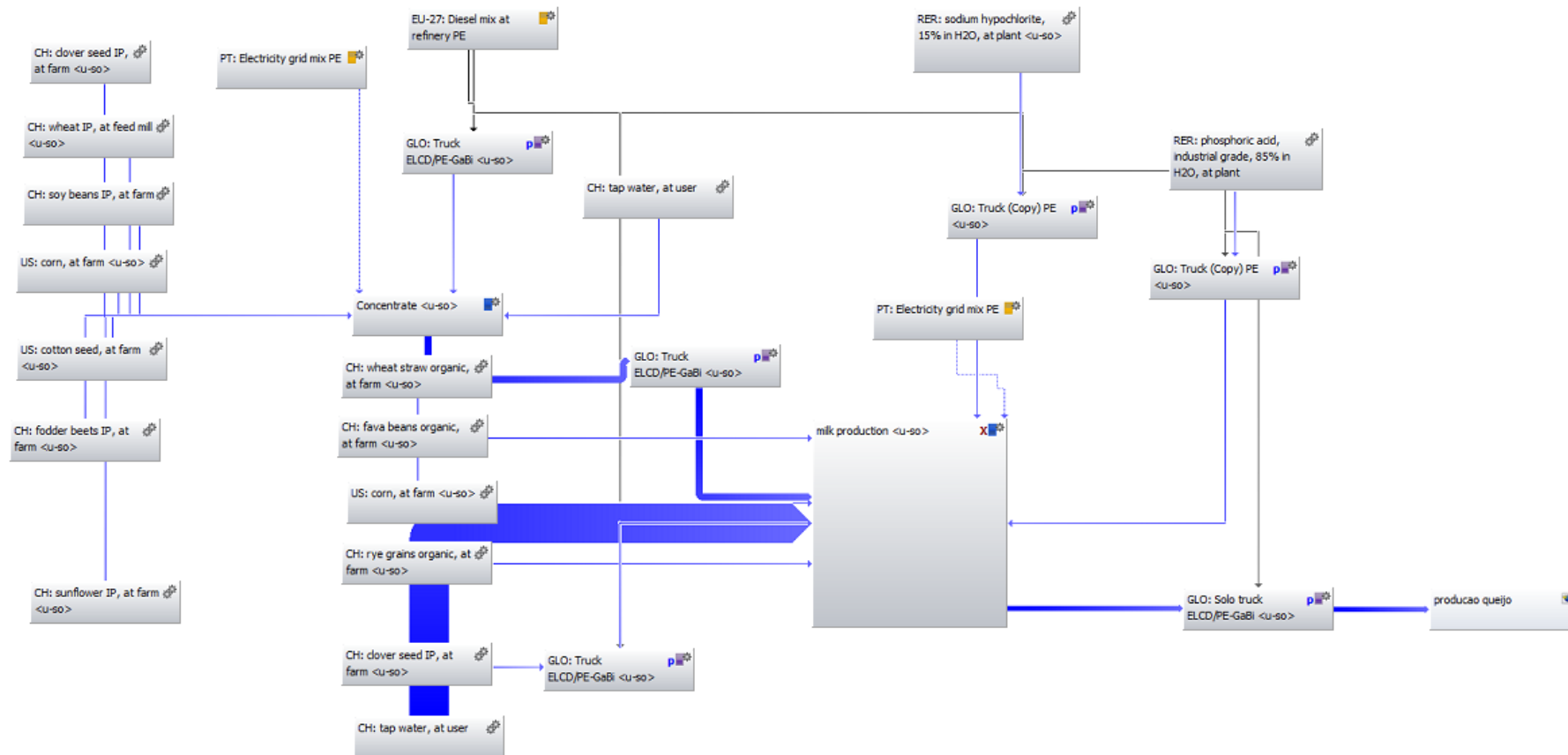


Figura 19 - Simulação do ciclo de vida global no *software* GaBi: Plano de produção de leite referente a toda atividade animal, agrícola e da produção das rações para os animais.

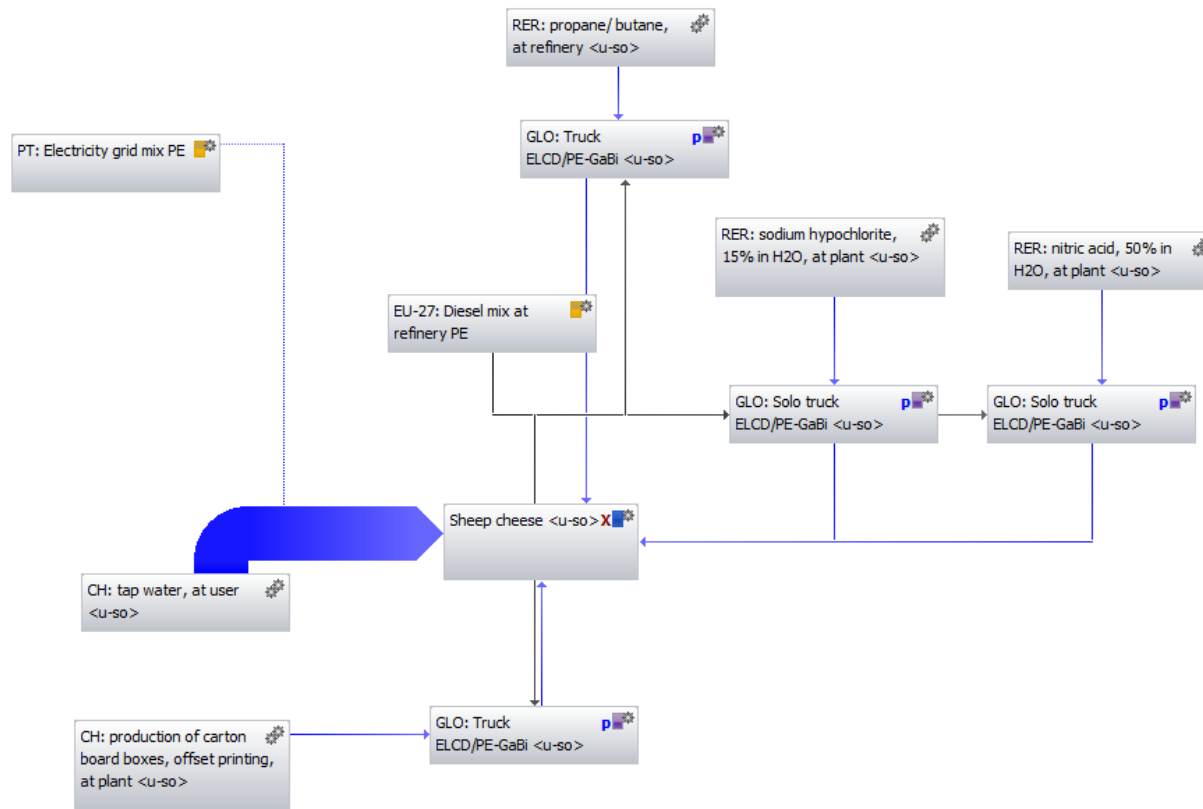


Figura 20 - Simulação do ciclo de vida apenas da queijaria no *software* GaBi: Plano da produção do queijo referente aos dados da fábrica produtora de queijo.

5. Análise e Discussão de Resultados

5.1. Introdução

A análise e discussão de resultados permite avaliar toda a informação obtida, analisando os inventários na globalidade do sistema, bem como todos os impactos relativos às emissões com base em parâmetros e categorias de impacto, tendo como objetivo retirar as devidas conclusões de todos os resultados obtidos.

Com base no objetivo do estudo, a análise foi orientada no sentido de evidenciar o contributo ambiental das várias fases do ciclo de vida do queijo, contabilizando não só a fase de produção, mas também a fase agrícola da exploração leiteira, tendo como objetivo apresentar os impactos totais de ambas, assim como a fase de produção isolada e os diferentes cenários alternativos abordados no capítulo anterior.

5.1.1. Análise dos Impactos Ambientais Globais

A Tabela 16 apresenta os impactos ambientais globais de todo o ciclo de vida referente à produção de 1 kg de queijo. São apresentados os resultados referentes às alterações climáticas, eutrofização da água marinha e doce, bem como da acidificação terrestre.

Tabela 16 - Resultados da ACV referente à produção do queijo (adaptado de ECODEEP (2014))

Impacto Ambiental	Unidade	Valor
Alterações Climáticas (AC)	kg CO ₂ equivalente	14,96
Acidificação Terrestre (AT)	kg SO ₂ equivalente	0,094
Eutrofização de Água Doce (EAD)	kg P equivalente	0,0023
Eutrofização Marinha (EM)	kg N equivalente	0,072

Com o objetivo de demonstrar a contribuição relativa de cada processo segundo cada categoria de impacto para a produção do queijo exposta na Tabela 16, apresenta-se a Figura 21. Pela análise da Figura 21 conclui-se que a globalidade dos processos para a produção de leite são indubitavelmente o principal *hotspot* ambiental da produção de queijo do presente estudo. Na próxima secção analisar-se-á mais detalhadamente os resultados para as quatro distintas categorias ambientais.

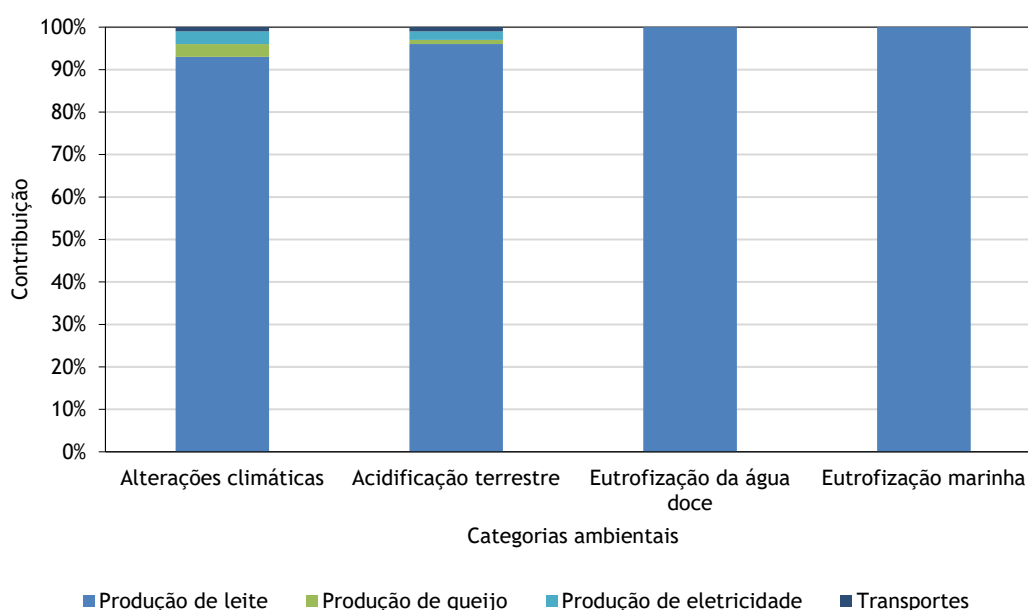


Figura 21 - Contribuição relativa dos processos envolvidos para a produção do queijo.

5.1.1.1. Análise às Alterações Climáticas

Na categoria de impacto referente às alterações climáticas, a produção de queijo curado por UF é responsável pela emissão de 14,96 kg de CO₂ equivalente. Como é possível verificar na Figura 21, os processos que mais contribuem para estas emissões são a produção do leite cru, com cerca de 93%, o que faz deste sistema o mais poluente. Segue-se a produção de eletricidade e da queijaria, ambas com cerca de 3% e por fim os transportes com cerca de 1%, sendo que os restantes processos apresentam contribuições praticamente irrelevantes.

Dentro do processo da produção de leite cru estão incluídos todos os processos referentes às culturas existentes na exploração leiteira, às que fornecem a fábrica de rações, às emissões resultantes dos dejetos e da fermentação entérica dos animais.

Os principais GEE são essencialmente o CO₂, N₂O e CH₄. Tal como se pode verificar na Figura 22, os processos que envolvem maiores emissões resultam sobretudo da atividade agrícola e da produção animal. Os principais *hotspots* de cultivo são a produção do trevo importado, com uma contribuição de 34%, seguido do cultivo de trevo na própria exploração leiteira com uma contribuição de 26%. O cultivo do trevo é bastante superior em quantidades mássicas no que toca aos *inputs* no inventário. Esta é uma das razões para representar uma maior contribuição. Segue-se o cultivo de soja destinada à ração e que corresponde a 4%, seguido da plantação do feijão também com um contributo de cerca de 4%. Nestes processos agrícolas são contabilizados não só os processos de atividade agrícola, que resultam em queima de combustíveis fósseis pela maquinaria utilizada e conseqüente emissão de CO₂, mas também a aplicação de fertilizantes nos solos da qual resultam emissões de N₂O. O facto das principais produções agrícolas serem de base de dados de produção intensiva, leva a que os valores para a fertilização sejam maiores. Visto que a produção intensiva não se aplica ao cenário real de cultivo biológico nas plantações referentes à exploração leiteira, a emissão total será, na realidade, inferior.

Na exploração animal estão contidas essencialmente as emissões de CH₄ e N₂O relativas à gestão dos dejetos e à fermentação entérica. Em estudos semelhantes, mas relativos à exploração bovina, estes agentes são os principais causadores do efeito de estufa. Contudo, é necessário realçar que esses estudos ao referirem-se a explorações bovinas têm valores de fermentação entérica superiores aos valores das explorações ovinas. Ainda assim, a fermentação entérica das ovelhas neste estudo corresponde a 21% do CO₂ total emitido, sendo o terceiro maior *hotspot* do ciclo do queijo.

Visto que durante a simulação no *software* se simplificou o plano, anexando o sistema da produção de ração e da exploração leiteira, não é possível mensurar as contribuições relativas de cada processo, visto que compartilham a mesma base de dados pela presença de processos iguais.

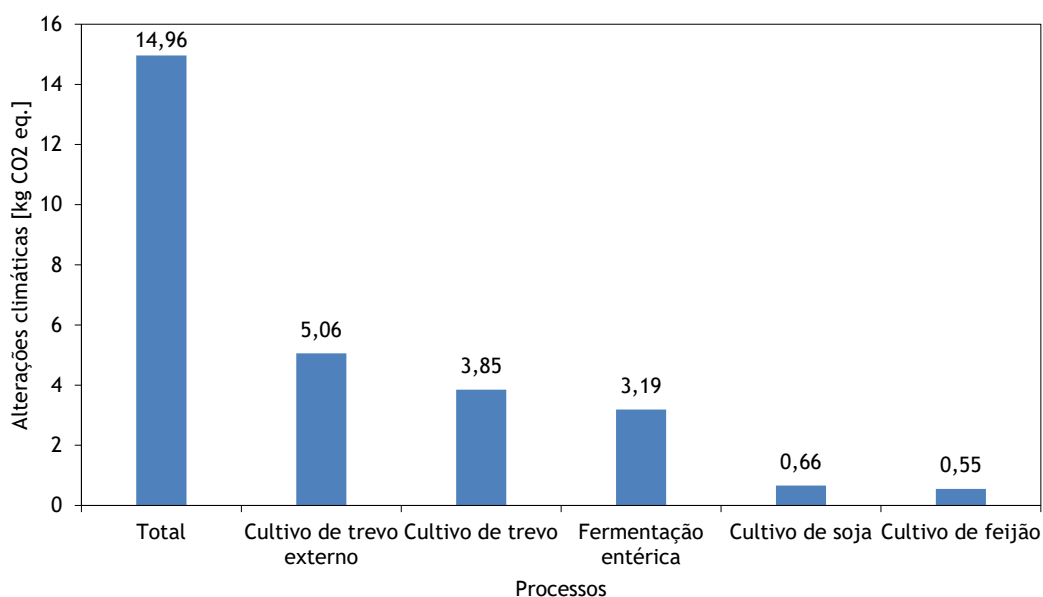


Figura 22 - Processos de inventário com maiores emissões de kg CO₂ eq.

5.1.1.2. Análise à Acidificação Terrestre

Na categoria de impacto referente à acidificação terrestre, a produção de queijo curado por UF é responsável pela emissão de 0,094 kg de SO₂ equivalente. Como se pode verificar na Figura 21, o processo que mais contribui para estas emissões é novamente a produção do leite cru, com uma contribuição relativa de 96%. Segue-se a produção de eletricidade com uma contribuição de cerca de 2% e por fim a produção de queijo na queijaria e os transportes com 1%. Os restantes processos apresentam contribuições irrelevantes.

Visto que é na produção de leite que ocorrem emissões mais significativas, torna-se importante analisar em maior detalhe os parâmetros que influenciam estes resultados, tendo em conta que a acidificação terrestre resulta sobretudo das emissões de NH₃, NO₂, NO_x e SO₂ (ECODEEP, 2014). O NH₃ é proveniente principalmente da gestão de estrumes calculado na secção 4.4.5.9. As restantes emissões resultam sobretudo da queima de combustíveis das máquinas agrícolas, das caldeiras e dos transportes.

Analisando os dados referentes à Figura 23, pode-se constatar que a gestão de estrume é o maior contribuinte para a acidificação terrestre total com uma

contribuição relativa de cerca de 53%, seguido dos processos de espalhamento de estrume e fertilizantes no solo das culturas, bem como dos processos agrícolas referentes à queima de combustível das máquinas agrícolas necessárias para o cultivo das mesmas. A plantação do centeio e do feijão, ambas da exploração leiteira, têm as maiores contribuições, cerca de 12%, e a soja do cultivo para a ração com cerca de 6%, sendo estes os principais *hotspots* relativamente à produção do leite cru e também das emissões totais.

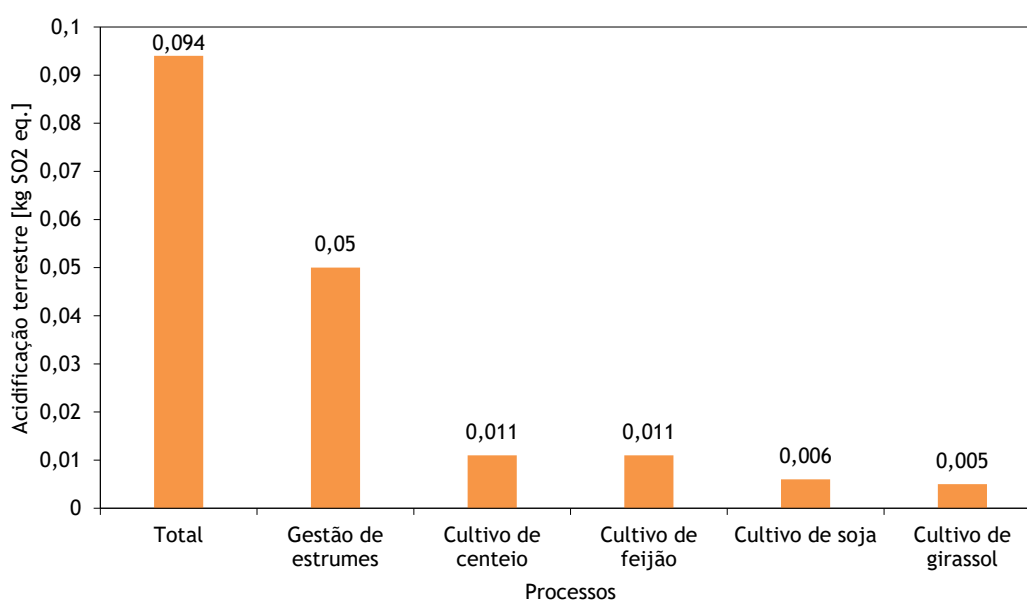


Figura 23 - Processos de inventário com maiores emissões de kg SO₂ eq.

5.1.1.3. Análise à Eutrofização da Água Doce

Na categoria de impacto referente à eutrofização da água doce, a produção de queijo curado por UF é responsável pela emissão de 0,0023 kg de P equivalente. Como se pode verificar na Figura 21, o processo que contribui na totalidade para estas emissões é a produção de leite cru com uma contribuição relativa de 100%.

Na grande maioria dos estudos ACV do queijo, o processo que mais contribui para esta categoria de impacto é a geração dos efluentes líquidos do soro na fábrica, havendo emissões de fosfatos para água (ECODEEP, 2014). Sendo que no presente estudo o soro não foi considerado dentro da fronteira, as emissões são praticamente nulas.

Neste caso, torna-se pertinente analisar somente os principais processos agrícolas que contribuem com emissões de fosfatos, nomeadamente a aplicação de fertilizantes, tanto sintéticos como orgânicos, nas culturas de ambos os sistemas, isto é, tanto das culturas necessárias para a fábrica da ração, como também para a exploração leiteira. Assim, como se pode verificar na Figura 24, as culturas que apresentam emissões maiores são o trevo importado para a exploração leiteira, com uma contribuição relativa de 44% e o trevo cultivado na própria exploração leiteira e também necessário para a fabricação da ração animal, com um contributo de 35%. Segue-se o cultivo de soja e girassol, ambos necessários para a ração, contribuindo com 4% e o centeio plantado na exploração leiteira com o contributo equiparável de 4%.

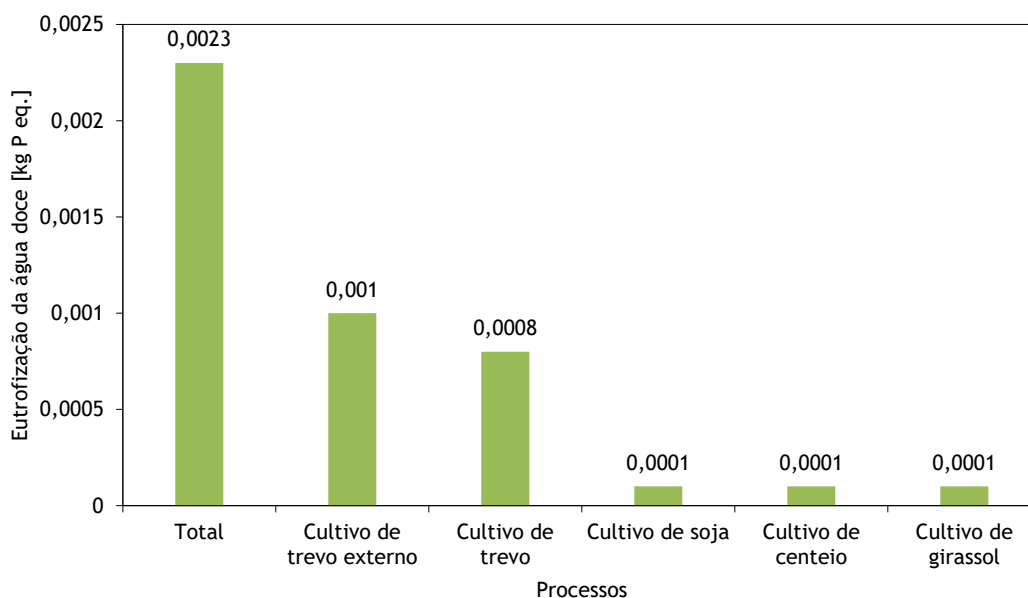


Figura 24 - Processos de inventário com maiores emissões de kg P eq.

5.1.1.4. Análise à Eutrofização da Água Marinha

Na categoria de impacto referente à eutrofização da água marinha, a produção de queijo curado por UF é responsável pela emissão de 0,072 kg de N equivalente. Como se pode verificar na Figura 21, o processo que contribui na totalidade para estas emissões é a produção de leite cru.

Tal como acontece na categoria da eutrofização da água doce, havendo emissões na queijaria, estas seriam sobretudo devido ao soro gerado. Visto que este não foi considerado no interior da fronteira do presente estudo, a mesma não apresenta uma contribuição relevante.

Para a eutrofização marinha contribuem principalmente emissões de N, NH₃ e NO₃ que resultam principalmente das culturas agrícolas, mais uma vez devido à aplicação de fertilizantes nos solos e resultantes também da gestão dos dejetos na exploração animal. Assim, dentro do sistema de produção de leite, os maiores contribuintes tal como exposto na Figura 25, são o centeio oriundo da plantação da exploração leiteira com uma contribuição de 24%, das plantações fornecedoras da fábrica de ração referentes à cultura de girassol e a soja, ambas com 24%, e por fim o trevo importado e o feijão para a exploração com um contributo de 8%.

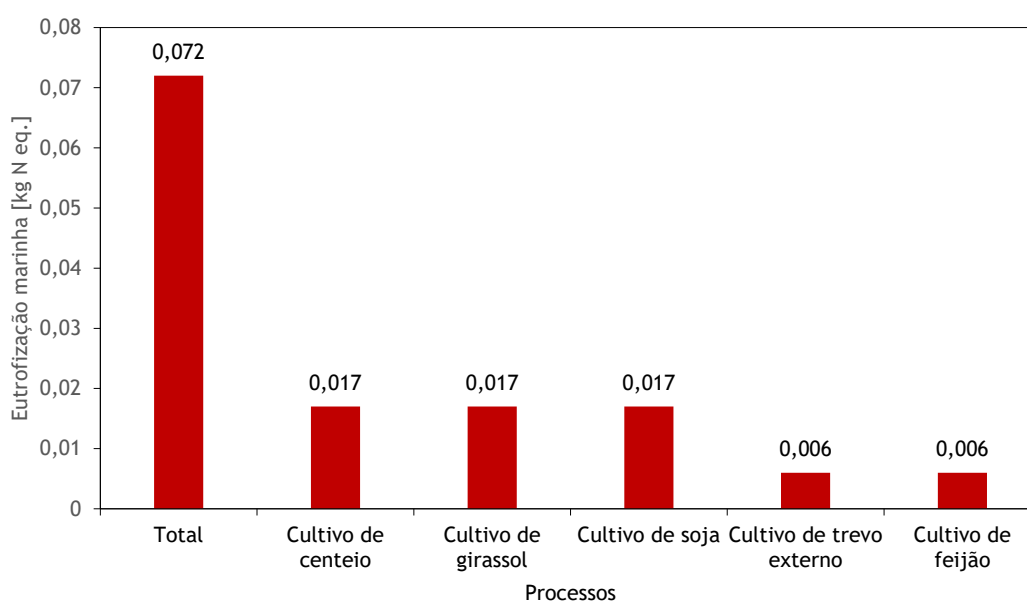


Figura 25 - Processos de inventário com maiores emissões de kg N eq.

5.1.2. Análise Isolada às Emissões da Queijaria

Tendo em conta que a maior fatia das emissões globais se deve à produção do leite, as emissões na queijaria tornam-se praticamente irrelevantes numa escala global. Assim, torna-se importante fazer uma análise isolada somente aos impactos da queijaria, visto que é o foco principal do presente estudo e na qual se aplicarão

também os cenários alternativos, permitindo assim conhecer os processos que mais contribuem para as suas emissões.

5.1.2.1. Análise às Alterações Climáticas

Tal como foi analisado na subsecção 5.1.1.1., a produção de queijo contribui na globalidade somente com 3% das emissões totais de CO₂ eq. para a produção de 1 kg de queijo.

Como se pode constatar pela Figura 26, dentro dessa percentagem, a maior fatia de emissão de CO₂ da queijaria pertence à produção da eletricidade com uma contribuição de 69%, resultante das exigências elétricas da fábrica. Segue-se a contribuição relativa às emissões da queima de combustível da caldeira de gás propano, contribuindo para as alterações climáticas, não só através da emissão de CO₂, mas também de N₂O e CH₄. O contributo de emissão da caldeira é de 25%. Por último, com uma contribuição de 3%, surge a produção dos agentes de limpeza. Os restantes processos têm contribuições muito baixas relativamente a estas, sendo, portanto, considerados irrelevantes.

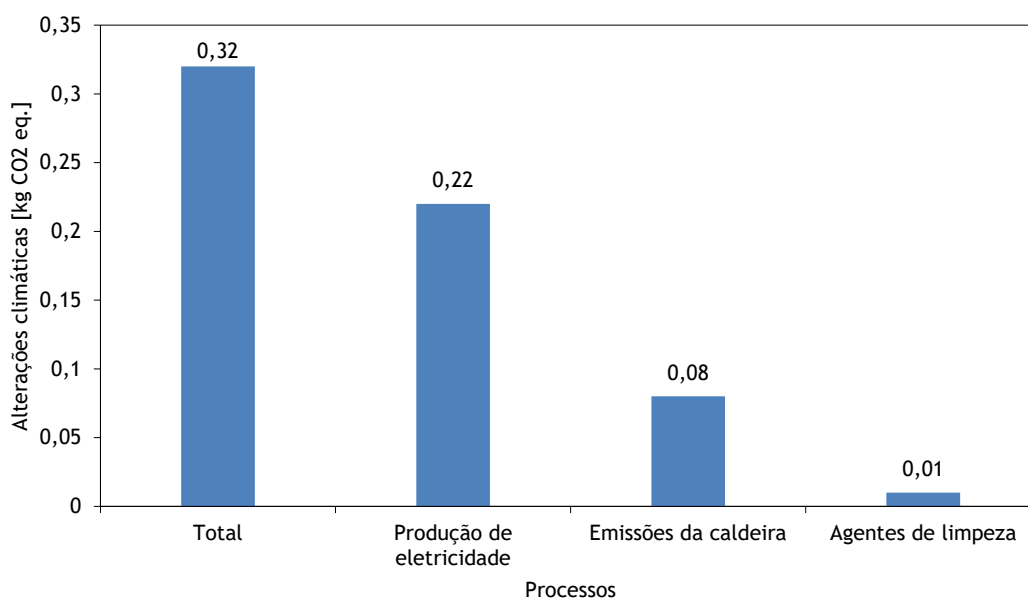


Figura 26 - Processos de inventário exclusivamente da queijaria com maiores emissões de kg CO₂ eq.

5.1.2.2. Análise à Acidificação Terrestre

Como foi analisado na subsecção 5.1.1.2., no que diz respeito às emissões totais, apenas 1% provêm da queijaria para produzir 1 kg de queijo.

Na Figura 27 é possível verificar que a produção de eletricidade é com uma grande margem a que mais contribui para acidificação terrestre dentro da queijaria, perfazendo um total de 94%, resultante das exigências elétricas da queijaria. As emissões resultam sobretudo da libertação de SO_2 e NO_x , originárias da queima de energias não renováveis para a produção energética. Segue-se a contribuição relativa da produção dos agentes de limpeza, contribuindo com cerca de 5% para a acidificação terrestre, sendo que os restantes processos são praticamente irrelevantes e representam no seu conjunto um total de cerca de 1%.

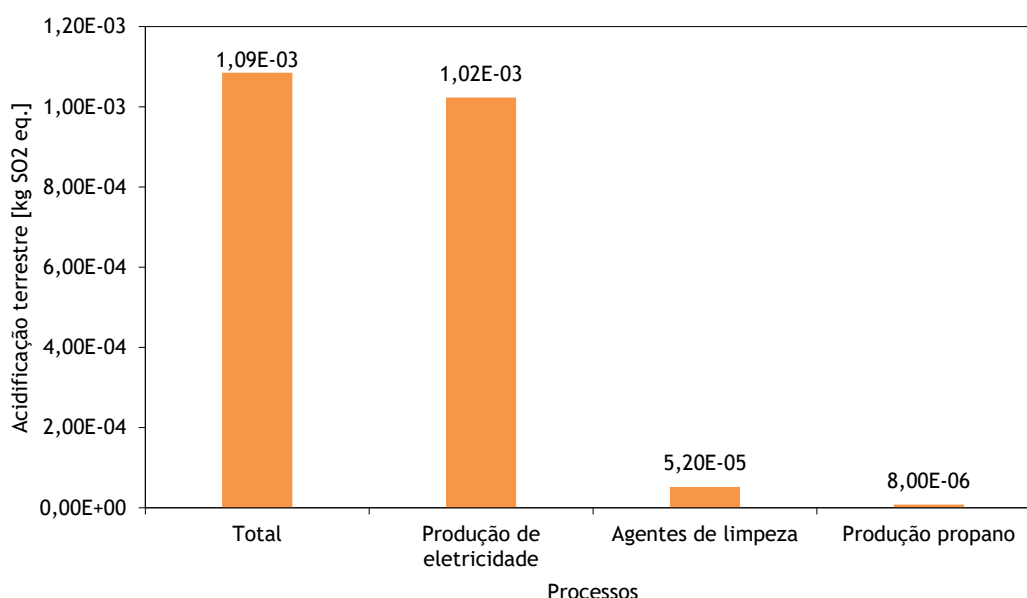


Figura 27 - Processos de inventário exclusivamente da queijaria com maiores emissões de kg SO_2 eq.

5.1.2.3. Análise à Eutrofização das Águas

Considerando que nas subsecções 5.1.1.3. e 5.1.1.4., a contribuição da queijaria na eutrofização tanto de águas doces como marinhas foi irrelevante, não se fará uma análise detalhada aos processos.

No entanto, isto deve-se à particularidade do presente estudo não considerar as emissões relativamente aos efluentes do soro na queijaria. Para estudos semelhantes com a inclusão do soro, a eutrofização da água doce tem frequentemente contribuições totais na ordem dos 60% devido à emissão de fosfatos para a água (ECODEEP, 2014).

No que diz respeito à eutrofização da água marinha, em estudos semelhantes com a inclusão da informação dos efluentes do soro, a contribuição no panorama global continua a ser baixo, contribuindo com emissões da queijaria na ordem dos 5%, sendo o sistema de produção de leite cru responsável pela grande fatia de 95% (ECODEEP, 2014).

5.1.3. Análise à Diferença de Emissões dos Cenários Alternativos na Queijaria

5.1.3.1. Cenário 1 - Introdução de Sistema Solar Térmico

Tal como foi analisado na subsecção 4.4.6.1., aplicou-se um primeiro cenário alternativo através da instalação de um sistema solar térmico reduzindo em 13% os 221 000 MJ·ano⁻¹ necessários para a caldeira na simulação em *software*, permitindo assim observar as diferenças de emissões obtidas dentro da queijaria por unidade de 1 kg de queijo de ovelha curado.

Visto que a introdução do sistema solar térmico visou reduzir as emissões da caldeira, apenas faz sentido analisar a diferença nos parâmetros onde as emissões de caldeira tiveram alguma relevância. Assim sendo, apenas serão analisadas as emissões relativamente às alterações climáticas, nas quais a caldeira teve um contributo de 25% das emissões da queijaria.

Através da Figura 28 é possível verificar que a redução nas emissões não é muito significativa, sofrendo uma redução de cerca de 3% na emissão total de kg CO₂ eq. da queijaria relativamente à emissão da caldeira de gás propano.

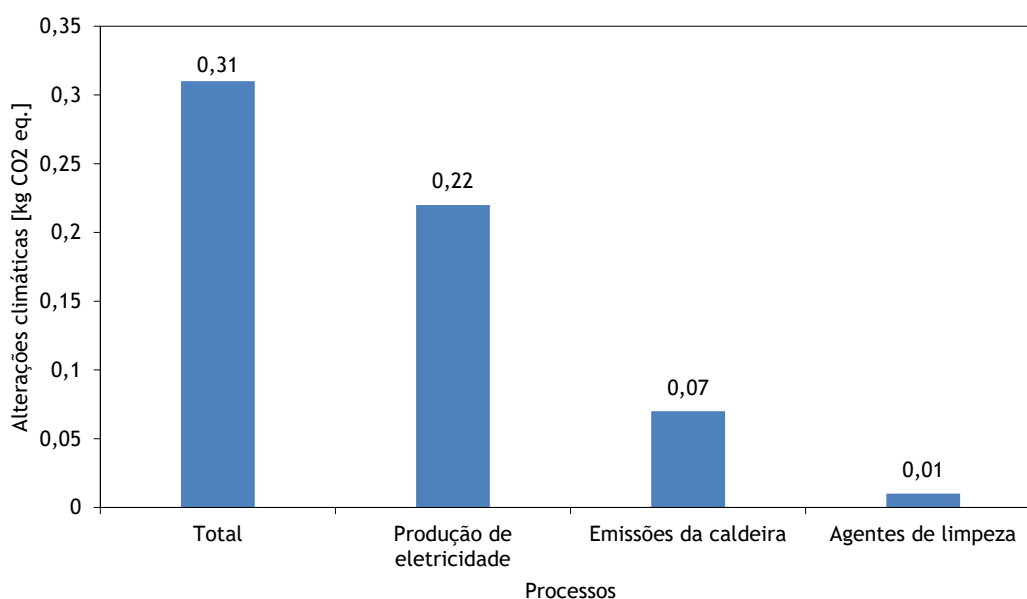


Figura 28 - Diferença de emissões dos processos relativamente à queijaria no cenário 1 em kg CO₂ eq.

5.1.3.2. Cenário 2 - Introdução de Painel Solar Fotovoltaico

Como foi referido na subsecção 4.4.6.2., construiu-se um segundo cenário no qual se aplicou uma redução em cerca de 10% no consumo anual de eletricidade de 97 153 kWh na simulação através do *software*, de forma a possibilitar a visualização de diferenças de emissões relativamente à UF de 1kg de queijo de ovelha curado.

Tendo em conta a análise que foi feita na secção 5.1.2. e sabendo que a instalação de painéis fotovoltaicos permite reduzir os gastos elétricos, apenas faz sentido proceder-se à análise dos parâmetros onde a produção de eletricidade é relevante, limitando-se assim a análise às alterações climáticas com um impacto de emissão total de 69% e à acidificação terrestre com um impacto total 94% nas emissões de kg de CO₂ eq. e SO₂ eq. respetivamente.

Analisando a Figura 29 referente às emissões das alterações climáticas, pode concluir-se que após a instalação do painel fotovoltaico houve uma redução de cerca de 6% nas emissões totais na queijaria de kg CO₂ eq., o que representa uma redução duas vezes superior ao resultado obtido no cenário 1.

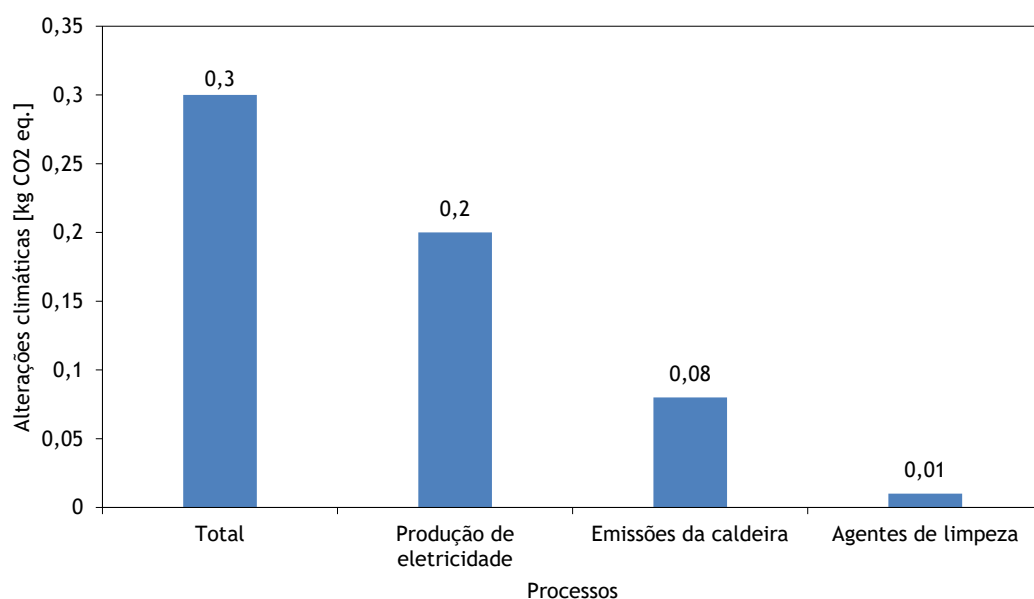


Figura 29 - Diferença de emissões dos processos relativamente à queijaria no cenário 2 em kg CO₂ eq.

Relativamente às emissões da acidificação terrestre, como se pode observar na Figura 30, houve uma redução na ordem dos 7% nas emissões totais na queijaria de kg SO₂ eq.

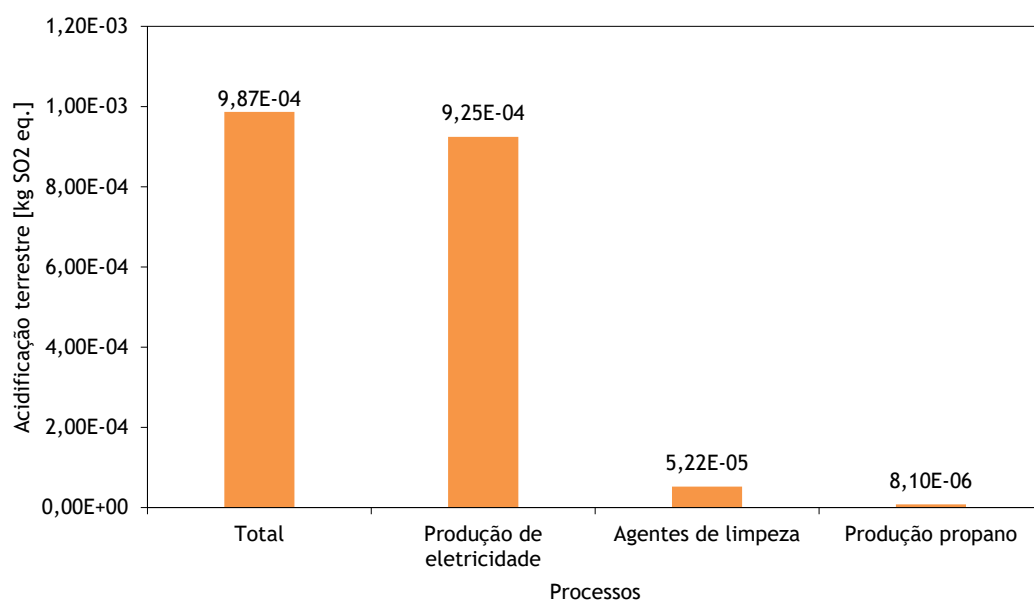


Figura 30 - Diferença de emissões dos processos relativamente à queijaria no cenário 2 em kg SO₂ eq.

Com base nestes resultados pode afirmar-se que será mais benéfico do ponto de vista da redução de emissões na queijaria, a instalação de painéis fotovoltaicos comparativamente à instalação de painéis solar térmico, visto que permite reduzir o dobro das emissões referentes às alterações climáticas e ainda reduzir as emissões da acidificação terrestre. Contudo, ambos os cenários alternativos terão na realidade alterações pouco significativas, devido à pouca relevância da queijaria no panorama global.

5.1.4. Comparação de Resultados Obtidos com Estudos Semelhantes

Existem diversos estudos da ACV ao produto lácteo do queijo, contudo com realidades muito diferentes da que foi analisada no presente estudo, visto serem estudos que analisaram queijos de vaca, resultantes de leite produzido à base de uma alimentação resultante de produção intensiva. Já o presente estudo pretende analisar a produção de um queijo regional de ovelha, resultante do leite produzido à base de uma alimentação cultivada em regime extensivo.

Esta secção servirá como termo de comparação dos estudos existentes com o presente estudo e para tal comparar-se-á os resultados dos mais variados estudos, mas onde apenas se fará uma comparação mais aprofundada com três deles, nomeadamente ECODEEP (2014), Kramer *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2017). Estes três estudos foram escolhidos como termo de comparação, não só por se tratarem dos estudos mais recentes, mas também por serem os que apresentam resultados recorrendo ao método *midpoint ReCiPe*, limitando as fronteiras a parâmetros *cradle-to-gate* e sendo estudos ACV completos apresentando resultados para os mesmos parâmetros analisados no presente estudo, isto é, alterações climáticas, acidificação terrestre e eutrofização de água doce e marinha.

5.1.4.1. Alterações Climáticas

Em termos de percentagem de contribuição para as alterações climáticas, Kramer *et al.* (2014) referem que em média os estudos efetuados assinalam uma contribuição por parte da exploração leiteira entre 75-99%, sendo assim a fase que

mais contribui nas emissões. Nos três estudos de referência pode verificar-se a veracidade desta afirmação visto que, ECODEEP (2014) refere como a exploração leiteira contribui com cerca de 85% das emissões totais de CO₂ e também no estudo de Kramer *et al.* (2014) a contribuição está na ordem dos 86%. Por último no estudo de Santos Jr. *et al.* (2017), a contribuição é de 97% por parte da exploração leiteira. Estes valores colocam também os resultados do presente estudo numa gama idêntica, sobretudo em comparação com este último, visto ser previsto no presente estudo uma contribuição por parte da exploração leiteira de 93%.

Dentro do contributo da exploração leiteira, no estudo do ECODEEP (2014) é referido que cerca de 58% é referente à exploração animal devido à fermentação entérica e gestão de estrume animal, enquanto que a restante tranche pertence à produção de alimentos, com cerca de 40%. No estudo de Kramer *et al.* (2014) é referido que a exploração animal contribui com cerca de 35%, sendo a restante percentagem, de 65%, sobretudo para a produção alimentar. No estudo de Santos Jr. *et al.* (2017) não foi apresentada uma versão detalhada da exploração leiteira, pelo que não pode ser feita uma comparação. Em comparação, o presente estudo apresenta valores referentes à fermentação entérica de gestão de estrume um pouco inferiores, sendo a sua contribuição de 21% e a produção de alimentos na ordem dos 70%, apresentando valores mais parecidos ao segundo estudo mencionado.

Como se pode verificar pela Figura 31, o presente estudo apresenta os valores de alterações climáticas mais altos com uma emissão de 14,96 kg CO₂ eq. por UF, valores acima da média de alguns dos estudos já efetuados, mas ainda assim com valores semelhantes a outros. No que diz respeito às emissões por parte da queijaria, apenas van Middelaar *et al.* (2011) e SETAC (2011) apresentaram valor de emissão isolada da queijaria, sendo de 0,99 kg CO₂ eq. e 0,63 kg CO₂ eq. respetivamente. Sendo que a emissão da queijaria no presente estudo é de 0,32 kg CO₂ eq., torna-a menos poluente das três.

Fazendo uma análise aos resultados, pode afirmar-se que o presente estudo tem valores inferiores no que diz respeito aos gases emitidos relativamente à fermentação entérica e gestão de estrumes, particularmente devido à diferença do animal leiteiro, pois a ovelha gera menos emissões neste campo. Contudo, a nível das entradas mássicas dos alimentos por 1 L de leite, os valores são semelhantes ao das vacas, tendo em conta que a ovelha gera menos leite por animal (ProDer, 2011).

Como se sabe, o maior impacto provém da produção da alimentação, que no presente estudo foi inserido de bases de dados estrangeiras que podem não corresponder totalmente à realidade portuguesa. Do mesmo modo, também foram substituídas algumas plantações não disponíveis na base de dados por outras similares na ferramenta computacional GaBi e o facto de haver uma variedade extensa de plantações, que assim envolve mais processos, poderão ter inflacionado os resultados finais.

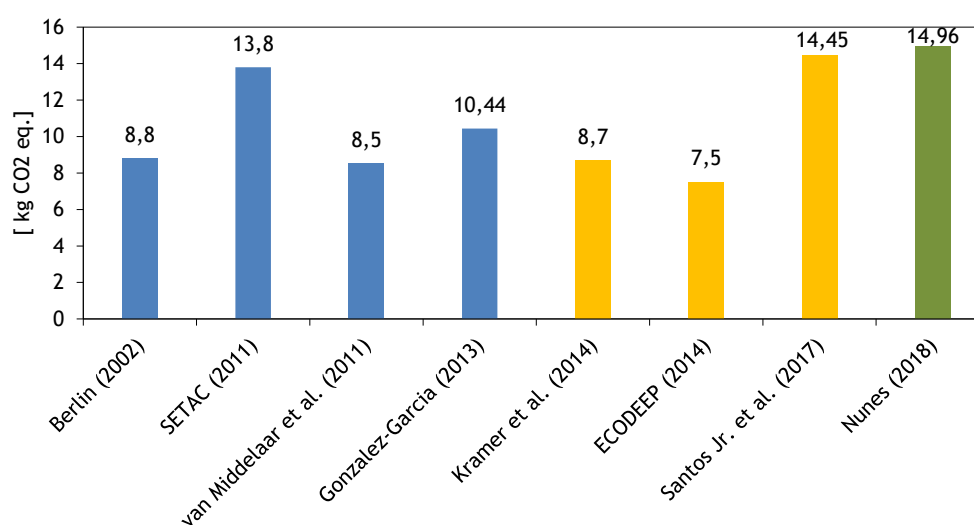


Figura 31 - Comparação de resultados de alterações climáticas.

5.1.4.2. Acidificação Terrestre

Para os parâmetros da acidificação terrestre, o estudo de ECODEEP (2014) identifica novamente a produção de leite na exploração leiteira como o maior contribuinte com 95%, tendo a queijaria um peso de 3%. Também Kramer *et al.* (2014) identificam a exploração leiteira como a mais poluente com um peso total de 97%. Por último Santos Jr. *et al.* (2017) apresentam resultados de uma contribuição de 99% por parte da produção de leite. Para termos de comparação, o presente estudo apresenta uma contribuição por parte da exploração leiteira de 96%, indo ao encontro dos resultados dos restantes estudos.

Como se pode verificar na Figura 32, o presente estudo apresenta os valores mais baixos, com 0,094 kg de SO₂ eq. por UF., um valor cerca de 50% inferior ao estudo com o valor mais alto.

Dentro do contributo da exploração animal é referido no estudo de ECODEEP (2014), que 78% do contributo total decorre da produção animal devido ao estrume e chorume. Sobretudo devido às emissões de NH₃ dos mesmos, bem como 20% correspondente ao chorume e fertilizante aplicado nas culturas de forragem. O estudo de Kramer *et al.* (2014) indica que cerca de 65% das emissões provêm da gestão de estrumes e que cerca de 33% também correspondem ao estrume e fertilizantes aplicados nas culturas para a alimentação dos animais. No estudo de Santos Jr. *et al.* (2017) não foi apresentada uma explicação detalhada da exploração leiteira, pelo que não pode ser feita uma comparação. Em termos de comparação, o presente estudo apresenta valores referentes às emissões na gestão de estrume na ordem dos 53% e cerca de 42% referente à fertilização dos solos, juntamente com os processos de queima de combustível das máquinas.

Estes valores espelham as emissões resultantes dos dejetos até 25% mais baixas, o que poderá ser explicado sobretudo pela ausência de chorume e quantidades de estrume inferiores para as ovelhas (DRAPLVT, 2012). Também as percentagens nos valores de fertilização das culturas são ligeiramente superiores, contudo é necessário referir que no presente estudo os processos das culturas contêm também as emissões das máquinas agrícolas, o que inflaciona, naturalmente, o valor.

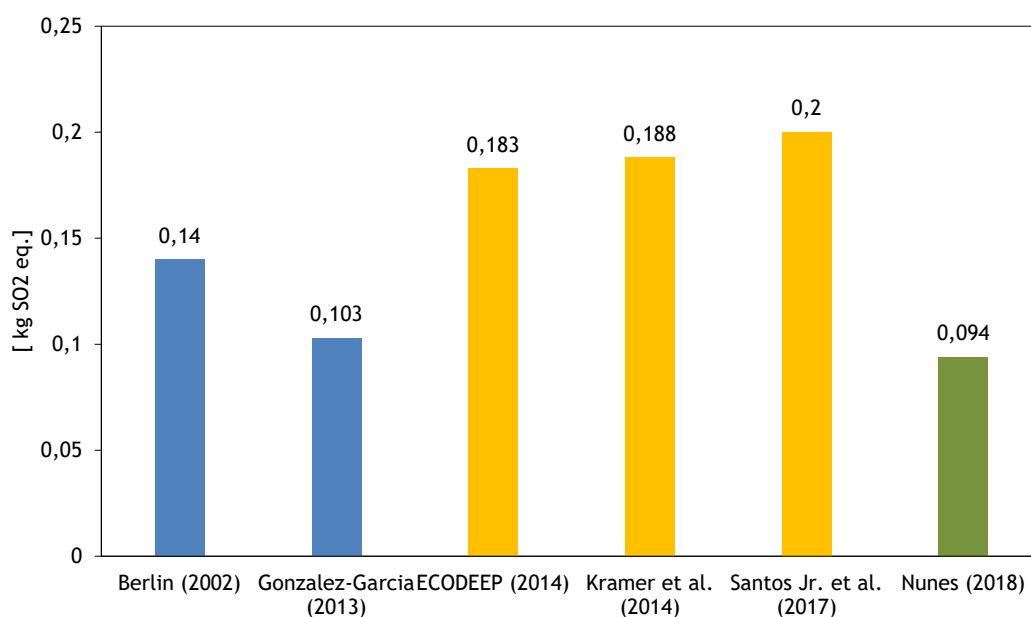


Figura 32 - Comparação de resultados da acidificação terrestre.

5.1.4.3. Eutrofização da Água Doce

Antes de analisar os três estudos de referência, é importante referir que poderão existir diferenças de resultados nas emissões contribuintes para a eutrofização da água doce quando o estudo incluir o soro da queijaria nas fronteiras. Assim sendo, o estudo ECODEEP (2014), que inclui as emissões de soro, afirma que as mesmas têm um peso de 61% nas emissões totais, sendo 35% proveniente da exploração leiteira. Relativamente ao estudo de Kramer *et al.* (2014), que considerou somente as águas efluentes, afirma que 85% das emissões totais são devido à exploração leiteira e as restantes 15% são atribuídas aos efluentes da queijaria. No que diz respeito ao estudo de Santos Jr. *et al.* (2017), este foi feito com o mesmo cenário de soro do presente estudo, isto é, o soro não foi considerado como efluente, visto que também foi transportado para explorações vizinhas para servir de alimentação animal, tendo sido assim atribuída uma importância total de 99% à exploração animal. Apesar de todos os estudos apresentarem diferentes fronteiras entre si, os resultados totais foram bastante semelhantes. Relativamente ao presente estudo, o mais equiparável foi este último, tendo-se atribuído também um peso cerca de 100% à exploração leiteira.

Dentro do contributo da exploração leiteira, o estudo ECODEEP (2014) atribui um peso de 79% à fertilização química dos solos para a produção de alimentos e 18% ao espalhamento de estrumes no solo. Por sua vez, Kramer *et al.* (2014) refere que a fertilização química é responsável por cerca de 88% das emissões totais na exploração leiteira e cerca de 10% para a fertilização através de estrumes. No estudo de Santos Jr. *et al.* (2017) não foi apresentada uma versão detalhada da exploração leiteira, pelo que não pode ser feita uma comparação. Tendo em conta que o presente estudo utilizou base de dados integradas para o cultivo das culturas, não foi possível fazer uma distinção do contributo entre fertilizante orgânico e químico, pelo que o contributo de fertilização de ambos foi de cerca de 94% nas emissões totais.

Como se pode observar ver na Figura 33, o presente estudo apresenta valores de emissão dentro da média dos restantes casos, com uma emissão total de 0,0023 kg P eq. por UF. Com base nos resultados analisados, pode ser afirmado que perante as diferentes fronteiras entre os estudos, isto é, com ou sem inclusão dos efluentes da queijaria, os resultados finais são bastante idênticos visto que o maior *hotspot* se encontra na fertilização agrícola das culturas, tanto orgânica como sintética.

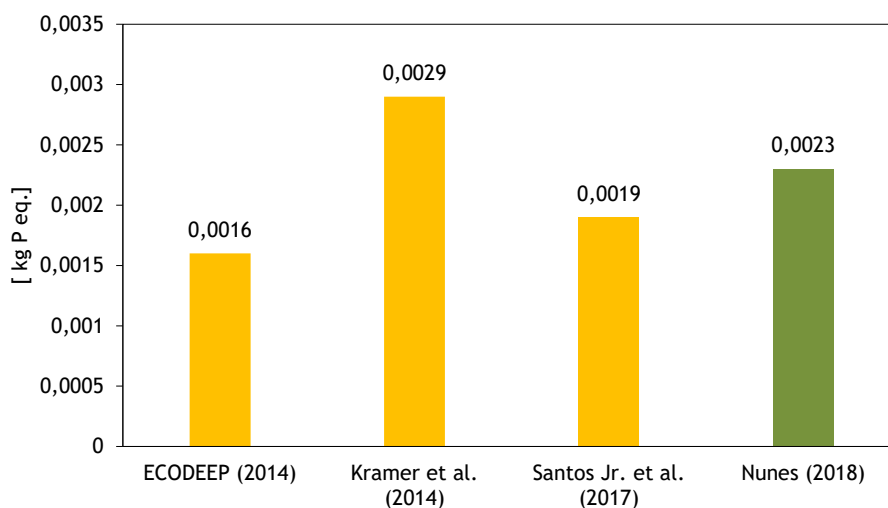


Figura 33 - Comparação de resultados de eutrofização da água doce.

5.1.4.4. Eutrofização da Água Marinha

Relativamente às emissões da eutrofização da água marinha, segundo Kramer *et al.* (2016), estas são sobretudo influenciadas pela adição de estrume aos solos e pela produção e aplicação de fertilizantes sintéticos. O estudo ECODEEP (2014) relata resultados na ordem dos 95%, causados pela produção de leite na exploração leiteira, e cerca de 4% dos efluentes na queijaria, tendo em conta que este estudo considera o soro dentro das suas fronteiras. Relativamente ao estudo de Kramer *et al.* (2016), apresenta um contributo por parte da exploração leiteira na ordem dos 99%, sem considerar o soro na sua fronteira da queijaria. O estudo de Santos Jr. *et al.* (2017) não apresentou resultados relativamente à eutrofização marinha. Apesar dos estudos apresentarem diferentes fronteiras entre si, os resultados foram mais uma vez semelhantes entre eles. Relativamente ao presente estudo, o mais equiparável foi o estudo de Kramer *et al.* (2016), tendo também atribuído um peso na ordem dos 100% à exploração leiteira.

Analisando os contributos à exploração leiteira, ECODEEP (2014) refere que 80% das emissões na exploração leiteira devem-se ao espalhamento de fertilizantes nas plantações e os restantes 20% devem-se ao espalhamento de estrume. Por sua vez Kramer *et al.* (2016) apresentam resultados de 40% devido à distribuição de fertilizantes nos solos das plantações e os restantes 60% relativamente ao espalhamento de dejetos animais nos solos. Mais uma vez, o presente estudo utilizou bases de dados integradas para o cultivo das culturas, pelo que não foi possível fazer uma distinção do contributo entre fertilizante orgânico e químico, mas ambos tiveram um contributo na ordem dos 90%.

Como se pode verificar na Figura 34, o presente estudo apresenta valores de emissão dentro da média dos restantes casos, com uma emissão total de 0,072 kg N eq. por UF. Com base nos resultados analisados pode-se afirmar mais uma vez que perante as diferentes fronteiras entre os estudos, isto é, com ou sem inclusão dos efluentes da queijaria, os resultados finais são bastante idênticos visto que o maior *hotspot* se encontra na fertilização agrícola das culturas, tanto orgânica como sintética. As diferentes percentagens dos fertilizantes usados nos diferentes estudos, poderão ser explicadas pelo facto das bases de dados utilizadas poderem provir de diferentes países ou culturas que requerem distintas doses de fertilizantes.

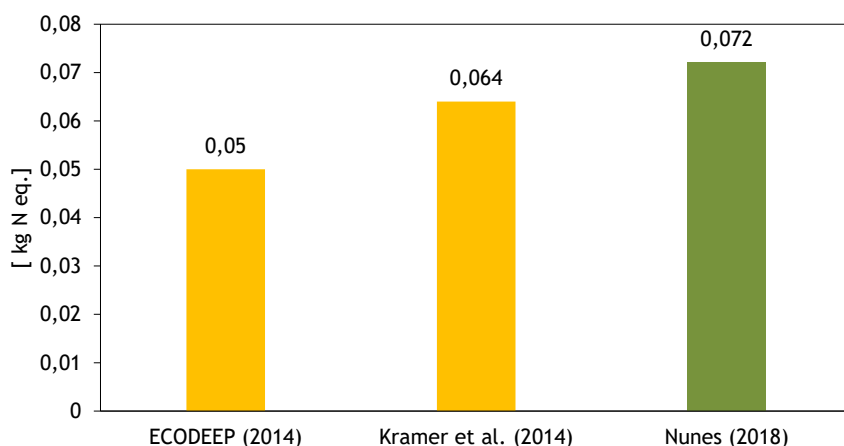


Figura 34 - Comparação de resultados da eutrofização marinha.

Com base nestes resultados obtidos, conclui-se que apesar das divergências entre os tipos de gado e regime de cultura extensiva e intensiva dos diversos estudos, o presente estudo está dentro dos resultados expectáveis dos restantes estudos de ACV neste sector, não apresentando diferenças muito significativas. Também dentro do principal *hotspot* - a exploração leiteira, as percentagens de contribuição foram muito semelhantes sempre na ordem dos 90%.

O maior desvio verificou-se nas emissões de alteração climáticas (CO₂ eq.), sendo comparativamente a alguns estudos cerca de 40% superior. Contrastando com os resultados da acidificação terrestre (SO₂ eq.), onde os resultados foram cerca de 50% inferiores aos restantes estudos, sobretudo devido à menor emissão por parte dos estrumes ovinos comparativamente aos restantes. Relativamente às emissões para a água de eutrofização os resultados não apresentam oscilações notáveis comparativamente aos restantes estudos.

Olhando para os resultados somente das emissões da queijaria, é possível constatar-se que as mesmas são insignificantes no panorama geral e também mais baixas comparativamente às queijarias abordadas em outros estudos semelhantes, o que poderá potenciar e promover o aumento de produção por parte da queijaria e também a procura de outros mercados como por exemplo os mercados internacionais, no qual se poderá promover um rótulo ecológico à volta do processo produtivo do queijo, dado o baixo impacto ambiental que esta indústria em particular apresentar.

6. Conclusões

6.1. Conclusões gerais

A presente dissertação teve como objetivo estudar o comportamento da produção do Queijo da Beira Baixa numa avaliação ao ciclo de vida, comparativamente a outros estudos de queijo. Neste estudo, identificaram-se não só os processos da produção de queijo, mas também os processos associados à produção do leite, tendo-se desenvolvido o estudo com uma delineação de fronteiras do berço-à-porta. Como tal, analisaram-se as entradas e saídas dos processos com o objetivo de calcular os impactos ambientais do produto final - o queijo.

Este estudo teve a particularidade de avaliar o ciclo de vida de uma exploração de ovinos com alimentos produzidos em regime extensivo. Contudo, os resultados finais estão de acordo com os restantes estudos efetuados aos produtos bovinos, tendo sido identificado que a maior carga ambiental provém, de facto, da exploração leiteira durante a produção primária do leite em todas as categorias de impacto analisadas, com contribuições superiores a 90%. Para tal, contribuíram sobretudo a produção da alimentação, não só das forragens, mas também da ração animal, juntamente com as emissões provenientes dos animais, isto é, fermentação entérica e também a gestão de estrumes que mostram ter contribuições de relevo. Isto permite concluir que deve ser dada uma atenção especial sobretudo aos processos desta fase. No que diz respeito à indústria de transformação, isto é, à queijaria, os resultados demonstram que no panorama global, as emissões foram praticamente insignificantes, mas foi possível concluir que os processos mais relevantes estão relacionados com as exigências energéticas. Em particular, com as emissões associadas à produção de energia elétrica, seja ela por via de fontes de energia renovável ou não, isto é, pelo mix de fontes de energia, e também pelos sistemas de combustão de fontes de energia não renováveis, neste caso em específico, a caldeira. Este estudo teve também a particularidade de não ter considerado os efluentes de soro dentro da fronteira de análise. Estudos semelhantes sugerem que

a sua elevada carga orgânica poderá ter um impacto ambiental significativo, sobretudo a nível da eutrofização das águas doces.

6.2. Conclusões específicas

No que diz respeito aos resultados das alterações climáticas, o presente estudo obteve resultados de emissões acima da média, valores sobretudo influenciados pelos processos das máquinas agrícolas, fertilização das culturas, gestão de estrumes e fermentação entérica. Contudo, estes resultados poderão estar sobredimensionados, tendo em conta que na modelação em *software* não foi possível simular a situação real na totalidade, porque as plantações com maior carga mássica do inventário provêm de bases de dados de produções intensivas e estrangeiras, aumentando assim as emissões finais. Também a falta de otimização leiteira do rebanho de ovelhas, isto é, a presença de demasiados animais que não produzem leite, provoca uma subida das emissões animais por litro de leite, apesar de as ovelhas apresentarem menos emissões relativas à fermentação entérica e gestão de estrumes comparativamente às vacas. Por fim, o fator mais importante foi a alocação, que não foi considerada no presente estudo, o que acabará por sobredimensionar ligeiramente as emissões totais também.

A nível dos resultados referentes à acidificação terrestre, obtiveram-se resultados ligeiramente abaixo da média. Tendo em conta que estas emissões são maioritariamente influenciadas pela gestão de estrumes, os resultados sugerem que a redução se deve sobretudo devido às menores emissões por parte dos ovinos comparativamente aos outros estudos.

Relativamente à eutrofização da água doce e marinha, apesar do presente estudo não ter incluído os efluentes da queijaria na sua fronteira, os resultados finais foram muito semelhantes aos outros estudos analisados que incluíram e os que descartaram os mesmos, o que sugere que não existirão grandes diferenças no panorama geral da ACV.

Tendo em conta que, os processos que decorrem na exploração leiteira são com larga margem os mais poluentes em todas as categorias de impacto, poderá futuramente concluir-se que mais importante que analisar os produtos, é proceder-

se a uma ACV das mais variadas culturas alimentares das dietas animais, para que os produtores possam tomar decisões com uma maior consciência de forma a minimizar os impactos ambientais. Outras possíveis melhorias poderão ocorrer a nível do aumento da produtividade do efetivo leiteiro, reduzindo assim as emissões de cada animal e também o planeamento prévio de distribuição de fertilizantes e a gestão de estrumes, o que poderá ajudar a reduzir as emissões totais. Visto que a contribuição das emissões por parte da queijaria é relativamente baixa na escala global, também os cenários alternativos da instalação de painéis fotovoltaicos e térmicos apresentaram reduções pouco expressivas. Ainda assim, foi possível concluir que tendo em conta que o maior *hotspot* da queijaria é a produção de eletricidade, a instalação dos painéis fotovoltaicos contribuiria para uma maior redução das emissões comparativamente aos térmicos, na ordem dos 50%.

Deste modo, e através dos resultados obtidos referentes às emissões do processo produtivo da queijaria, esta pode utilizar os mesmos a seu favor como imagem de marketing, promovendo a internacionalização e até mesmo proceder a aumentos de produção, visto que os valores de emissão obtidos são reduzidos e não resultarão em consequências ambientais significativas.

6.3. Sugestões de trabalhos futuros

De forma a complementar os resultados obtidos, sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- Replicar esta análise numa queijaria e exploração leiteira diferente, na região da Beira Baixa;
- Replicar o presente estudo alargando as fronteiras (inclusão dos efluentes da queijaria e analisar também a fase de retalho);
- Replicar o presente estudo para animais com dietas distintas da analisada e/ou sistemas de gestão de estrumes e fertilização otimizados;
- Efetuar uma ACV com bases de dados diferentes;
- Replicar outros estudos ACV para diferentes produtos lácteos, como termo de comparação de impactos entre produtos da mesma categoria.

Referências Bibliográficas

- ADENE, (2010) - *Relatório Final - Acção de Promoção de Eficiência Energética em Caldeiras de Vapor e do Termofluido*. Recuperado de: <http://sgcie.publico.adene.pt/Documentacao/Documents/RelFinal-AccaoEE-Caldeiras-Vapor-Termofluido.pdf>, acedido em 13/10/2017.
- ALBINO, J. D., (2009) - *Análise dos encargos com a utilização das máquinas agrícolas*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas - Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.
- ALMEIDA, (2007) - *Diversidade Genética e Diferenciação das Raças Portuguesas de Ovinos com Base em Marcadores de DNA - Microssatélites: Uma Perspectiva de Conservação*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Recuperado de https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/118/1/phd_paralmeida.pdf, acedido em 21/01/2017.
- ANCOSE, (2016) - *Associação Nacional de Criadores Ovinos Serra da Estrela*.
- BARREIRA, A. C. R., (2008) - *Avaliação da Qualidade do Leite de Ovelha na Beira Baixa com Base em Contagem de Células Somáticas*. Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária. Recuperado de https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/424/1/tese%20Ana%20Barreira_%20Out2008.pdf, acedido em 22/01/2017.
- BARROS, A. C. B. B., (2012) - *Avaliação da aptidão tecnológica do leite de ovelha para o fabrico de Queijo de Azeitão DOP*. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Recuperado de <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5311/1/Tese%20completa.pdf>, acedido em 22/01/2017.
- BAUMANN, H.; TILLMAN, A. M., (2004) - *The Hitch Hiker's Guide to LCA: an orientation in life cycle assessment methodology and application*. Studentlitteratur AB, 2004. 544p.
- BERLIN, J., (2002) - *Environmental life cycle assessment of Swedish semi-hard cheese*. International Dairy Journal 12: 939-953.
- CARDOSO, A. F. L., (2015) - *Caracterização dos Sistemas de Produção de Ovinos de Leite na Região da Beira Baixa*. Universidade de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária/Instituto Superior de Agronomia. Recuperado de <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/10570/1/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Sistemas%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ovinos%20de%20Leite%20na%20Regi%C3%A3o%20da%20Beira%20Baixa.pdf>, acedido em 22/01/2017.

- CASTANHEIRA, É. G., (2008) - *Avaliação do Ciclo de Vida dos Produtos Lácteos Fabricados em Portugal Continental*. Universidade de Aveiro - Departamento de Ambiente e Ordenamento. Recuperado de <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/573/1/2008001740.pdf>, acessido 24/09/2016.
- CASTANHEIRA, É. G.; DIAS, A. C.; ARROJA, L.; AMARO, R., (2010) - *The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm*. *Agricultural Systems* 103: 498-507.
- CLAUDINO, E. S.; TALAMINI E., (2012) - *Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio - Uma revisão de literatura*, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.1, p.77-85.
- DGADR, (2017) - *Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Queijos da Beira Baixa DOP - Caderno de especificações 2016*. Recuperado de https://tradicional.dgadr.gov.pt/images/prod_imagens/queijos/docs/CE_Queijo_BB.pdf, acessido em 02/02/2017.
- DRAPLVT, (2012) - *Direção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo. Anexo V da Portaria 259/2012 de 28 de agosto*. Recuperado de: <http://www.draplvt.mamaot.pt/Ordenamento/Ambiente/Zona-Vulneravel-Nitratos/Documents/Quantidade%20de%20estrumes%20e%20nutrientes.pdf>, acessido em 29/07/2017.
- ECODEEP, (2014) - *Fileira do Leite e Derivados - Avaliação de Ciclo de Vida do leite UHT, iogurte e queijo*. Recuperado de http://ecodeep.org/wp-content/uploads/2016/01/2-Relat%C3%B3rio-T%C3%A9cnico_Fileira-do-Leite-e-Derivados_ECODEV.pdf, acessido 11/11/2016.
- ECOINVENT, (2017) - *Life cycle inventory database*. Acessível em: <http://www.ecoinvent.org/>.
- EMEP/EEA, (2016) - *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Update November 2016. 1.A.2 Manufacturing industries and construction - combustion*. Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>, acessido em 12/10/2017.
- EUROPEAN DAIRY ASSOCIATION, (2002) - *Consumption and emission data*.
- FAO, (2017) - *FAOSTAT 2017. Food and Agriculture Organization of United Nations Statistics. Livestock Data*. Acessível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QP>.
- GABI, (2017) - *LCA Software*. Acessível em: <http://www.gabi-software.com/>.
- GASPAR, J. F. P., (2016) - *Análise Energética do Ciclo de Vida de produtos frutícolas - Caso de estudo do pêssego da Cova da Beira*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior.

- GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; CASTANHEIRA, É. G.; DIAS, A. C.; ARROJA, L., (2012a) - *Using Life Cycle Assessment methodology to assess UHT milk production in Portugal*. Science of the Total Environment 442: 225-234.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; CASTANHEIRA, É. G.; DIAS, A. C.; ARROJA, L., (2012b) - *Environmental performance of a Portuguese mature cheese-making dairy mill*. Journal of Cleaner Production 41: 65-73.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; HOSPIDO, A.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G; ARROJA, L; (2013) - *Environmental Life Cycle Assessment of a Galician cheese: San Simon da Costa*. Journal of Cleaner Production 52: 253-262.
- GPP, (2009). Anuário Pecuário 2008/2009 - *Animal Production Yearbook*. Gabinete de Planeamento e Políticas, Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento Território, recuperado de de: http://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Periodicos/Anuario_Pec_2008_09.pdf (acedido em 17/01/2017)
- GUTERRES, P. C. M., (2013) - *Caracterização do Queijo de Mistura com Adição de Orégãos*. Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária.
- HAENLEIN, G. F. W., (2001) - *Past, presente and future perspectives of small ruminant dairy research*. J. Dairy Sci. 77: 2103-2112.
- HEISKANEN, E., (2000) - *Institutionalization of life-cycle thinking in the everyday discourse of market actors*. Journal of Industrial Ecology, 4(4): 31-46.
- HOSPIDO, A.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G; (2003) - *Simplified Life Cycle Assessment of Galician Milk Production*. International Dairy Journal 13: 783-796.
- INE, (2016). Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, Portugal: I.P. Acessível em <https://www.ine.pt>
- IPCC, (2006a) - *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Vol. 2, Ch. 1, Energy Introduction*. Recuperado de: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf, acedido em 12/10/2017
- IPCC, (2006b) - *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Vol. 2, Ch. 2, Stationary Combustion*. Recuperado de: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf, acedido em 12/10/2017.
- IPCC, (2006c) - *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Vol. 4, Ch. 10, Emissions from Livestock and Manure Management*. Recuperado de: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf, acedido em 14/10/2017
- ISO, (2006) - International Organization for Standardization. Acessível em: <https://www.iso.org/standard/37456.html>

- JESWANI, H. K.; AZAPAGIC, A.; SCHEPELMANN, P.; RITTHOFF, M. (2010) - *Options for broadening and deepening the LCA approaches*. Journal of Cleaner Production, 18(2): 120-127.
- KRAMER, G.; BROEKEMA, R., (2014) - *LCA of Dutch semi-skimmed milk and semi-mature cheese*. Blonk Consultants.
- LEITÃO L. M. F. C. L., CAMEIRA M. C. B., PATO R. L., COSTA M. L., HORTAS M. M. E., D'ÊÇA P., (2001) - *Estudo da caracterização do impacte ambiental da produção intensiva de leite nas Regiões de Entre Douro e Minho e da Beira Litoral*. FENALAC - Medida 4, 4.4, Projecto n. ° 442992056.
- MORAIS, A. F., (2000) - *Diagnóstico do complexo de produção agroalimentar - sector do leite e laticínios*. Documento nº2, GPPAA - do Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- NIGRI, E. M., (2012) - *Análise Comparativa do Ciclo de Vida de Produtos Alimentícios Industriais e Artesanais da Culinária Mineira*. Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia. Recuperado de http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8THJZY/an_lise_comparativa_do_ciclo_de_vida_de_produtos_aliment_cio.pdf?sequence=1, acedido em 12/04/2017.
- PALMIERI, N; FORLEO, M. B.; SALIMEI, E. (2017) - *Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: An Italian case study*. Journal of Cleaner Production 140: 881-889.
- PRODER, (2010) - *Programa de Desenvolvimento Rural. Tabela de Conversão em Cabeças Normais*. Recuperado de: http://www.proder.pt/ResourcesUser/Documentos_Diversos/24/Tabela_Conversao_CN_Set_2010.pdf, acedido em 08/06/2017.
- PRODER, (2011) - *Programa de Desenvolvimento Rural. O rendimento do leite na produção de queijos*. Recuperado de: http://www.proder.pt/ResourcesUser/Documentos_Diversos/221/Rendimento_leite_na_producao_queijos.pdf, acedido em 10/12/2017.
- PVGIS, (2017) - *Photovoltaic Geographical Information System. European Commission - Institute for Energy and Transport*. Acessível em: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>, acedido em 19/10/2017.
- RAMOS, J. F. G., (2013) - *Otimização de Recursos Energéticos: Um Estudo de Caso na Cooperativa de Produtores de Queijos da Beira Baixa*. Universidade da Beira Interior - Engenharias. Recuperado de <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2458/1/Otimiza%20de%20Recursos%20Energ%20eticos.pdf>, acedido em 27/01/2017.
- SABORES DA SOALHEIRA, (2017) - *Website da queijaria*. Acessível em: <http://saboresdasoalheira.pt/>, acedido em 05/06/2017.

- SANTOS JR., H. C.; MARANDUBA, H. L.; NETO, J. A. A.; RODRIGUES, L. B., (2017) - *Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil*. Environmental Science Pollution Research Int. 24(4): 3470-3482.
- SETAC, (2011) - *Variability of the global warming potential and energy demand of Swiss cheese*. SETAC - Case study. Berner Fachhochschule.
- SILVA, F. M. D., (2012) - *Caracterização e análise do desempenho energético de uma unidade industrial de queijo*. Universidade da Beira Interior - Engenharia.
- THINKSTEP, (2017) - *Sustainability Consulting and Software*. Acessível em <https://www.thinkstep.com/>.
- THOMASSEN, M.; DE BOER, I., (2005) - *Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems*. Agriculture, ecosystems & environment, vol. 111, no. 1, pp.185-199.
- VALENTE, C. R.; VALENTE, S. R., (2016) - *Melhoria da Eficiência Energética de uma Indústria de Fabrico de Queijo*. Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior de Tecnologia.
- VAN MIDDELAAR, C. E.; DE BOER, I. J. M.; BERENTSEN, P. B. M.; DOLMAN, M. A., (2011) - *Eco-efficiency in the production chain of Dutch semi-hard cheese*. Livestock Science 139(1-2): 91-99.

Anexos

Anexo I. Questionário Fábrica da Ração

Ração

Composição:

Milho (27%), Luzerna (24%), Aveia (27%), Girassol (15%),
semente Algodão (2%), Farinha Soja (7%), Beterraba (2%),
corr. vitamínicos (0,3%), ácidos gordos (0,3%), bicarbonato de sódio (0,3%)
melaço (0,1%)

Consumo de eletricidade/ano:

3'313'776 kWh

Consumo de combustível caldeira/ano:

75'000 L

Consumo de água/ano:

750'000 L

Anexo II. Questionário Exploração Leiteira

Forragens/Silagens

Tipos: (também para fenos e palhas)

Luzerna + Feijão Trade + Milho +
centeio; Aveia

Quantidades de produção (anual) + quantidades sementes

30t, 100ha, 30ha, 30t, 50t (t/ha)

45 kg/ha; 25 kg/ha; 30 kg/ha; 180 kg/ha kg/n°

Dimensão terrenos:

3ha, 100ha, 30ha, 70ha, 100ha ha

Forragens externas? Luzerna → 100t (t)

→ Se sim, distância de transporte e tipo de
camião 180 km

Fertilização/Químicos

Quantidades Chorume/Estrume: (m³ ou t)

150t → todo usado na agricultura

Adubos (tipos):

(Agricultura Biológica)

Quantidades (por ha ou ano):

/

Herbicidas/inseticidas (por ha ou ano):

/

Quantidades:

/

Distância de transporte e tipo de camião

/

Frequência
de aplicação

Rega: (H₂O e Eletricidade)

Quantidades de água gastas: (m³ ou L)

Eletricidade

✓ Barragem → Regime sequeiro

Tempo de funcionamento: (ano)

✓

Potência bomba necessária e número de bombas: (cv -> W /ha)

✓

Períodos anuais que não necessitam rega:

✓

Tratores: (Fuel)

Quantos?

2 de cada

Potências tratores:(cv)

80 cv ; 120 cv ; 140 cv ; ceifeira debulhadora 200 cv

Tempos de

trabalho: Feijão (3h/ha; 1,5h/ha; 1,5h/ha), Milho (2,5h/ha; 1h/ha; 1h/ha), Luzerna (13h/ha; 3h/ha), Centeio (2,6h/ha; ceifeira (0,16h/ha)), Aveia (2,6h/ha; 0,11h/ha → ceifeira)

Acoplamentos:

✓

Tempo de transporte até silagem? Frequência?

✓

Exploração Leiteira

Ovelhas por raça: (Quantas e porquê?)

Todas Assaf

Número de ovelhas:

950 ovelhas

Quantidade média produção

leite/ano 300'000 L

Água (anual)

Consumo para

beber Barragem

Consumo Lavagens (estábulo, sala ordenha)

6 m³ / dia → lavagem

Eletricidade (anual)

Tempo de ordenha mecânica?

5h / dia (2x)

Frequência de

ordenha (2x)

Potência motor

ordenha 2cv (bombagem) / 15cv (ordenha)

Outros gastos (lâmpadas etc.)?

✓

Refrigeração

Máquinas e gastos elétricos de frio e armazenagem depois de extração leite:

Tanques de Refrigeração 3kWh → (24h)

Como funciona (dos tubos de ordenha diretamente para contentor refrigerado?)

Sim

Potência motor de bombagem para contentor refrigerado

✓

Higiene (opcional)

Quantidades de agentes de limpeza/ Frequência uso

30l / mês detergente clorado; 5l / mês ácido fosfórico (d = 400km; Leon ES)

Logística (Combustível)

Tipos de meios de transporte exploração -> queijaria

3x p / semana / carrinha

Distância e gastos (fuel)

± 30 km

Alimentação Natural/Forragem

Percentagem fornecida: (consumo médio diário/anual)

✓

Alimentação Composta (Ração)

Composição:

Cobadu Mezcla 33 (perguntar a fábrica ração)

Percentagem fornecida:

42 kg / animal / dia

Distância e meio de transporte até à exploração 300 km

Anexo III. Questionário Queijaria

Quantidade de leite para 1kg queijo: 5,5 L

Quantidade de sal/ano:

6000 kg

Quantidade de coagulante/ano e qual?

100 L → cardo líquido

Agentes de limpeza? Quantidades?

Clorado/Alcalino → 1500 L

Gastos Eletricidade anual:

Ver outro estudo

Gastos Água anual:

fatura da água

Combustível caldeira anual:

outro estudo

Qual?

Gás propano

Quantidades de rótulos e cartão anuais?

500kg /ano

E plástico?

30kg /ano

Quantidades de soro/ano? Pó ou líquido?

120'000 L → líquido

É aproveitado?

Fornecido como alimento a produtores locais

Transportes

Agentes de limpeza:

100km (km)

Cardo:

/ (km)

Rótulos/Papel/Cartão:

100km (km)

Retalho:

75'000 km /ano (km)