



Ano 2011

**Isabel Cristina
Cabral Lopes**

Avaliação do Ciclo de Vida do Frango



**Isabel Cristina
Cabral Lopes**

Avaliação do Ciclo de Vida do Frango

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Ana Cláudia Relvas Vieira Dias, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

"Vivemos numa época perigosa. O homem domina a natureza antes que tenha aprendido a dominar-se a si mesmo."

Albert Schweitzer

o júri

presidente

Prof. Doutora Maria Isabel Aparício Paulo Fernandes Capela

Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Belmira de Almeida Ferreira Neto

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

Prof. Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja

Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Ana Cláudia Relvas Vieira Dias

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

agradecimentos

Antes de mais gostaria de agradecer a duas pessoas que contribuíram de modo a ser possível a realização deste trabalho. Ao Professor Doutor Luís Arroja e à Professora Doutora Ana Cláudia Dias pela disponibilidade, orientação e simpatia que mostraram ao longo destes meses.

Gostaria também de agradecer às empresas e em especial aos colaboradores pela compreensão, disponibilidade e simpatia, para o fornecimento de dados por forma a ser possível a finalização deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e em especial à minha família que sempre me apoiaram ao longo deste tempo, nos meus bons e maus momentos, dando-me sempre força e incentivo para seguir em frente e nunca desistir na concretização desta etapa da minha vida.

A todas as pessoas que de forma directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho, o meu...Muito Obrigado!

palavras-chave

Avaliação do ciclo de vida, aviário, frango de corte, impactes ambientais, matadouro, transporte

resumo

No presente estudo é realizada a Avaliação do Ciclo de Vida do frango, analisando as possíveis emissões de poluentes para o ar e água, em todos os processos envolvidos na criação do frango, desde o aviário até ao matadouro, considerando também o transporte de frangos, a produção de rações e o transporte de rações. Deste modo, este estudo pretende analisar e quantificar possíveis impactes que os processos em estudo causam no ambiente, identificando também os processos e actividades que mais contribuem para esses impactes.

Neste estudo foram analisados os resultados ao nível do inventário e da avaliação de impactes. Na análise do inventário foi possível observar que, de um modo geral, é o aviário que mais contribui para as emissões para a atmosfera, nomeadamente de NH_3 , CH_4 , N_2O , CO e NO_x . Por outro lado, a produção de rações é o processo que apresenta a maior contribuição para as emissões atmosféricas de NH_4^+ , SO_2 , CO_2 , P e NO_3^- . Nas emissões para a água é o matadouro que apresenta maior contribuição para emissões como Pe CQO e a produção de rações para NO_2^- e NO_3^- . Relativamente à avaliação de impactes ambientais, de um modo geral, é o aviário que mais contribui em todas as categorias consideradas no estudo: alterações climáticas, formação de oxidantes fotoquímicos, potencial de acidificação e potencial de eutrofização. Assim, em relação às alterações climáticas, o N_2O proveniente da gestão de estrume no aviário apresenta a maior contribuição. Na formação de oxidantes fotoquímicos, as emissões de CO resultantes da queima de biomassa no processo do aviário são as que apresentam maior contribuição. O NH_3 é o que apresenta maior contribuição para a acidificação, sendo proveniente da actividade de gestão de estrume no aviário. Quanto à eutrofização, o NH_3 é também o que mais contribui.

keywords

Aviary, broiler, environmental impacts, life cycle assessment, slaughterhouse, transport

abstract

In the present study, a Life Cycle Assessment is performed for chicken. Possible emissions of pollutants to the air and water are analysed, in all processes involved in creating the chicken, since the aviary to the slaughterhouse, also considering the transport of chickens, feed production and transport of feed. Thus, this study intends to analyze and quantify possible impacts that the processes under study cause to the environment, also identifying the processes and activities that contribute most to those impacts.

In this study the results are analysed at the levels of inventory analysis and impact assessment. In the inventory analysis it was observed that, in general, is the aviary that contributes the most to air emissions, including emissions of NH_3 , CH_4 , N_2O , CO and NO_x . Production of feed is the process that shows the largest contribution to the following air emissions NH_4^+ , SO_2 , CO_2 , P and NO_3^- . Regarding emissions to water, the slaughterhouse has the highest contribution to P and CQO emissions and the production of feed to NO_2^- and NO_3^- . The impact assessment results show that, in general, is the aviary that most contributes for all the categories considered in the study: climate change, formation of photochemical oxidants, acidification and eutrophication. Thus, in relation to climate change, N_2O from manure management in aviary has the major contribution. In the formation of photochemical oxidants, CO emissions from biomass burning in the aviary have the major contribution. NH_3 presents the greatest contribution to acidification due to the manure management activity in aviary. NH_3 is also the major contributor to eutrophication.

Índice

Índice de Figuras	iii
Índice de Equações	iv
Índice de Tabelas	v
Lista de abreviaturas	vi
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos do presente trabalho	2
1.3 Estrutura da dissertação	3
2 Caracterização da produção de frango	5
2.1 Produção de frango em Portugal e no mundo	5
2.2 Processo de produção de frango	8
2.3 Factores que afectam a produção de frango	13
2.4 Consumos de alimentos e água	15
2.4.1 Alimentação (Ração)	15
2.4.2 Água	16
2.5 Resíduos e emissões para o meio ambiente	18
3 Avaliação do Ciclo de Vida	21
3.1 Definição, vantagens e limitações	21
3.2 Fases da Avaliação do Ciclo de Vida	22
3.2.1 Definição do objectivo e do âmbito do estudo	22
3.2.2 Inventário do Ciclo de Vida	23
3.2.3 Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida	24
3.2.4 Interpretação dos resultados	26
4 Caso de Estudo: Avaliação do Ciclo de Vida do Frango	27
4.1 Objectivo e âmbito do estudo	27
4.1.1 Objectivo	27
4.1.2 Unidade Funcional	27
4.1.3 Fronteiras do Sistema	27
4.1.4 Procedimentos de Alocação	29
4.1.5 Requisitos de Qualidade de Dados	29
4.1.6 Metodologia da Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida e tipos de impactes	30
4.2 Inventário do Ciclo de Vida	31
4.2.1 Aviário	31
4.2.2 Produção de rações para frangos	40
4.2.3 Matadouro	46
4.2.4 Produção de energia eléctrica	52
4.2.5 Transportes	52

4.3	Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida.....	54
4.3.1	Alterações Climáticas	55
4.3.2	Formação de Oxidantes Fotoquímicos.....	56
4.3.3	Potencial de Acidificação	57
4.3.4	Potencial de Eutrofização	58
5	Resultados e discussão	61
5.1	Análise de Inventário.....	61
5.1.1	Aviário	61
5.1.2	Produção de rações para frangos.....	63
5.1.3	Matadouro	65
5.1.4	Análise das contribuições de todos os processos	67
5.2	Avaliação de impactes ambientais	69
5.3	Comparação dos resultados com outros estudos.....	76
6	Conclusões	77
	Referências bibliográficas.....	79
	Anexo – Tabela de estudos realizados ao frango	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- <i>Leghorn Branca</i> (fonte: Veiga, 2011).....	5
Figura 2.2- <i>Rhode Island Vermelha</i> (fonte: Gustavo, 2005).....	6
Figura 2.3 - Produção de frangos, entre 1998 e 2005, nos maiores produtores mundiais (Martins et al, 2006).....	8
Figura 2.4 – Esquema geral para a produção de carne de frango (fonte: Julião, 2010).	9
Figura 2.5- Posição dos comedouros nos primeiros dias (fonte: Cobb, 2009).	16
Figura 2.6- Posição dos bebedouros (fonte: Planalto, 2006).	17
Figura 3.1- Fases de uma ACV, segundo a norma ISO 14040:2008.....	22
Figura 4.1- Processos do ciclo de vida do frango e respectivas fronteiras do sistema.	28
Figura 4.2- Fluxo de entradas e saídas do processo do aviário.	32
Figura 4.3- Fluxo de entradas e saídas no processo de produção de rações para frangos.....	41
Figura 4.4- Fluxos de entradas e saídas do processo do matadouro.....	47
Figura 4.5- Fluxos de entrada e saída nos processos de transporte de rações e de frangos.....	53
Figura 5.1- Emissões de poluentes para a atmosfera, no processo do aviário.	61
Figura 5.2- Emissões de poluentes para a água, no processo do aviário.	63
Figura 5.3- Emissões de poluentes para a atmosfera, na produção de rações para frangos.	64
Figura 5.4- Emissões de poluentes para a água, na produção de ração para frangos.	65
Figura 5.5- Emissões de poluentes para a atmosfera, no processo do matadouro.....	66
Figura 5.6- Emissões de poluentes para a água, no processo do matadouro.....	67
Figura 5.7- Emissões de poluentes para a atmosfera, relativos a todos os processos considerados no estudo.	67
Figura 5.8- Emissões de poluentes para a água, relativos a todos os processos considerados no estudo.	69
Figura 5.9- PAG para os processos definidos no presente estudo.....	71
Figura 5.10- PFOF para os processos considerados neste estudo.....	71
Figura 5.11- PA para os processos considerados neste estudo.....	72
Figura 5.12- PE relativos ao ar e à água, para os processos em estudo.	73
Figura 5.13- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para as alterações climáticas.	74
Figura 5.14- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PFOF.....	74
Figura 5.15- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PA.....	75
Figura 5.16- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PE no ar e na água. .	75

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 4.1.....	36
Equação 4.2.....	37
Equação 4.3.....	37
Equação 4.4.....	38
Equação 4.5.....	38
Equação 4.6.....	39
Equação 4.7.....	39
Equação 4.8.....	54
Equação 4.9.....	54
Equação 4.10.....	55
Equação 4.11.....	56
Equação 4.12.....	57
Equação 4.13.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Produção de carne de frango, entre 2001 e 2005 (fonte: Caleiro, 2009).	7
Tabela 2.2 - Quantidade de frangos abatidos e aprovados para consumo público, entre 2006 e 2008 (fonte: Caleiro, 2009).	7
Tabela 2.3 – Consumos típicos de água, em litros para 1000 aves por dia, à temperatura de 21°C (fonte: Ross, 2009).	17
Tabela 4.1- Categorias de impacte e respectivos parâmetros, indicadores das categorias e factores de caracterização da ACV do frango.	30
Tabela 4.2- Entradas associadas ao processo do aviário, expressas em relação a um frango vivo produzido.	33
Tabela 4.3- Saídas associadas ao processo do aviário, expressas em relação a um frango vivo produzido.	34
Tabela 4.4- Poluentes emitidos na queima de biomassa e gasóleo e respectivos factores de emissão.	35
Tabela 4.5- Entradas na produção de rações para frangos, expressas em relação a 1 kg de ração.	42
Tabela 4.6- Saídas na produção de rações para frangos, expressas em relação a 1 kg de ração.	43
Tabela 4.7- Factores de emissão para a queima de fuelóleo.	45
Tabela 4.8- Entradas associadas ao processo do matadouro, expressas em relação a um frango morto.	47
Tabela 4.9- Saídas associadas ao processo do matadouro, expressas em relação a um frango morto.	48
Tabela 4.10- Factores de emissão para cada poluente considerado neste estudo relativos à queima de nafta.	51
Tabela 4.11- Factores de emissão associados à produção de energia eléctrica na rede.	52
Tabela 4.12- Factores de emissão para a combustão de gasóleo, no transporte de rações e de frangos.	53
Tabela 4.13- Potenciais de aquecimento global, PAG ₁₀₀ (IPCC, 2007).	56
Tabela 4.14- Valor de potencial de formação de oxidantes fotoquímicos, PFOF.	57
Tabela 4.15- Valor de potencial de acidificação, PA.	58
Tabela 4.16- Valor de potencial de eutrofização, PE.	59
Tabela 5.1- Resultados totais obtidos para cada categoria de impacte em estudo, expressos em relação à unidade funcional.	70

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AICV	Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida
BREF	Best Available Technologies (BAT) Reference Documents
CBO	Carência Bioquímica de Oxigénio
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CORINAIR	Core Inventory of Air Emissions (environment)
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVNM	Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano
CQO	Carência Química de Oxigénio
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FE	Factor de Emissão
ICV	Inventário do Ciclo de Vida
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Standardization Organization
LER	Lista Europeia de Resíduos
MTD	Melhores Técnicas disponíveis
N	Azoto
N ₂ O	Óxido Nitroso
NH ₃	Amoníaco
NH ₃ ⁺	Ião Amónia
NO _x	Óxido de Azoto
NO ₃ ⁻	Ião Nitrato
P	Fósforo

PA	Potencial de Acidificação
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PE	Potencial de Eutrofização
POCP	Potencial de Formação de Oxidantes Fotoquímicos
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SST	Sólidos Suspensos Totais

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Na sociedade em que vivemos as questões ambientais assumem uma importância crescente. Desta forma, ao longo dos últimos anos tem-se vindo a desenvolver diversas formas alternativas de energia e de processos, com o intuito de evitar a utilização de recursos naturais tão essenciais para a natureza.

Deste modo, surgiu a necessidade de desenvolver ferramentas que permitissem analisar as inúmeras intervenções ambientais que um produto ou serviço poderia causar ao ambiente e à saúde humana. Uma dessas ferramentas é a designada Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto ou serviço, que avalia os impactes que um produto ou serviço provocam no ambiente, tendo em consideração todas as fases do seu ciclo de vida, incluindo a extracção das matéria-primas/recursos naturais, a produção, o transporte, a sua utilização e a sua eliminação.

A ACV está normalizada pela Organização Internacional para a Normalização (ISO), existindo várias normas, sendo de destacar as normas ISO 14040:2008 -*Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e enquadramento*(ISO, 2008) e ISO 14044:2006 – *Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines*(ISO,2006), que apresentam os requisitos necessários para uma ACV.

Ao longo dos anos foram vários os estudos de ACV efectuados a alimentos em diversos países, nomeadamente à carne de frango. Na Tabela A1, do Anexo podem ser observados alguns desses estudos de forma mais detalhada, com indicação dos objectivos do estudo, a unidade funcional, as fronteiras, as categorias de impacte, as conclusões obtidas e ainda algumas observações. Da observação da tabela e considerando que cada um dos estudos apresenta tanto a unidade funcional como as fronteiras diferentes, verifica-se contudo que, na sua maioria o objectivo principal é semelhante, que corresponde à avaliação dos impactes ambientais durante a produção do alimento, e em alguns casos considera ainda possíveis melhoramentos. Desta forma, na realização destes estudos foi concluído que a maioria dos impactes ambientais provém da agricultura, como o cultivo de forragens, sendo alguns dos impactes mais relevantes a eutrofização, acidificação, emissões de gases de efeito de estufa, entre outros.

O frango é um tipo de ave que pertence à espécie *Gallus domesticus*, sendo um alimento bastante conhecido e importante na alimentação das pessoas, de todas as idades, classes sociais e culturas. Nos últimos anos tem-se verificado que cada vez se tem dado mais importância a este alimento na alimentação da população portuguesa. A produção de animais de capoeira, nomeadamente do frango, tem vindo a crescer, devendo-se à crise económica que se tem verificado no país, levando desta forma a população a consumir carne mais barata (Lusa, 2010). Contudo, nem sempre se verificou este acréscimo ao longo dos anos, verificando-se algumas oscilações de ano para ano. É de destacar o ano de 2003, onde se verificou um decréscimo do consumo de frangos, e consequentemente, da produção destes, devido à designada “crise dos nitrofuranos”(Lima, sd). No entanto, em 2004, verificou-se um crescimento da produção superior a 8%, voltando a verificar-se em 2005 uma nova diminuição na produção, causada pela gripe aviária (Lima, sd).

Deste modo, com a importância que se tem verificado relativamente ao consumo de frango, torna-se importante efectuar uma ACV a este produto, analisando todas as fases a que o frango está sujeito ao longo da sua vida, de modo a identificar qual a que apresenta maior impacto para o ambiente.

1.2 OBJECTIVOS DO PRESENTE TRABALHO

O objectivo principal do trabalho consiste na aplicação de metodologia de ACV ao frango, tendo em consideração os seguintes processos do seu ciclo de vida: aviário, produção de rações para frangos, transporte de rações, transporte de frangos e matadouro. Desta forma, este estudo inicia-se no processo de recepção dos pintos no aviário até ao seu abate, no matadouro, incluindo o seu transporte do aviário ao matadouro, assim como os processos da produção de rações e o transporte de rações até aos aviários. Deste modo, este trabalho tem como objectivo quantificar e analisar os diversos impactos que os diferentes processos pelos quais os frangos estão sujeitos causam no ambiente, recorrendo-se para isso a dados específicos dos processos recolhidos em empresas do sector. Além disso, pretende-se identificar os processos que contribuem mais para o impacto ambiental. Por outro lado, o presente estudo tem também por objectivo indicar possíveis medidas mitigadoras por forma a minimizar os impactos identificados.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho é composto por seis capítulos, onde se encontra incluído a introdução, o desenvolvimento e por fim as conclusões do estudo.

A parte da introdução engloba o enquadramento ao trabalho, onde se faz uma pequena abordagem ao tema do frango, indicando qual a sua importância neste estudo, tendo em conta os níveis de produção e consumo ao longo dos anos. Para além disso, também se efectua uma pequena abordagem à metodologia utilizada neste estudo, ACV, indicando ainda os objectivos do presente estudo.

O desenvolvimento do trabalho é constituído por três capítulos:

- ✓ Capítulo 2: neste capítulo é feita uma abordagem ao tema dos frangos, dando conhecimento da forma como se efectua a sua criação (avicultura), os factores que a influenciam, mencionando também como a sua produção tem evoluído ao longo dos anos, não só em Portugal, mas também entre outros países, bem como os processos que englobam a produção do frango, desde a sua reprodução até ao seu abate, no matadouro. Para além disso, neste capítulo também são apresentados os principais consumos, resíduos e emissões para o ambiente associados à criação deste alimento;
- ✓ Capítulo 3: este capítulo descreve a metodologia usada neste trabalho, a ACV de um produto ou serviço, mencionando como se define, as suas vantagens e limitações, fazendo ainda uma abordagem às fases que compõe a metodologia, tendo em consideração a norma ISO 14040:2008 (ISO, 2008) e os requisitos da norma ISO 14044:2006 (ISO, 2006);
- ✓ Capítulo 4: este capítulo corresponde à realização da ACV do frango, recorrendo para isso aos requisitos da norma ISO 14040:2008 (ISO, 2008) e da norma ISO 14044:2006 (ISO, 2006). Neste capítulo são indicados os objectivos do estudo, unidade funcional, fronteiras do sistema, procedimentos de alocação, requisitos da qualidade de dados e metodologia da Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida (AICV), bem como o Inventário do Ciclo de Vida (ICV) referente a este estudo.

No capítulo 5 e 6 encontram-se os resultados e sua discussão e a conclusão do estudo, respectivamente. Deste modo, o capítulo 5 faz uma análise aos resultados, apresentando os resultados da análise do inventário, bem como os resultados da avaliação de impactes ambientais. No capítulo 6 encontra-se a descrição das várias conclusões que foram possíveis tirar na realização deste estudo, considerando se os objectivos definidos foram

cumpridos e ainda faz referência a algumas das medidas mitigadoras que podem ser implementadas por forma a minimizar os impactos ambientais, principalmente nos processos que contribuem de modo mais significativo.

2 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FRANGO

2.1 PRODUÇÃO DE FRANGO EM PORTUGAL E NO MUNDO

A avicultura é responsável pela criação de aves destinadas à produção de alimentos, como carne e ovos. A avicultura é assim responsável pelas aves designadas de aves de capoeira. Estas aves de capoeira são consideradas como animais domésticos, pois são aves que foram criadas e amansadas pelo próprio homem, para fins de produção de alimento para consumo próprio ou venda a terceiros. De entre as várias espécies de aves de capoeira é possível destacar frangos, galinhas, perús, gansos, patos, entre outros.

No presente caso de estudo, a ave de capoeira a ser retratada será o frango, criado em aviário. A criação de frangos é considerada uma actividade da agricultura, contudo quando esta actividade atinge valores de grande escala estamos perante o que se designa por avicultura industrial.

Esta ave de capoeira está dividida em três tipos de raças, as leves, as médias e as pesadas. Um exemplo dos frangos de raça leve é a *Leghorn Branca*, sendo a raça mais dispersa por Portugal, tanto nas criações domésticas como nas industriais. Nesta raça as galinhas atingem um peso que vai de 1,7 kg a 2 kg e no caso dos galos o peso vai de 2,5 kg a 3 kg. No que confere às raças médias e pesadas, um exemplo deste género são as *Rhode Island Vermelha*. Este género é característico por apresentar um peso superior em relação às de raça leve, sendo que as galinhas atingem os 2,7 kg a 3 kg enquanto que os galos podem atingir os 3,5 kg a 3,8 kg. Para além destas raças também existe a raça anã, designadas em muitas línguas por raças *bantans*. Estas são caracterizadas, como o próprio nome indica, por apresentarem uma estatura baixa, onde o peso não é superior a 500g para as galinhas e no caso dos galos não ultrapassa os 600g. Na Figura 2.1 e na Figura 2.2 é possível observar duas destas raças, *Leghorn Branca* e *Rhode Island Vermelha*, respectivamente (Veiga, 2011).



Figura 2.1- *Leghorn Branca*(fonte:Veiga, 2011).



Figura 2.2– Rhode Island Vermelha (fonte:Gustavo,2005).

O frango, como é designado quando jovem, sendo posteriormente chamado de galinha, quando atinge a idade adulta provém do latim *Gallus Domesticus*, existindo mais de 150 variedades de galinhas domésticas. Estas aves de capoeira apresentam diversas características típicas, sendo de destacar o facto de ser uma espécie de ave e no entanto não possuir a capacidade de voar (Shilala, 2010).

O frango é considerado como um alimento bastante importante na alimentação do ser humano, uma vez que é bastante nutritivo, sendo uma fonte rica em proteínas, vitaminas do complexo B e minerais, como por exemplo, o zinco. A carne de frango apresenta baixo teor de gordura, contudo quando ingerida com pele, torna-se uma fonte rica em gordura, pois a pele apresenta quantidades elevadas de gorduras saturadas e totais(Melos, 2008).

As carnes das aves de capoeira, nomeadamente da carne de frango, apresentam um conjunto de benefícios que propiciam o seu consumo, sendo de destacar o facto de ser um tipo de carne bastante nutritiva, fácil de preparar e de preço acessível, sendo assim um tipo de carne de preferência das pessoas. No entanto, ao longo dos anos tem-se verificado que a produção de carne de aves de capoeira não tem sido regular, verificando-se algumas oscilações na produção de frango de ano para ano. Deste modo, em Portugal tem-se verificado um crescimento nas últimas décadas, à excepção do ano de 2003, onde se detectou um decréscimo do consumo deste tipo de carne em 12,7%, observando-se uma redução de 238.118 para 208.652 toneladas na sua produção, devido à crise dos nitrofuranos, que levou a população ao receio do seu consumo. No ano de 2004 e 2005, já se verificou um aumento da sua produção, com uma percentagem superior em 2004 de 7%, uma vez que em 2005 foi detectada na Europa a designada gripe aviária, que mais uma vez levou a população a sentir receio quanto ao seu consumo, verificando-se assim um aumento em 2005 de 1,5%. Na Tabela 2.1 é possível observar a quantidade de frangos produzidos, entre 2001 e 2005 (Caleiro, 2009).

Tabela 2.1 - Produção de carne de frango, entre 2001 e 2005 (fonte: Caleiro, 2009).

Meses	Ano (toneladas)				
	2001	2002	2003	2004	2005
Janeiro	16 311	17 468	16 923	15 882	15 082
Fevereiro	19 771	18 489	18 238	18 614	16 981
Março	18 150	19 559	18 284	18 705	17 142
Abril	21 538	19 625	16 111	17661	17 581
Maio	20 957	20 291	15 289	20467	18 526
Junho	23 111	21 649	16 461	20829	19 518
Julho	21 756	20 958	17 814	18902	20 719
Agosto	21 465	20 688	19 418	18062	19 579
Setembro	23 474	21 211	19 066	19312	20 511
Outubro	19 251	20 418	17 160	18596	19 810
Novembro	19 941	20 201	17 501	19330	20 917
Dezembro	17 267	18 561	16 387	16377	19 707
Total	242 992	239 118	208 652	222 737	226 073

Em relação ao ano de 2006, com a ocorrência da gripe aviária no ano anterior, houve diminuição do seu consumo, e conseqüentemente, redução do preço comercial deste tipo de carne. No entanto, neste mesmo ano, com as medidas propostas para o seu combate e com o seu controlo houve um aumento da confiança por parte das pessoas quanto ao consumo de carne de frango, e conseqüentemente ocorreu um aumento na quantidade de frangos abatidos, que se registou até ao ano de 2008, como se pode observar pela Tabela 2.2(Caleiro, 2009).

Tabela 2.2 - Quantidade de frangos abatidos e aprovados para consumo público, entre 2006 e 2008 (fonte: Caleiro, 2009).

Frangos de carne	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Total
Cabeças	2006	12210	10522	13105	11204	12605	13074	13415	15683	13142	13411	12767	154192
1000 n°	2007	13856	11792	13140	12846	14257	13570	15303	16845	15143	14005	13328	167677
	2008	14706	13398	13581	15023	14617	17096						

A nível mundial, em relação ao consumo de carne de frango, entre os anos de 1998 e 2005, verificou-se um crescimento de 41%, tendo-se verificado assim um aumento de 39,6 para 55,9 milhões de toneladas. Desta forma, a carne de frango é o segundo tipo de carne mais consumido, estando a carne de suíno em primeiro lugar. A Figura 2.3 apresenta como a produção de frango tem evoluído, de 1998 a 2005, em relação aos maiores produtores mundiais. Assim, quanto à sua produção, verificou-se que no ano de

2005 os maiores produtores mundiais corresponderam aos Estados Unidos (15,8 milhões de toneladas produzidas), à China (10,2 milhões de toneladas), ao Brasil (9,1 milhões de toneladas) e por último à União Europeia (7,7 milhões de toneladas) (Martinet *et al*, 2006).

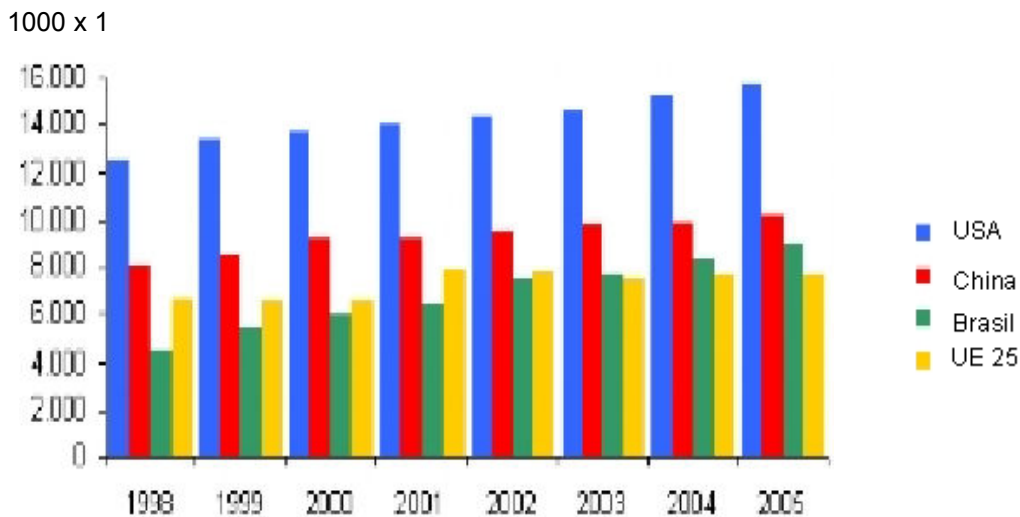


Figura 2.3 - Produção de frangos, entre 1998 e 2005, nos maiores produtores mundiais (Martinet *et al*, 2006).

Para além disso, há que destacar que a nível nacional grande parte dos avicultores se dedicam à criação intensiva de frango industrial que ao atingirem os 35 a 42 dias de vida são abatidos. No entanto, nos últimos anos tem-se verificado um aumento da preferência dos avicultores pela criação extensiva, principalmente na zona da Beira Litoral. Neste tipo de criação os avicultores praticam a criação de frangos designados por “frangos do campo” ou “label”, ou seja, fazem a criação de frangos através de uma produção “biológica”, recorrendo para isso a apoios financeiros (Guerra, sd).

2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FRANGO

O processo de produção de carne de frango em sistemas intensivos está representado esquematicamente na Figura 2.4. Este processo considera geralmente três tipos de aviários (Julião, 2010). Inicia-se com o aviário de selecção que se define como sendo um aviário que recebe aves de selecção. De acordo com o Decreto-Lei nº 69/96, estas aves de selecção são aves reprodutoras destinadas à produção de ovos de incubação, dando origem a aves de multiplicação especializadas. De seguida, o aviário de multiplicação

recebe as aves de multiplicação, que podem ser de dois níveis distintos. O primeiro nível diz respeito aos avós (grand parent stocks) definidas, como sendo “aves reprodutoras destinadas à produção de ovos de incubação para a obtenção de aves de nível pais (parent stocks)”. O segundo nível corresponde aos pais (parent stocks) definida como “aves reprodutoras destinadas à produção de ovos de incubação para a obtenção de aves de produção (produto final ou comerciais)”. Por fim, o aviário de produção recebe as aves provenientes da multiplicação, sendo estas aves dos seguintes tipos: aves de carne (destinadas à produção de carne), aves de postura (destinadas à produção de ovos de consumo) e aves mistas (destinadas à produção de carne ou de ovos de consumo). Após o aviário de produção, os frangos já criados são enviados para os matadouros, onde se efectua o seu abate, passando pelo retalhista, que vende a carne de frango, terminando no consumidor.

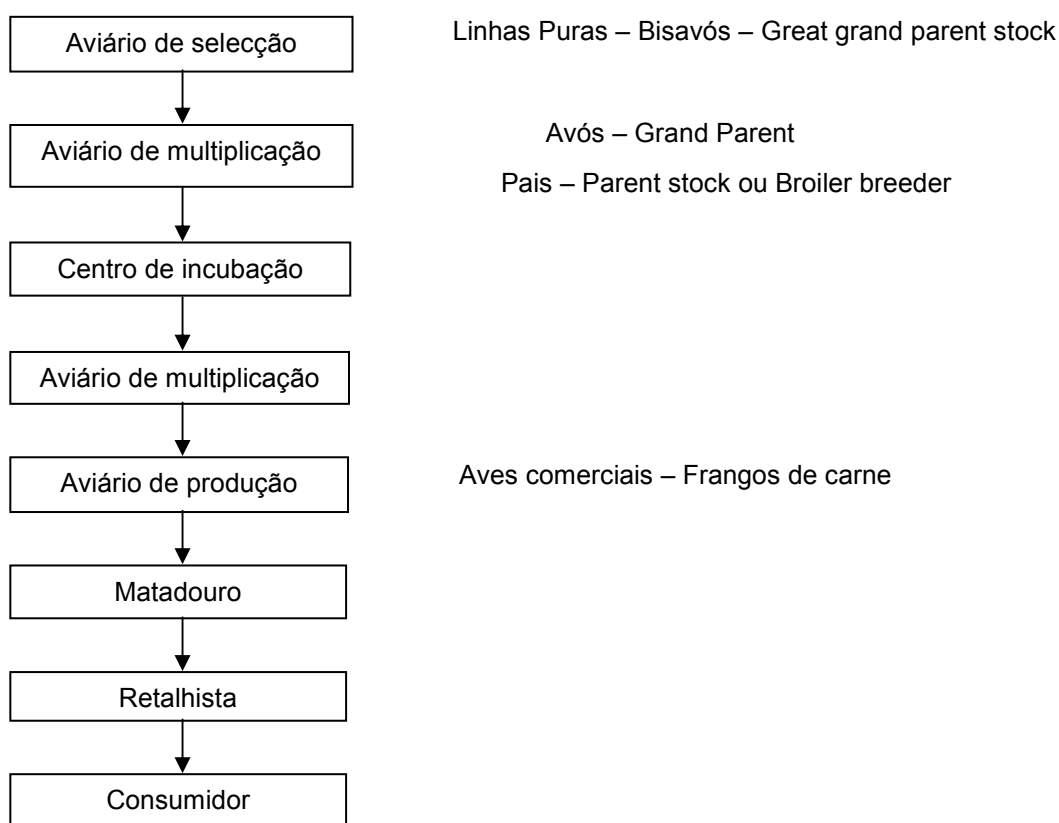


Figura 2.4– Esquema geral para a produção de carne de frango (fonte: Julião, 2010).

Deste modo, o ciclo de vida do frango inicia-se com o acasalamento que ocorre entre a galinha e o galo. Após este acasalamento dá-se a fertilização, onde os espermatozóides

provenientes do galo entram em contacto com o óvulo da galinha, dando origem a células do ovo. Com a realização deste processo da fertilização dá-se a produção de ovos férteis, que são posteriormente retirados de perto da galinha e são colocados em locais próprios para incubação (Cagle, sd). A incubação tem a duração de 21 dias e ao fim desse tempo dá-se o nascimento do pinto. Quando estes nascem são encaminhados para os aviários, onde se podem mover, alimentar, beber água e socializar entre eles, até atingirem idade para serem transportados para o matadouro, onde são posteriormente abatidos (Animal Doc, 2007).

De seguida serão analisadas de forma mais detalhada algumas etapas do ciclo de vida do frango, nomeadamente os processos de aviação de produção, transporte e matadouro.

Segundo a legislação existente (Decreto-Lei 69/96, de 31 de Maio de 1996), o termo aviário ou exploração avícola define-se como “um ou mais estabelecimentos onde são exercidas diversas actividades avícolas”.

Na criação de frangos num aviário deve-se ter em atenção algumas características referentes ao pavilhão em si e em relação aos cuidados que se deve ter com a criação propriamente dita dos frangos. Assim, relativamente ao pavilhão, este deve de ser comprido e estar colocado no sentido de onde o sol nasce para onde se põe, evitando que este esteja incidido directamente nos frangos, devendo apresentar cortinas que se fecham de baixo para cima, permitindo o controlo da temperatura e ventilação (Portal de Veterinária, 2009). Para além disso, deve-se ter em atenção algumas características relativas ao exterior do pavilhão, tais como a distância entre pavilhões, que deve de ter um mínimo de 50 metros e é permitido a plantação de árvores, excepto as árvores de fruto e as árvores de copa muito alta, uma vez que por um lado os frutos atraem animais e por outro as árvores de copa alta não fornecem sombra de forma adequada (Portal de Veterinária, 2009). Quanto ao seu interior, existem algumas características que também devem ser consideradas e que melhoram o bem-estar dos frangos, nomeadamente no que confere à iluminação, onde o pavilhão deve de possuir várias lâmpadas incandescentes distribuídas por este, os comedouros e bebedouros devem estar erguidos de modo a evitar que os frangos estejam sempre deitados, o que poderia prejudicar a qualidade do peito do frango (Portal de Veterinária, 2009). Relativamente às camas nos pavilhões, estas têm como função fornecer boa absorção de humidade, conforto para as aves, biodegradabilidade e baixo nível de poeira. Os materiais que a compõem devem de estar homogeneamente distribuídos sobre o pavilhão e ser mantidos secos durante todo o ciclo de vida da ave (Ross, 2009).

Durante o processo de transporte de animais, como por exemplo de aves de capoeira, desde o aviário até ao matadouro, este deve de ser realizado segundo algumas condições gerais que nos são fornecidas através do Regulamento n.º 1/2005 do Conselho de 22 de Dezembro de 2004, relativo à protecção dos animais durante o transporte e operações afins e que altera as Directivas 64/432/CEE e 93/119/CE e o Regulamento (CE) n.º 1255/97. Segundo este regulamento, o transporte dos animais deve ocorrer em condições que tenham em conta o estado em que estes se encontram, devendo-se verificar se os animais estão aptos para a viagem, a duração da viagem, que deve de ser efectuada durante o mínimo de tempo possível, verificando regularmente o bem-estar dos animais. Para além destas condições, também existem condições referentes ao equipamento de carregamento e descarregamento de animais e ao seu transporte, onde se deve observar que estes foram concebidos de modo a evitar possíveis lesões e sofrimento aos animais. Relativamente ao pessoal, este deve apresentar formação ou competência adequada para esta função, não recorrendo à violência ou outro método que provoque medo ou lesões aos animais e deve possuir um certificado de aptidão profissional.

O processo de transporte das aves deve ser efectuado considerando o bem-estar destas. Para isso torna-se necessário apresentar alguns cuidados durante o seu transporte, nomeadamente em relação ao melhor horário para realizar este transporte. As aves devem ser transportadas de preferência durante a madrugada, uma vez que a estas horas as temperaturas são mais baixas, o que leva a uma redução do stress, e consequentemente, a uma redução da mortalidade e melhoria da qualidade da carne (Caleiro, 2009). Quanto à disposição das aves no interior das caixas também são necessários alguns cuidados, pois uma quantidade elevada de aves colocadas nas caixas vai influenciar no stress, superaquecimento e no aumento da mortalidade, sendo também necessário reduzir a sua quantidade quando se observa altas temperaturas (Ross, 2009). Para além disso, durante o transporte, sempre que necessário, deve ser usado aquecimento extra, ventilação e/ou refrigeração adequados, permitindo desta forma a sua redução de stress (Ross, 2009).

O matadouro é o último processo pelo qual o frango passa antes de chegar ao consumidor e consiste no abate do animal. De acordo com o Documento de Referência (BREF) (European Commission, 2005), este processo é constituído por um conjunto de etapas, que se inicia pela recepção das aves, seguindo-se o atordoamento, a sangria, o escaldão, a depena, a evisceração, a refrigeração e por fim a maturação. No que confere à recepção das aves, algumas medidas devem ser tomadas antes da sua recepção.

Medidas como a realização de um jejum pré-abate que ocorre antes da apanha e que consiste em retirar a ração às aves, antes da apanha para o transporte até ao matadouro, de modo a reduzir o nível de contaminação fecal, derivada das aves. Relativamente, à recepção dos frangos no matadouro são várias as medidas a serem tomadas, nomeadamente medidas relacionadas com a limpeza que possibilitam a redução de possíveis propagações de infecções. As medidas de limpeza e desinfecção são efectuadas às caixas e aos veículos, e ainda a remoção, por ventilação e filtros de mangas, do pó proveniente de lutas e do bater das asas das aves, que ocorre durante asdescargas. Após a recepção das aves estas são encaminhadas para a linha de abate, onde são penduradas de cabeça para baixo e transportadas para o equipamento de atordoamento. A etapa do atordoamento consiste em mergulhar as aves em banho-maria, onde sofrem um choque, quando estas entram em contacto com a água. De seguida, estas são encaminhadas para a etapa do sangramento. Esta etapa consta da passagem por um sistema automático de facas circulares onde as aves são abatidas. Nesta etapa, os matadouros procedem à colecta do sangue das aves, através de um túnel ou área cercada. Em termos ambientais esta etapa da colecta do sangue é um dos passos mais importantes, uma vez que o seu derrame pode ser um acidente bastante prejudicial, acarretando problemas para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR's) locais, se este for encaminhado para lá ou para os cursos de água. Ao fim da etapa do sangramento, as aves são encaminhadas para a etapa do escaldão. Nesta etapa as aves são mergulhadas num tanque de escalda, contendo água a ferver de modo a facilitar a etapa da depena, onde as penas são removidas das aves. A etapa da depena processa-se de forma mecânica, através de uma série de máquinas. Contudo nem todas as penas são removidas de forma mecânica, sendo necessário algumas serem removidas à mão. As penas provenientes da depena podem ser encaminhadas para vários destinos finais, como para compostagem, co-incineração ou aterro. No fim da depena, as aves são limpas por banho e são enviadas para uma área, designada por área de abate limpa, onde as aves são inspeccionadas e onde se procede ao corte das cabeças e patas. De seguida, estas são enviadas para a etapa da evisceração, onde se procede à remoção dos órgãos internos das aves. Posteriormente, são inspeccionadas e limpas, passando de seguida para a etapa da refrigeração. Esta etapa consiste em reduzir o crescimento microbiológico e existem vários equipamentos para a sua execução, tais como Immersion/spin Chilling, Spray Chillers e Air-Chillers. Almmersion/spin Chilling consiste na refrigeração das aves por um banho ou uma série deles, onde as aves são levadas a uma contracorrente de água limpa, estando estas

sempre em movimento através desta. Este equipamento tem como vantagem o facto de ser menos dispendioso. Os Spray Chillers também consistem na refrigeração das aves através da passagem destas por água, tendo como vantagem o facto de evitar problemas derivados da contaminação nos tanques de chiller e como desvantagem o facto de aumentar a propagação de bactérias por aerossóis. Por último, o Air-Chillers, neste equipamento as aves são refrigeradas em salas de refrigeração ou por um jacto de ar contínuo, sendo caracterizado por causar a desidratação da carcaça, no entanto permite a preservação do sabor da carne. Os Air-Chillers têm como vantagens o facto de não consumirem muita água, em comparação com o Immersion/spin Chilling e o Spray Chillers e o facto de reduzir a taxa de contaminação dos alimentos. A última etapa no processo do matadouro corresponde à maturação, onde as carcaças das aves são mergulhadas em água e gelo de modo a refrigerá-las, para serem armazenadas, posteriormente.

2.3 FACTORES QUE AFECTAM A PRODUÇÃO DE FRANGO

Quando se está perante a produção de frangos são vários os factores que podem influenciar o seu desenvolvimento. De entre os diversos factores pode-se considerar a temperatura, a humidade relativa, a luz, a ventilação, entre outros.

Deste modo, se for possível conhecer estes parâmetros é possível controlar a higiene, parasitas, doenças, clima, microrganismos, stress e genética dos frangos e pavilhões (Julião, 2010).

A temperatura afecta bastante o comportamento das aves. Deste modo, o comportamento destas é bastante importante para a verificação da temperatura no interior do pavilhão. Assim, se a temperatura no pavilhão for muito alta, os pintos deixam de fazer ruído e as cabeças e patas ficam inclinadas, se a temperatura for muito baixa, os pintos tornam-se muito ruidosos, no entanto se a temperatura for a mais correcta, os pintos apresentam ruído de contentamento e encontram-se uniformemente distribuídos (Ross, 2009). As galinhas apresentam um intervalo de temperatura ideal, que se situa entre os 15,6 e 21,6 °C. Temperaturas abaixo deste intervalo originam o desconforto destas, as camas ficam húmidas, as cristas congelam e a temperatura do corpo das aves diminui, diminuindo a produção de ovos. Para temperaturas superiores a 21,6°C, verifica-se aumento do stress com o calor, diminuição da produção de ovos, redução dos tamanhos destes e as cascas ficam finas (Julião, 2010). Para além disso, se ocorrer um

aumento do stress com o aumento da temperatura, este facto também pode ser observado pelo comportamento da ave, que reduz a ingestão de alimentos (rações). Associado ao factor da temperatura encontra-se a humidade relativa. Desta forma, quando se verifica um aumento da temperatura e da humidade relativa, a ave deixa de respirar suficientemente rápido, e conseqüentemente, deixa de remover o calor necessário para dissipar do corpo. Um outro aspecto referente à associação da humidade relativa com a temperatura é que se a humidade relativa aumenta, a temperatura da ave também pode aumentar, podendo provocar a sua morte (Laganá, 2009).

Um outro factor importante diz respeito à iluminação. Este parâmetro é importante uma vez que permite regular o consumo de ração das aves. A iluminação está relacionada com três parâmetros, a intensidade, a cor e a duração. Na criação deste tipo de aves a iluminação não é a mesma em todo o ciclo de vida, assim do 1º ao 4º dia de idade estas recebem luz 24 horas por dia (5 watts/m²), a partir do 5º dia recebem luz natural durante o dia e à noite luz artificial (1 watt/m²) (Julião, 2010). A sua intensidade é um factor importante, pois permite melhorar a estimulação das aves para o consumo do alimento e permite o desenvolvimento dos sistemas digestivo e imunológico. No entanto, no decorrer da iluminação também é importante fazer um programa de luz, dado que este programa pode influenciar o desempenho das aves no pavilhão. Deste modo, o programa de luz apresenta algumas vantagens com a sua utilização, nomeadamente no que confere à mortalidade, levando à sua diminuição, bem como à diminuição de possíveis problemas locomotores, a taxa de crescimento com este programa pode ser igual ou melhor que o recurso a um programa de luminosidade contínua e ainda recorrendo a períodos de luz/escuro, isto é recorrendo a um longo período de luz e depois de um curto período sem luz é importante no que diz respeito ao desenvolvimento do sistema imunológico (Cobb, 2009).

Relativamente ao factor da ventilação são vários os motivos que levam ao uso de ventilação nos pavilhões, podendo-se destacar o fornecimento de oxigénio para as aves, regular a humidade relativa no seu interior, remover o excesso de calor e gases, como amoníaco (NH₃) e dióxido de carbono (CO₂) e diminuir a concentração de poeiras (Martins, 2008). Existem dois tipos de ventilação, natural e artificial. Esta última é utilizada quando a ventilação natural não é suficiente e consiste em realizar movimentação do ar através de equipamentos especiais, como exaustores e ventiladores. Esta movimentação do ar pode por sua vez ser executada por dois sistemas, sistema de pressão negativa ou exaustão e sistema de pressão positiva ou pressurização. A colocação dos ventiladores torna-se importante num pavilhão, pois influenciam o bom desempenho do sistema. Se

estes não fornecerem um movimento de ar suficiente podem provocar um efeito de stress às aves, podendo levar à redução do seu desempenho (Abreu *et al*, 2004). Desta forma, a utilização de ventilação artificial pode conduzir a diversas vantagens, tais como permitir uma distribuição uniforme e suficiente de ar no pavilhão, permitir o controlo da taxa de ventilação, controlando a entrada e saída de ar e ainda o facto de ser independente das condições atmosféricas (Abreu *et al*, 2004).

2.4 CONSUMOS DE ALIMENTOS E ÁGUA

Quando se fala de criação de frangos deve-se ter sempre presente que estes não fornecem apenas produtos para os humanos, mas também apresentam necessidades, nomeadamente a nível de consumos de água e alimento (ração), que devem ser sempre asseguradas, assim como de energia para o funcionamento do aviário, mantendo presente o bem-estar dos frangos.

2.4.1 ALIMENTAÇÃO (RAÇÃO)

A alimentação do frango é bastante importante, pois permite um reforço no sistema imunitário e o crescimento saudável destes (Freire, 2010).

Durante a criação de frangos é necessário ter alguns cuidados no que se refere à alimentação destes. Por exemplo, no espaço entre os comedouros, que deve de ser o suficiente, senão observa-se a redução no crescimento dos frangos, tornando-se um grupo heterogéneo, isto é, os frangos vão crescer de forma irregular e com pesos diferentes, não se observando uniformidade entre eles. Outros cuidados a ter na criação correspondem ao fornecimento de rações ao longo do tempo, que não é feita da mesma maneira. Assim, nos primeiros dias para além dos comedouros habituais também é usual o recurso a bandejas, folhas de papel ou pratos, espalhados pelo chão, como se pode observar pela Figura 2.5, de modo a facilitar o seu acesso. Ao longo do tempo, também se deve ter cuidados, nomeadamente quanto à elevação dos comedouros, de modo a que estes fiquem sempre nivelados com o dorso do frango e ainda se deve ter também atenção na manutenção dos comedouros, para que nunca fiquem vazios, o que pode provocar situações de stress para os frangos. Para além disso, em relação aos frangos para abate também é necessário ter o cuidado de retirar o fornecimento de ração antes 8 a 12 horas de estes irem para abate, pois desta forma é possível reduzir

possíveis contaminações da carcaça, pelo próprio alimento e pelo material fecal (Cobb, 2009).



Figura 2.5– Posição dos comedouros nos primeiros dias (fonte: Cobb, 2009).

2.4.2 ÁGUA

A água para a criação de frangos, assim como para o ser humano é um bem muito importante, sendo necessário garantir que estes tenham acesso fácil à água 24 horas por dia. A água encontra-se nos aviários dentro de bebedouros, podendo ser fornecida sob duas formas, bebedouros tradicionais de sistema aberto (bebedouros pendulares) e bebedouros *Nipple*. O fornecimento de água limpa e fresca aos pintos deve de estar disponível desde o início, sendo usados bebedouros infantis (nos primeiros dias) e bebedouros pendulares. A colocação destes bebedouros pendulares deve ser feita de modo a que estes se situem a uma altura entre o dorso e os olhos do pinto, com a vantagem de estes não se molharem ou tenham difícil acesso. Em relação aos bebedouros do tipo *Nipple*, estes fornecem um fluxo de água fácil e rápido às aves. No caso dos bebedouros *Nipple* também existem alguns cuidados a ter desde a recepção dos pintos, nomeadamente a altura a que se colocam. Assim, nas primeiras duas horas desde a recepção dos pintos, estes estão posicionados com uma altura igual à direcção dos olhos. Após estas duas horas efectua-se uma alteração da altura dos bebedouros de forma a que fique com um ângulo de 45 graus em relação ao pinto. Este facto pode ser observado através da Figura 2.6. Este sistema é bastante vantajoso, pois é eficiente e reduz a mortalidade dos pintos, dado apresentar água com baixo nível de contaminação. Para além disso, uma vez que a água é um bem essencial para os frangos é

aconselhável efectuar uma análise físico-química e bacteriana da água, de modo a assegurar a sua qualidade (Planalto, 2006).



Figura 2.6– Posição dos bebedouros (fonte: Planalto, 2006).

A Tabela 2.3 apresenta os valores típicos de consumo de água de um frango, por dia, à temperatura de 21°C, para machos, fêmeas e uma mistura de machos e fêmeas.

Tabela 2.3–Consumos típicos de água, em litros para 1000 aves por dia, à temperatura de 21°C (fonte: Ross, 2009).

Idade do frango (dias)	<i>Nipple</i> sem copo			<i>Nipple</i> com copo			Bebedouros Sino		
	Macho	Fêmea	Mistura	Macho	Fêmea	Mistura	Macho	Fêmea	Mistura
7	62	58	61	66	61	65	70	65	68
14	112	101	106	119	107	112	126	113	119
21	181	162	171	192	172	182	203	182	193
28	251	224	237	267	238	252	283	252	266
35	309	278	293	328	296	311	347	313	329
42	350	320	336	372	340	257	394	360	378

2.5 RESÍDUOS E EMISSÕES PARA O MEIO AMBIENTE

O funcionamento de um aviário apresenta diversos resíduos e emissões que são libertados para o ambiente, sendo necessário encontrar o melhor destino para estes, por forma a minimizar os impactes que causam para o ambiente. Assim, durante a exploração de um aviário são várias as medidas a serem tomadas para minimizar os impactes ambientais, nomeadamente medidas para minimizar emissões difusas, para reduzir as emissões de ruído (no caso de ser necessário), proceder à alteração das características das chaminés (como por exemplo alterar a sua altura) para o cumprimento dos requisitos legais referentes às emissões atmosféricas, como de partículas, monóxido de carbono (CO), óxido de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂) e compostos orgânicos voláteis (COV), colocação de vedação para impedir a entrada de terceiros no aviário, colocação de árvores em torno do aviário devido a perturbações visuais. Em relação aos resíduos, estes provêm de diversas fontes, como estrume das camas, cadáveres de aves mortas, entre outros, sendo sujeitos a medidas segundo a legislação em vigor (Regulamento nº 1774/2002, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 3 de Outubro, que estabelece regras sanitárias relativas aos subprodutos animais não destinadas ao consumo). Relativamente à água residual, esta deriva das lavagens efectuadas na exploração, devendo ser reconhecidos alguns parâmetros da sua monitorização, como por exemplo o pH, a Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO), o Azoto Total, o Azoto Amoniacal, o Fósforo Total, a Carência Química de Oxigénio (CQO) e os Sólidos Suspensos Totais (SST) (MAOT, 2004).

No caso do processo do matadouro são várias as fontes que ocasionam as emissões e resíduos para o ambiente, devendo contudo ter sempre noção quanto à aplicação das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD's), dada a sua influência no uso de boas práticas, de modo a reduzir os níveis de consumo e emissões para o ambiente. Desta forma, relativamente às emissões atmosféricas do processo do matadouro, estas derivam de caldeiras usadas durante o processo produtivo, para fornecimento de energia à instalação. Em relação à água, esta é usada, principalmente, nas lavagens das instalações, nas diferentes etapas do processo e ainda para consumo humano. Assim, as águas residuais provenientes do matadouro têm origem em três zonas, na zona da recepção e/ou alojamento dos frangos, na zona de abate e na zona de extracção de vísceras. Na zona da recepção e/ou alojamento as águas residuais apresentam fezes dos frangos, na zona de abate apresentam grandes quantidades de sangue, enquanto que na zona de extracção de vísceras observa-se grandes quantidades de matéria orgânica e

gorduras. Assim, é necessário que estas águas residuais sejam sujeitas a tratamento antes de serem descarregadas em águas receptoras. Por último, quanto aos resíduos são diversas as suas fontes, nomeadamente resíduos provenientes da lavagem e limpeza, cinzas volantes e poeiras das caldeiras, óleos e gorduras alimentares, lamas do tratamento de efluentes, resíduos urbanos e equiparados, entre outros, sendo que estes resíduos estão identificados na Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, e são apresentados considerando os códigos da Lista Europeia de Resíduos(LER)(IGAOT, 2006).

3 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

3.1 DEFINIÇÃO, VANTAGENS E LIMITAÇÕES

Segundo a norma ISO 14040:2008, a ACV de um produto, processo ou serviço é uma ferramenta que permite avaliar as entradas, saídas e os impactes ambientais potenciais ao longo do seu ciclo de vida, “do berço ao túmulo”, considerando as matérias-primas usadas, os processos de produção, transporte, utilização, tratamento no fim-de-vida, reciclagem e por último a deposição final.

A ACV é vista como uma técnica de gestão ambiental, fornecendo uma abordagem ao ciclo de vida de um produto, incidindo-se em questões ambientais, não considerando os aspectos económicos ou sociais do produto, apresentando desta forma um critério ecológico (Matos, 2007). A ACV consideradois tipos de abordagens, iterativa e relativa. Uma abordagem iterativa, uma vez que à medida que se aborda cada fase da ACV, individualmente, é possível utilizar resultados de outras fases, existindo assim interacção entre as fases, de modo a possibilitar uma melhor compreensão e consistência do estudo e dos resultados. Ou seja à medida que se analisa a fase do objectivo e âmbito ou a fase do ICV, com a recolha de informação durante a sua análise é possível surgir a necessidade de se proceder a alterações nas fases, por forma a serem satisfeitos os objectivos do estudo. Uma abordagem relativa, pois todas as análises efectuadas à ACV, ICV e AICV, são relativas a uma unidade de referência (unidade funcional) (ISO, 2008).

São várias as vantagens da aplicação da metodologia de ACV. De entre essas vantagens pode-se destacar o facto de ser possível identificar e comparar diferentes tipos de impactes, apresentar um carácter holístico (ou seja, na ACV a tecnologia, a economia e o ambiente apresentam as mesmas prioridades, considerando a totalidade dos processos) e permitir a participação pública (Ribeiro, 2004). Além disso, esta metodologia também permite analisar balanços ambientais, quantificar descargas ambientais tanto para o ar, como para a água e o solo, avaliar os efeitos humanos e ecológicos do consumo de materiais (Ferreira, 2004).

Contudo, esta metodologia também apresenta algumas limitações quanto à sua aplicação, tais como os gastos de recursos financeiros necessários para a sua realização e o tempo despendido, que é grande (Ferreira, 2004). Para além disso, existem limitações em relação à aplicação de uma ACV no que se refere ao não abrangimento dos impactes

de acidentes, derrames e similares (European Commission, 2010). Esta metodologia também apresenta algumas dificuldades na sua utilização, nomeadamente na qualidade dos resultados que está dependente da qualidade dos dados usados e apresenta um grande conjunto de dados mediante processos diferentes (Ribeiro, 2004).

3.2 FASES DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

De acordo com a norma ISO 14040:2008, os estudos de ACV compreendem quatro fases distintas: definição do objectivo e âmbito, inventário, avaliação de impacte e interpretação. A Figura 3.1 apresenta esquematicamente estas fases, bem como as aplicações directas dos resultados dos estudos de uma ACV (ISO, 2008).

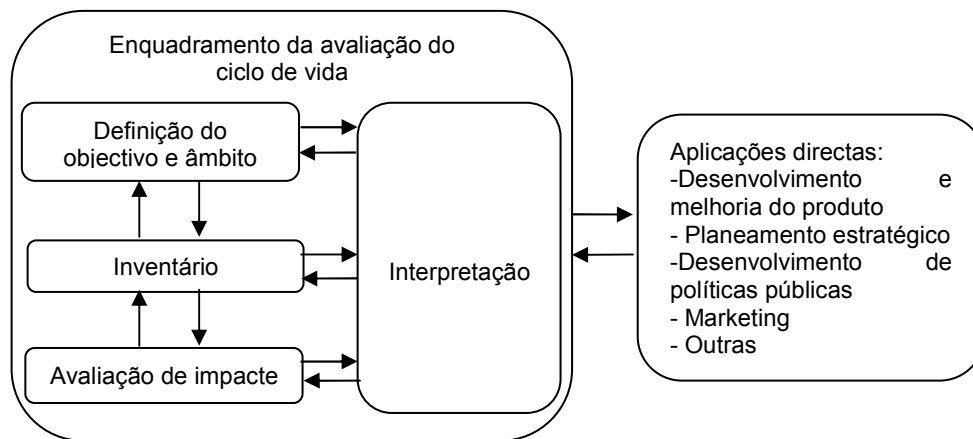


Figura 3.1- Fases de uma ACV, segundo a norma ISO 14040:2008.

3.2.1 DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E DO ÂMBITO DO ESTUDO

A primeira fase da ACV corresponde à definição do objectivo e do âmbito do estudo, sendo uma fase bastante importante, devendo por isso ser bem definida e consistente com o que se pretende fazer no estudo. O objectivo do estudo, deve indicar a aplicação que é pretendida, assim como as razões para a realização do estudo e para quem se destina o estudo. A ISO 14044:2006 também considera que o âmbito do estudo deve incluir os itens seguintes:

- o sistema de produto;
- as funções do sistema de produto;

- a unidade funcional (corresponde a uma unidade de referência em relação à qual os dados de entrada e saída são normalizados e deve de ser consistente com o objectivo e âmbito pretendido);
- as fronteiras do sistema (indicam quais as unidades de processos que devem ser incluídas no estudo, devendo assim ser consistentes com o objectivo deste);
- os procedimentos de alocação;
- requisitos de qualidade de dados;
- pressupostos;
- limitações;
- a metodologia da avaliação de impacte e tipos de impactes (determina as categorias de impacte, indicadores de categoria e modelos de caracterização que são incluído no estudo, devendo de ser consistente com o objectivo deste);
- a interpretação a ser usada;
- tipo de revisão crítica;
- tipo de formato do relatório.

3.2.2 *INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA*

A fase do inventário, também designada como fase do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), é caracterizada pela recolha de dados, por forma a quantificar as entradas e saídas do sistema em estudo, sendo que estas entradas e saídas devem ser consistentes com o objectivo do estudo. As entradas do sistema são, essencialmente, as entradas de energia, de matérias-primas, auxiliares, entre outras. Quanto às saídas do sistema podem ser, por exemplo, as emissões para o ar, a água e solo. Deste modo, o ICV é realizado através de um balanço entre as entradas e saídas do sistema (ISO, 2008).

Para além disso, a realização do ICV corresponde a um processo iterativo, uma vez que quando se procede à recolha de dados e de informações para se efectuar o inventário, por vezes surge a necessidade de se fazer alterações nos procedimentos de recolha, devido a possíveis adventos de novos requisitos ou limitações, levando desta forma à necessidade de revisões e alterações no objectivo e âmbito do estudo (ISO, 2008).

3.2.3 AVALIAÇÃO DE IMPACTE DO CICLO DE VIDA

A fase de avaliação de impacte (Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida – AICV) recorre aos resultados do ICV para poder quantificar os impactes ambientais potenciais, ou seja, através dos dados recolhidos para a construção do inventário procede-se à análise dos possíveis impactes ambientais do sistema. Desta forma, na fase da AICV verifica-se a associação dos dados do inventário a categorias específicas de impacte ambiental e a indicadores de categoria.

Existem várias metodologias que permitem efectuar a AICV, podendo ser considerados dois conjuntos de categorias de impacte, midpoint level e endpoint level. No que se refere à abordagem midpoint, esta abordagem contempla diversas categorias de impacte, tais como alterações climáticas, acidificação, eutrofização, toxicidade humana, depleção de ozono, formação de oxidantes fotoquímicos, ecotoxicidade, radiação iónica, formação de partículas, depleção de água, depleção de recursos minerais, depleção de combustíveis fósseis, ocupação de terras agrícolas, ocupação de solo urbano e transformação de terras naturais (Goedkoop *et al*, 2008). Quanto à abordagem endpoint, esta deriva da conversão e agregação da maioria das categorias de impacte midpoint, originando como categorias de impacte endpoint, danos à saúde humana, danos causados à diversidade do ecossistema e danos à disponibilidade de recursos. Deste modo, existe uma ligação entre ambas as abordagens (Goedkoop *et al*, 2008).

A fase de AICV, segundo a norma ISO 14044:2006 é constituída por seis elementos, dos quais três obrigatórios e três opcionais. Os elementos obrigatórios estão, por sua vez divididos em três, que são:

- ✓ Selecção das categorias de impacte, dos indicadores das categorias e dos modelos de caracterização – esta é a primeira etapa na realização de uma avaliação de impacte, sendo necessário que esta selecção de categoria de impacte seja efectuada de acordo com o objectivo e o âmbito previamente definidos;
- ✓ Classificação – Atribuição de resultados do ICV às categorias de impacte seleccionadas. Assim, esta etapa considera a atribuição de resultados do inventário para uma categoria de impacte e ainda a identificação de resultados do inventário para mais de uma categoria de impacte, ou seja, considera a atribuição dos resultados do inventário a uma categoria de impacte ou a mais de uma,

devendo ser neste caso multiplamente contabilizada. Esta etapa permite a tradução do efeito gerado por um conjunto de poluentes;

- ✓ Caracterização – Cálculo dos resultados dos indicadores de categoria. Nesta etapa faz-se a conversão do resultado do ICV, na mesma categoria de impacte, em unidades comuns. Para isso procede-se à atribuição de factores de caracterização, já que os efeitos dos poluentes não são os mesmos no ambiente, somando-se depois todos esses efeitos, para cada categoria, obtendo-se o indicador de categoria, como resultado (Matos, 2007). Assim, para se obter o resultado de indicador de categoria é necessário multiplicar as emissões dos poluentes derivadas do inventário por um factor de caracterização, obtendo-se assim a contribuição dessas emissões para a categoria de impacte ambiental.

Relativamente, aos elementos opcionais, estes são três:

- ✓ Normalização– corresponde ao cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores de categoria, considerando informações de referência disponíveis para cada categoria de impacte;
- ✓ Agregação –consiste em agrupar as categorias de impacte em um ou mais conjuntos, realizando-se através de dois procedimentos possíveis: por classificação das categorias de impacte de acordo com as suas características e por ordenação das categorias de impacte de acordo com uma determinada hierarquia;
- ✓ Ponderação – é a conversão dos resultados de indicador das categorias de impacte, usando factores numéricos. Este elemento efectua-se através de dois procedimentos possíveis: por conversão dos resultados dos indicadores ou resultados normalizados usando factores de ponderação seleccionados ou por agregação dos resultados de indicadores convertidos ou resultados normalizados entre categorias de impacte.

Adicionalmente, na fase da AICV pode-se recorrer à análise da qualidade dos dados. Este elemento de análise é opcional servindo para compreender melhor a recolha dos resultados de indicador de categoria, usando para isso algumas técnicas, tais como: análises de gravidade (identifica os dados com maior contribuição do resultado de indicador), análises de incerteza (determina os dados de incerteza e os pressupostos dos cálculos e de que forma podem afectar o resultados de uma AICV) e análise de

sensibilidade (indica de que modo as alterações dos dados e das metodologias afectam os resultados) (ISO, 2006).

3.2.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A última das quatro fases de ACV diz respeito à fase de interpretação dos resultados. Esta fase “recebe” os resultados do ICV e AICV, fornecendo conclusões e recomendações consoante os objectivos e âmbitos do estudo em causa. Esta interpretação deve ser fornecida de forma transparente, isto é, de forma clara e objectiva, permitindo uma melhor e completa compreensão da informação aos decisores. Segundo, a norma ISO 14044:2006, esta fase compreende vários elementos, tais como:

- ✓ Identificação de questões significativas – nesta fase o principal objectivo é identificar questões significativas relativas ao objectivo e âmbito do estudo. São vários os exemplos de questões significativas, sendo consideradas os dados do inventário referentes à energia, emissões, descargas, resíduos; as categorias de impacte (uso de recursos, alterações climáticas, ...) e as contribuições significativas para as fases do ciclo de vida dos resultados do ICV e AICV;
- ✓ Avaliação – a avaliação dos resultados do ciclo de vida deve ser feita de acordo com o objectivo e âmbito do estudo, permitindo um melhoramento da sua confiança para as partes interessadas. Este elemento compreende três técnicas: a verificação da exaustividade (confirma que as informações ou dados importantes para a interpretação dos resultados estão disponíveis, mas caso não estejam devem ser também considerados), a verificação da sensibilidade (tem por objectivo avaliar a confiança que os resultados do estudo dão, considerando desta forma as incertezas que se verificam tanto nos dados como nos métodos de alocação ou nos cálculos dos resultados dos indicadores de categoria, entre outros, considerando assim as análises de sensibilidade e as de incerteza) e a verificação da consistência (consiste na verificação de que os dados, métodos e pressupostos usados na realização da ACV estão de acordo com o objectivo e âmbito do estudo);
- ✓ Conclusões, limitações e recomendações – Este elemento fornece as conclusões a retirar com a realização do estudo, incluindo ainda a identificação de possíveis limitações e recomendações para os decisores, tendo em conta o objectivo e âmbito dado ao estudo.

4 CASO DE ESTUDO: AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO FRANGO

4.1 OBJECTIVO E ÂMBITO DO ESTUDO

4.1.1 OBJECTIVO

A finalidade do presente estudo consiste em identificar e avaliar os impactes ambientais decorrentes da produção de frangos, desde que estes entram no aviário até serem abatidos em matadouro, incluindo os transportes entre estes dois processos, a produção de rações e o transporte das rações desde a instalação de fabrico até ao aviário.

Para além disso, este estudo pretende também identificar possíveis melhorias no desempenho ambiental das actividades associadas à produção de frango, identificando também algumas recomendações, por forma a reduzir os impactes ambientais associados a esta actividade.

4.1.2 UNIDADE FUNCIONAL

No presente estudo considera-se como unidade funcional um frango à saída do matadouro criado em aviário, considerando que este pesa cerca de 1,5 kg antes do abate.

4.1.3 FRONTEIRAS DO SISTEMA

O frango, antes de ser consumido, passa por um conjunto de processos que vão desde que a galinha poedeira põe o ovo, passando pela incubação, seguindo para o aviário e depois o matadouro, para ser abatido e por fim para o mercado. Entre os vários processos, há o recurso a transportes para as deslocações necessárias entre cada etapa. O presente estudo considera as etapas que vão desde o aviário até ao matadouro, com o respectivo transporte entre ambas, bem como a produção de rações e o transporte das rações das instalações de fabrico até ao aviário.

A Figura 4.1 mostra de forma esquemática os processos associados a este estudo.

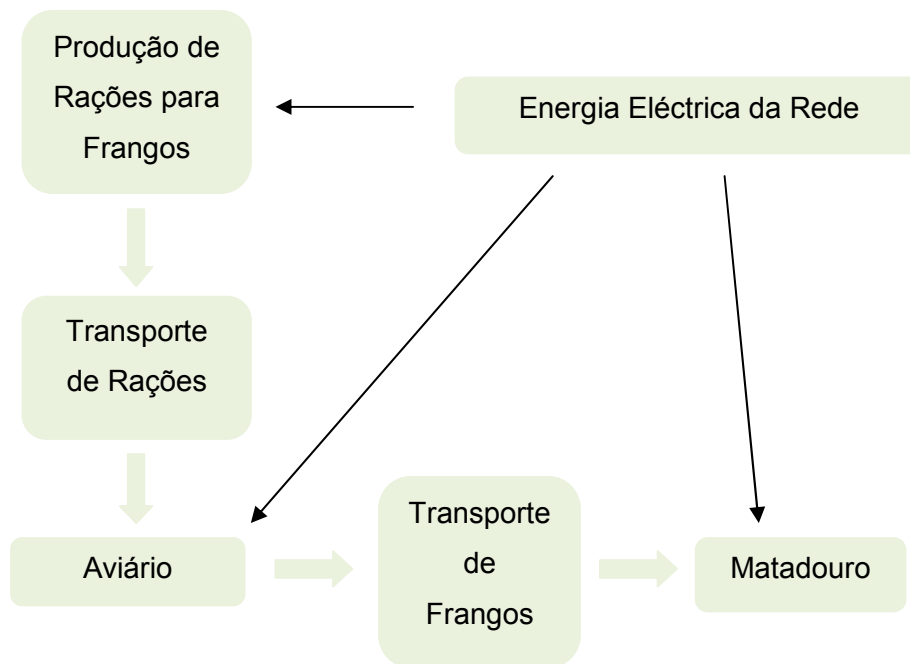


Figura 4.1- Processos do ciclo de vida do frango e respectivas fronteiras do sistema.

A produção de energia eléctrica na rede foi considerada nos processos do aviário, produção de rações e no matadouro, fornecendo energia para o funcionamento destes.

Assim, no presente estudo foram considerados, os processos para os quais foi possível obter dados reais de funcionamento.

Deste modo, no processo do aviário não foi considerado, a produção dos agentes de limpeza usados, a produção dos materiais auxiliares usados para a construção das camas do aviário e as vacinas/antibióticos administrados nas aves, assim como os transportes destes materiais até ao aviário. No processo de produção de rações não foram considerados os processos de produção das matérias-primas que compõem a ração, a produção de agentes de limpeza e os transportes destes até à instalação de fabrico de rações. Quanto ao processo do matadouro, não foram considerados a produção dos agentes de limpeza usados e o seu transporte até ao matadouro.

Neste estudo também é de destacar o facto de não serem analisados os destinos finais dados aos resíduos, com excepção dos excrementos dos animais no aviário.

A produção/manutenção de bens de capital, nomeadamente dos edifícios e equipamentos usados, também foi excluída das fronteiras do sistema.

4.1.4 PROCEDIMENTOS DE ALOCAÇÃO

Neste caso de estudo foi necessário efectuar alocação no processo da produção de rações e também no processo do matadouro.

Na produção de rações para frangos efectuou-se uma alocação mássica, nomeadamente aos consumos de água e de energia eléctrica e ainda à água residual e aos resíduos gerados pela instalação, uma vez que os dados fornecidos pela fábrica de rações incluíam os consumos totais da fábrica, que para além de rações para frangos também produz rações para animais de companhia, peixes e mix's. Assim, uma vez que foi possível obter os consumos totais da produção de ração na instalação, para o ano de 2010, foi possível estimar os consumos referentes apenas às rações para frangos.

No processo do matadouro, efectuou-se a alocação para obter os consumos de energia (energia eléctrica e nafta), água, desinfectantes, detergente, água residual, resíduos e subprodutos associados ao abate de frangos. Esta alocação foi necessária, uma vez que os dados que foram disponibilizados pela empresa, englobam não só as actividades referentes ao abate de frangos, como também às actividades realizadas no abate de perús. Deste modo, foi efectuada uma alocação mássica com base nos pesos de frangos e de perús abatidos, no ano de 2010 e ainda nos consumos totais para esse mesmo ano. Para além disso, uma vez que para além do abate de aves a instalação também realiza o tratamento e transformação de subprodutos, desmancha e cozinha industrial foi necessário excluir a quantidade de energia gasta nestas actividades. Desta forma, foi possível estimar os consumos referentes ao abate de frangos, no ano de 2010, na instalação.

4.1.5 REQUISITOS DE QUALIDADE DE DADOS

Na realização do presente estudo, os dados de inventário relativos às entradas e saídas dos processos de aviário, produção de rações e matadouro foram recolhidos junto de empresas especializadas nas actividades. Contudo, as emissões atmosféricas associadas à queima de combustíveis fósseis nestes processos foram estimadas com base em factores de emissão da literatura (CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) e IPCC 2006 (IPCC, 2006)). As emissões associadas à produção de energia eléctrica da rede nestes processos foram obtidas na base de dados Ecoinvent (Ecoinvent, 2007).

4.1.6 METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTE DO CICLO DE VIDA E TIPOS DE IMPACTES

Como já referido no Capítulo 3, a AICV recorre aos resultados do inventário de forma a analisar possíveis impactes ambientais do sistema. Esta fase é constituída por elementos obrigatórios e opcionais, não sendo analisados neste estudo os opcionais, uma vez que os obrigatórios são suficientes para atingir os objectivos deste estudo. Assim, na realização de uma avaliação de impactes começa-se por fazer uma selecção das categorias de impacte, dos indicadores das categorias e dos modelos de caracterização, de seguida faz-se a classificação e a caracterização.

No presente caso de estudo considerou-se como categorias de impacte as alterações climáticas, a formação de oxidantes fotoquímicos, o potencial de acidificação e o potencial de eutrofização. A Tabela 4.1 apresenta para estas categorias de impacte os parâmetros considerados e resultados do indicador, assim como os seus factores de caracterização.

Tabela 4.1-Categorias de impacte e respectivos parâmetros, indicadores das categorias e factores de caracterização da ACV do frango.

Categorias de impacte	Parâmetros	Resultados de indicador	Factor de caracterização
Alterações climáticas	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	kg CO ₂ eq	PAG - Potencial de Aquecimento Global
Formação de oxidantes fotoquímicos	CH ₄ , SO ₂ , CO	kg C ₂ H ₄ eq	PFOF – Potencial de Formação de Oxidantes Fotoquímicos
Acidificação	NH ₃ , NO _x , SO ₂	kg SO ₂ eq	PA – Potencial de Acidificação
Eutrofização	N ₂ O (ar), NH ₃ (ar), NH ₄ ⁺ (ar), NO _x (ar), NO ₃ ⁻ (ar), P (ar), NO ₃ ⁻ (água), NO ₂ ⁻ (água), P (água)	Kg PO ₄ ³⁻ eq	PE – Potencial de Eutrofização

Apesar de só ter considerado estas quatro categorias de impacte, existem outras também importantes, no entanto não foram contabilizadas, nomeadamente a depleção de recursos abióticos, a toxicidade humana, a depleção de ozono, a ecotoxicidade, entre outras.

4.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

De seguida serão analisados individualmente os dados considerados para efectuar o inventário do ciclo de vida do estudo em causa, para os vários processos.

4.2.1 AVIÁRIO

A manutenção de um aviário deve ser feita regularmente até ao abate dos frangos. Durante a manutenção deve ser verificado se no pavilhão os pintos/frangos estão a receber água e alimentação suficiente, fazendo ajustes na elevação das pipetas da água à medida que os frangos vão crescendo, bem como dos comedouros; se a iluminação é a mais adequada; verificar a temperatura e humidade, que são fornecidas de forma automática, alterando sempre que é necessário, uma vez que estes últimos factores dependem da idade, peso e outras características do próprio frango.

No aviário que serviu de base para o estudo observou-se que nos primeiros dias após a recepção dos pintos apresentava fácil acesso das rações, encontrando-se locais com a ração espalhada no chão, através de pratos e folhas. A cama das aves era macia e seca constituída por vários materiais, tais como serrim, casca, fitas, estilha e bagaço azeitona e apresentava também fácil acesso à água com utilização de bebedouros do tipo pipetas. Para além disso, a temperatura no interior do pavilhão rondava cerca de 34 °C e relativamente à iluminação, observou-se a existência de bastante luz.

Os principais fluxos de entradas e saídas associados ao processo do aviário estão representados na Figura 4.2. As Tabelas 4.2 e 4.3 apresentam os dados de inventário disponibilizados por uma empresa, referentes ao ano 2010.

Os materiais de cama usados no processo do aviário como já foi dito, anteriormente, são materiais provenientes do uso de madeiras, nomeadamente o serrim, a casca, fitas, estilhas e bagaço de azeitonas. Estes materiais de madeira são fornecidos por fornecedores (carpintarias) da região onde o aviário se localiza.

Durante o funcionamento de um aviário o uso de água é bastante importante. A água é usada não só para a limpeza dos pavilhões, onde os frangos são colocados, como também para consumo por parte dos pintos/frangos. Desta forma, o consumo total de água no ano de 2010, corresponde a $3,5E-03 \text{ m}^3$ por frango vivo.

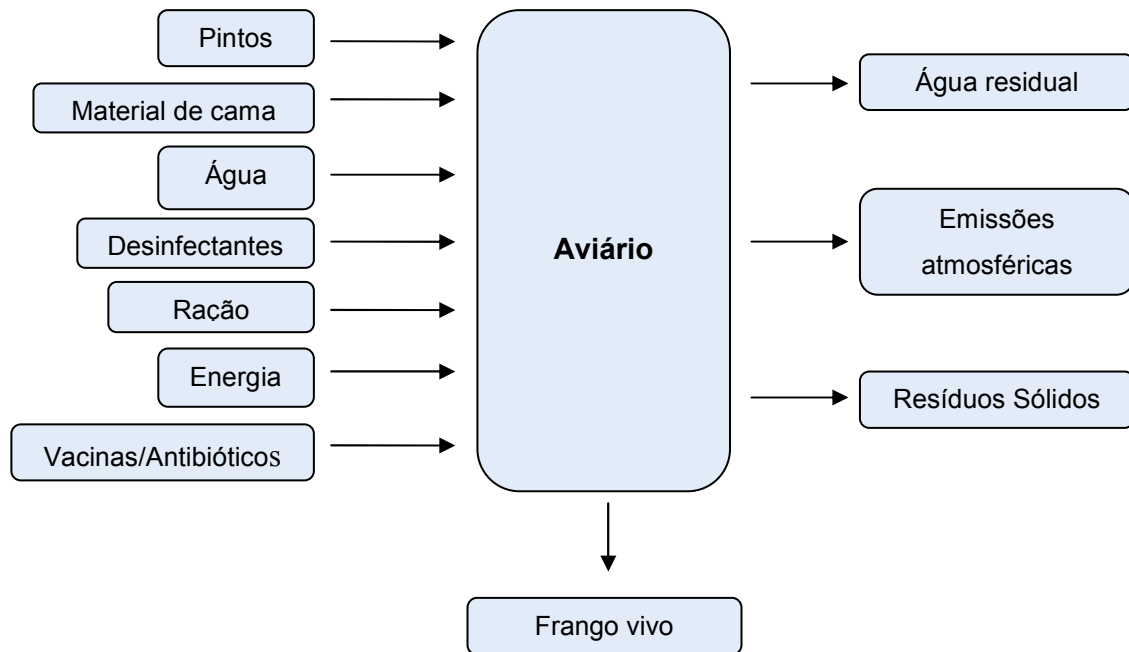


Figura 4.2-Fluxo de entradas e saídas do processo do aviário.

Os agentes de limpeza empregues no aviário devem-se, essencialmente, à limpeza dos pavilhões. No aviário em análise são usados os seguintes desinfetantes: Antec Farm, Virkon, Sanitas e Desinfetante D-39, sendo as informações relativas a estes desinfetantes fornecidas através de fichas técnicas desenvolvidas para cada desinfetante.

Durante o tempo de criação de frangos, estes consomem três tipos de rações, consoante a sua idade. Assim, nos primeiros dias, entre 6 a 18 dias de idade consomem rações 104, passando para 115, dos 19 dias de idade até 5 dias antes do seu abate e por fim, nos cinco dias antes dos frangos serem abatidos consomem rações 116 (Valouro, sd). As rações usadas no aviário são fornecidas através de empresas de produção de rações.

A energia no processo do aviário em estudo é proveniente da energia eléctrica da rede pública e da queima de biomassa e gasóleo. Os dados associados à produção de energia eléctrica serão apresentados na secção 4.2.4.

Tabela 4.2- Entradas associadas ao processo do aviário, expressas em relação a um frango vivo produzido.

Entrada	Quantidades/frango vivo	Unidades
Serrim	2,5E00	kg
Casca	1,8E-01	kg
Fitas	2,5E00	kg
Estilha	5,4E-01	kg
Material de cama		
Bagaço Azeitona	5,1E-02	kg
Água		
Abeberamento das aves	3,2E-03	m ³
Lavagem de pavilhões	3,1E-04	m ³
Desinfectantes	3,1E-05	n.º
Ração	2,5E00	kg
Energia		
Energia eléctrica	1,1E-01	kWh
Gasóleo	2,9E-05	kg
Biomassa	6,3E-01	kg
Vacinas/antibióticos	7,8E-04	n.º

Tabela 4.3-Saídas associadas ao processo do aviário, expressas em relação a um frango vivo produzido.

Saídas	Quantidades/frango vivo	Unidades
Frango vivo	1	n.º
Estrume	1,0E00	kg
Cadáveres	3,5E-03	n.º
Mistura de resíduos urbanos e equiparados	1,1E-02	kg
Metal	4,5E-03	kg
Água Residual	3,1E-04	m ³
	1,5E-01	kg
	3,6E-08	kg
	6,0E-02	kg
	2,3E-02	kg
	8,6E-03	kg
	6,9E-04	kg
	1,6E-02	kg
	2,3E-03	kg
	2,0E-08	kg
	1,1E-09	kg
	1,9E-09	kg
	6,3E-10	kg
	1,6E-05	kg

Relativamente à queima de biomassa, esta ocorre em caldeiras para aquecimento dos pavilhões, sendo constituída, essencialmente, por estilha de madeira, casca de pinha, serrim e bagaço de azeitona. A Tabela 4.2 fornece os dados do consumo dos diferentes componentes que constituem a biomassa, relativos ao ano de 2010, que totalizam $6,3E-01$ kg por frango vivo.

Em relação ao gasóleo, este é apenas usado no gerador de emergência, quando ocorre uma falha da rede pública de energia eléctrica.

Na realização do presente inventário tanto na queima de biomassa, como na queima de gasóleo, as emissões atmosféricas foram determinadas com base no consumo de combustível e em factores de emissão indicados pelo CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) e pelo IPCC (2006), este último para os gases com efeito de estufa. Na Tabela 4.4 encontram-se os factores de emissão utilizados neste estudo. Para além disso, também foi necessário considerar o poder calorífico inferior de $43,0$ TJ/Gg para o gasóleo e de $15,6$ TJ/Gg para a biomassa (IPCC, 2006).

Tabela 4.4- Poluentes emitidos na queima de biomassa e gasóleo e respectivos factores de emissão.

Combustível	Poluente	FE (kg poluente/J)
Biomassa	NO _x	1,5E-10
	CO	1,6E-09
	SO _x	3,8E-11
	CO ₂ fóssil	0
	CO ₂ biogénico	1,1E-07
	CH ₄	3,0E-10
	N ₂ O	4,0E-12
Gasóleo	NO _x	1,0E-10
	CO	4,0E-11
	SO _x	1,4E-10
	CO ₂ fóssil	7,4E-08
	CH ₄	1,0E-11
	N ₂ O	6,0E-13

O CO₂ renovável não foi considerado nos cálculos do potencial de aquecimento global, uma vez que se assumiu que este CO₂ vai ser absorvido pela vegetação, resultando num balanço neutro.

Os resíduos produzidos no aviário são principalmente o estrume, uma mistura de resíduos urbanos e equiparados, metal e os cadáveres dos frangos que ocorrem em cada ciclo de criação. Estes resíduos são enviados para operadores legalizados para o efeito, uma vez que no aviário nada é aproveitado.

No caso dos cadáveres de animais (óbitos), estes são encaminhados para uma Unidade de Transformação de Subprodutos.

A produção de “chorume” (água residual) resultante do processo do aviário foi considerada igual ao consumo de água para as lavagens dos pavilhões. O destino final desta água residual é a ETAR da instalação considerada no estudo.

O estrume provém das camas onde se encontram os frangos, sendo constituído pelos materiais usados para a construção das camas, já mencionados anteriormente, e ainda pelos desperdícios de rações, fezes dos frangos e água, que possam existir ao longo de cada ciclo de criação dos frangos. No fim de cada ciclo de criação de frangos, o estrume é retirado dos pavilhões e enviado para valorização agrícola por deposição no solo.

Na construção do inventário relativo à gestão de estrume foi usada a metodologia do CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) para o NH₃. Segundo esta metodologia, as emissões de poluente são calculadas através da Equação 4.1, sendo o valor de APP calculado pela Equação 4.2.

$$NH_3 = AAP \times FE_{NH_3} \quad \text{Equação 4.1}$$

onde,

AAP – número de animais de uma dada categoria que estão presentes, em média, no ano

$FE_{\text{poluente_animal}}$ – factor de emissão de NH₃, kg AAP⁻¹a⁻¹NH₃

NH₃ – Emissões de NH₃, kg NH₃ano⁻¹

$$AAP = d \times \left(\frac{NAPA}{365} \right)$$

Equação 4.2

onde,

NAPA – número de animais produzidos anualmente

d – dias de vida

Em relação aos gases com efeito de estufa, como CH₄ e N₂O, estes foram obtidos através de cálculos específicos referidos no IPCC (2006). Assim, relativamente ao CH₄, as emissões estimadas deste poluente são decorrentes do armazenamento e tratamento do estrume e foram calculadas através da Equação 4.3, referenciada em IPCC (2006).

$$CH_{4 \text{ estrume}} = FE_{CH_4} \times N$$

Equação 4.3

onde,

CH_{4 estrume} – emissões de CH₄ do estrume, kg CH₄ ano⁻¹

FE_{CH₄} – factor de emissão de CH₄, kgCH₄frango⁻¹ ano⁻¹

N – número de cabeças de uma espécie T, frango

O factor de emissão de CH₄ considerado foi de 0,02 kg CH₄. frango⁻¹, considerando uma temperatura média anual entre os 15 °C e os 25 °C (IPCC,2006).

As emissões directas de N₂O podem ser calculadas através da Equação 4.4descrita no IPCC (2006),considerando que todo o azotoexcretado pelo frango é gerido no sistema de gestão de excrementos (MS_s=1). Estas emissões devem-se aos processos de nitrificação e de desnitrificação do azoto existente nos excrementos dos animais. No processo da nitrificação ocorre a oxidação da amónia (NH₃⁺) em nitratos (NO₃⁻),sendo um processo necessário, que ocorre durante as emissões de N₂O dos excrementos armazenados. Para além disso, este processo só ocorre se existir oxigénio suficiente. De seguida, os nitratos e nitritos são transformados em N₂O e azoto atmosférico (N₂), dando-se assim o processo da desnitrificação.

$$N_2O_D = \left[\sum_S (n \times N_{ex} \times MS_S) \times FE_S \right] \times \frac{44}{28} \quad \text{Equação 4.4}$$

onde,

N_2O_D – emissões directas de N_2O da gestão de estrume, $kg N_2O \text{ ano}^{-1}$

n – número de cabeças da espécie

N_{ex} – média anual de N excretado por cabeça da espécie, $kg N \text{ frango}^{-1} \text{ ano}^{-1}$

MS_S – fracção do total anual de N excretado que é gerido no sistema de gestão de excrementos S

FE_S – factor de emissão para emissões directas de N_2O do sistema de gestão de excrementos S, $kg N_2O-N \text{ kg}^{-1} N$

44/28 – conversão das emissões de N_2O-N em emissões de N_2O

No cálculo das emissões directas de N_2O da gestão de estrume foi usado como factor de emissão 0,005 $kg N_2O-N/kg N$ excretado, sendo este valor típico para armazenamento de estrume na forma sólida (IPCC, 2006).

Relativamente ao valor da média anual de azoto excretado por frango, este por sua vez pode ser calculado através da Equação 4.5 (IPCC, 2006).

$$N_{ex} = N_{rate} \times \frac{TAM}{1000} \times 365 \quad \text{Equação 4.5}$$

onde,

N_{ex} – valor médio anual de N excretado por frango, $kg N \text{ frango}^{-1} \text{ ano}^{-1}$

N_{rate} – taxa de excreção de N, $kg N 1000 \text{ kg}^{-1} \text{ de animal dia}^{-1}$

TAM – peso típico de um frango, $kg \text{ frango}^{-1}$

Neste estudo foi assumido o valor típico para o peso do frango (TAM) de 1,5 kg, uma vez que é um valor médio do peso antes de ir para abate, com cerca de 42 dias. A taxa de

excreção depende da região, tendo sido considerado o valor de 1,10 kg N 1000kg⁻¹ de animal dia⁻¹ (IPCC, 2006).

As emissões indirectas devem-se a perdas durante a volatilização do azoto sob a forma de NH₃ e NO_x. O cálculo destas emissões de azoto foi efectuado segundo a metodologia indicada pelo IPCC (2006), usando para isso a Equação 4.6.

$$N_{\text{volatilization-MMS}} = \sum_S \left[(n \times N_{\text{ex}} \times MS_S) \times \left(\frac{\text{Frac}_{\text{GasMS}}}{100} \right) \right] \quad \text{Equação 4.6}$$

onde,

$N_{\text{volatilization-MMS}}$ – quantidade de N dos excrementos que é perdida devido à volatilização de NH₃ e NO_x, kg N ano⁻¹

$\text{Frac}_{\text{GasMS}}$ – percentagem de N dos excrementos que volatiliza sob a forma de NH₃ e NO_x, no sistema de gestão de excrementos S, %

Os valores considerados para os parâmetros, N_{ex} e MS_S , são os mesmos utilizados no cálculo das emissões directas de N₂O. Quanto a $\text{Frac}_{\text{GasMS}}$, assumiu-se uma percentagem de 40%, pois este valor encontra-se entre a gama de valores dados na literatura (IPCC, 2006).

Relativamente às emissões indirectas de N₂O derivadas da volatilização de N sob as formas de NH₃ e NO_x, estas foram calculadas através da Equação 4.7.

$$N_2O_G = (N_{\text{volatilization-MMS}} \times FE_{N_2O}) \times \frac{44}{28} \quad \text{Equação 4.7}$$

onde,

N_2O_G – emissões indirectas de N₂O derivadas da volatilização de N, kg N₂O ano⁻¹

FE_{N_2O} – factor de emissão para N₂O da deposição atmosférica de N em solos e águas de superfície, kg N₂O-N (kg NH₃-N+NO_x-N volatilizado)⁻¹

44/28 - conversão das emissões de N₂O-N em emissões de N₂O

Quanto ao cálculo de N_2O_G foi usado um factor de emissão de 0,010 kg N₂O-N (kg NH₃-N+NO_x-N volatilizado)⁻¹ (IPCC, 2006).

4.2.2 PRODUÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS

O processo produtivo das rações para animais inicia-se com o armazenamento, em granel ou em silos, de matérias-primas todas separadas, constituídas por uma variedade de cereais e derivados, tais como trigo, aveia, milho, cevada, entre outros, e ainda micronutrientes (vitaminas e compostos químicos), usados com o objectivo de dar sabor e odor agradável às rações. De seguida, estas matérias-primas são sujeitas ao processo de moagem, onde se verifica uma redução do seu tamanho, seguindo-se a sua dosagem, pesagem e mistura das diferentes matérias-primas. Posteriormente, esta mistura passa para umas células de produto moído, que fazem a aspiração deste produto já moído. Por fim, dá-se a granulação do produto através da introdução de vapor de água produzido nas caldeiras existentes na instalação e o arrefecimento que ocorre com o auxílio de um ventilador, terminando com o ensaque das rações, em granel ou em sacos.

Este processo produtivo é realizado segundo medidas de boas práticas e melhores técnicas/tecnologias disponíveis, MTD's. Algumas dessas técnicas implementadas apresentam um carácter geral, visando a racionalização, por exemplo, a nível dos consumos de água, energia e matérias-primas. Na instalação são implementadas várias medidas, como a limpeza periódica segundo o Plano de Higiene e Limpeza da instalação, a elaboração do Plano Anual de Formação, a desinfecção das viaturas que fazem o transporte do produto final a granel em estação de serviço externa, a elaboração de Manual do Colaborador a todos os novos funcionários, entre outras medidas. No entanto, para além destas medidas gerais a instalação também implementou MTD's específicas e adicionais que visam a redução de perdas de calor/energia, a redução de emissões gasosas/reaproveitamento de matéria-prima, limpeza/manutenção de equipamentos e instalações, derrames acidentais e ainda medidas para a gestão e redução de resíduos.

A Figura 4.3 resume os fluxos de entrada e saída, na produção de rações para frangos. Os dados de inventário são representativos de uma empresa, referentes ao ano de 2010 e estão apresentados nas Tabelas 4.5 e 4.6.

De seguida serão consideradas as entradas e saídas do processo de produção de rações para frangos.

Iniciando pelas matérias-primas, estas correspondem a um conjunto de cereais e derivados e também de micronutrientes, provenientes de produtores de diversos locais diferentes.

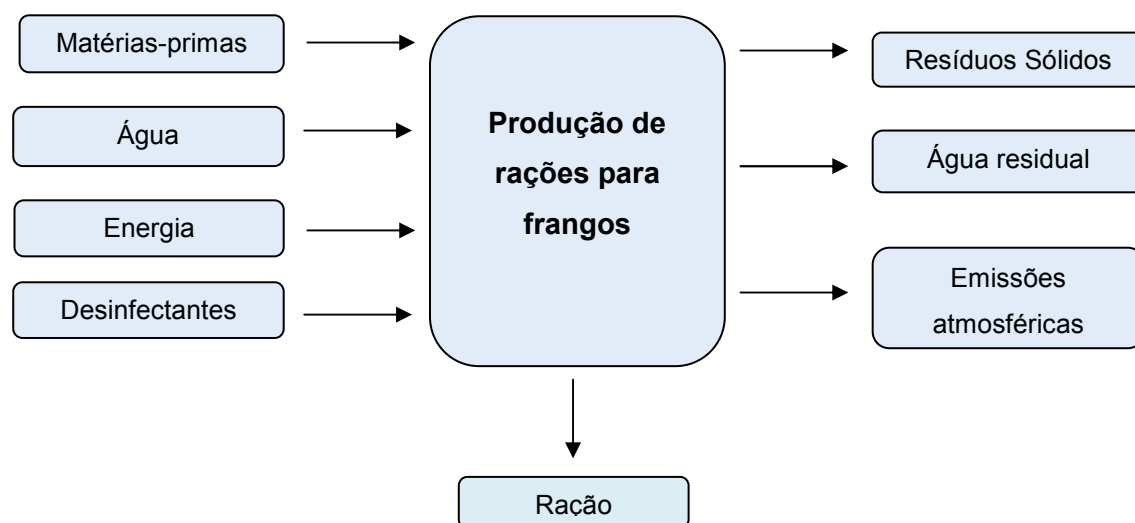


Figura 4.3- Fluxo de entradas e saídas no processo de produção de rações para frangos.

Quanto aos desinfectantes, são usados principalmente o Propion 50F e o Micofung, com o objectivo de proceder à limpeza da instalação de acordo com regras de boas práticas de higiene no trabalho.

A água que é consumida na instalação é, essencialmente, para consumo doméstico, nas instalações sanitárias, balneários e escritórios e ainda para consumo no processo industrial, provém da rede pública de abastecimento e através de cinco poços, respectivamente. Do consumo desta água resulta o que se designa de água residual. Deste modo, as águas residuais são provenientes das purgas das caldeiras, das imediações da bomba de abastecimento e do armazenamento do gasóleo e ainda das instalações sanitárias, balneários e escritórios, sendo estas últimas designadas por águas residuais domésticas. Assim, consoante a proveniência destas águas residuais, estas apresentam diferentes destinos, as águas que derivam das purgas das caldeiras são encaminhadas para um tanque de dissipação de calor e, seguem depois para um poço absorvente. As águas provenientes da bomba de abastecimento e do armazenamento do gasóleo são encaminhadas para um tanque de separação de hidrocarbonetos de dupla decantação e, posteriormente, para a ETAR compacta. As águas residuais domésticas são encaminhadas para a ETAR compacta da própria instalação. Nesta ETAR, as águas residuais são submetidas a processos de tratamento por gradagem, homogeneização e decantação, para serem descarregadas no solo.

A energia utilizada na instalação para a produção de rações para frangos é de dois tipos diferentes: energia eléctrica proveniente da rede pública e fuelóleo. A energia eléctrica é usada, essencialmente, no funcionamento dos equipamentos e na iluminação, enquanto que, o fuelóleo é consumido na caldeira de produção de vapor.

Tabela 4.5-Entradas na produção de rações para frangos, expressas em relação a 1 kg de ração.

Entrada	Quantidades/kg ração	Unidades	
	Cálcio a Granel	1,9E-01 kg	
	Milho-A	4,8E-03 kg	
	Alimet – Metionina Líquida	1,4E-01 kg	
	Fosfato Monocalcico	1,3E-03 kg	
	Bagaço de Soja 47	1,4E-04 kg	
	Milho	1,0E-04 kg	
Matérias-primas	Conc. A-8 (Frangos Acabamento)	1,8E-03 kg	
	Óleo de Soja M.P. para Rações	4,7E-01 kg	
	Gordura Mista N.1	2,9E-02 kg	
	Trigo Forrageiro	2,7E-04 kg	
	Incorporar – Rações Frangos	8,4E-03 kg	
	Lisina	1,3E-03 kg	
	Gp Oro	3,2E-03 kg	
	Água	2,0E-04 m ³	
	Energia	Energia eléctrica	6,1E-02 kWh
		Vapor	1,4E-01 kWh
Fuelóleo		4,9E-03 kg	
Desinfectantes	Propion 50 F	5,2E-05 kg	
	Micofung	1,2E-05 kg	

Tabela 4.6- Saídas na produção de rações para frangos, expressas em relação a 1 kg de ração.

Saída	Quantidades/kg ração	Unidades
Ração	1	kg
Material impróprios para consumo ou processamento	1,9E-03	kg
Outros óleos de motor e transmissões e lubrificação	1,3E-05	kg
Água com óleo proveniente do separador	5,7E-05	kg
Embalagens de cartão	2,6E-04	kg
Embalagens de plástico	6,6E-04	kg
Embalagens de madeira	1,7E-03	kg
Embalagens compósitas	3,0E-04	kg
Misturas de embalagens	3,5E-05	kg
Embalagens contendo resíduos de substâncias perigosas	7,2E-06	kg
Absorventes e materiais filtrantes	1,1E-06	kg
Metais ferrosos	1,7E-04	kg
Vidro	1,7E-05	kg
Lâmpadas fluorescentes	7,3E-07	kg
Água Residual	2,0E-04	m ³

Tabela 4.6 - Saídas na produção de rações para frangos, expressas em relação a 1 kg de ração(cont.).

Saída	Quantidades/kg ração	Unidades
	NH ₃	2,9E-06 kg
	NH ₄ ⁺	7,0E-08 kg
	CO ₂ fóssil	1,3E-01 kg
	CH ₄	1,9E-04 kg
	N ₂ O	3,9E-06 kg
Emissões para a atmosfera	SO ₂	6,2E-04 kg
	CO	3,9E-05 kg
	NO ₂	3,3E-04 kg
	P	3,9E-08 kg
	NO ₃ ⁻	2,2E-09 kg
	P	3,6E-09 kg
	NO ₂ ⁻	1,2E-09 kg
Emissões para a água	NO ₃ ⁻	3,0E-05 kg
	CQO	9,0E-06 kg

Na realização do presente inventário, as emissões atmosféricas decorrentes da queima de fuelóleo foram determinadas com base no consumo deste combustível e em factores de emissão sugeridos no IPCC (2006) para os gases com efeito de estufa e no CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) para os restantes gases (Tabela 4.7). Para além disso, foi ainda necessário considerar o poder calorífico inferior de 43,0 TJ/Gg para o fuelóleo (IPCC, 2006).

Tabela 4.7- Factores de emissão para a queima de fuelóleo.

Poluente	FE (kg poluente/J)
NO _x	1,0E-10
CO	4,0E-11
SO _x	1,4E-10
CO ₂ fóssil	7,4E-08
CH ₄	1,0E-11
N ₂ O	6,0E-13

Relativamente às emissões para a atmosfera, estas provêm de duas fontes: fontes pontuais e fontes difusas. As fontes pontuais derivam das chaminés das caldeiras. As emissões atmosféricas difusas são principalmente poeiras resultantes das operações de carga e descarga da matéria-prima e produto acabado a granel, das limpezas, das operações de pré-mistura e ensaque e do funcionamento dos equipamentos do processo produtivo. As fontes difusas não foram consideradas no estudo. Os efluentes gasosos da instalação considerada no estudo sofrem um processo de tratamento, uma vez que a instalação apresenta cinco filtros de mangas.

Quanto aos resíduos sólidos, estes primeiro são sujeitos a um armazenamento temporário em locais próprios na instalação, designados por parques de armazenamento de resíduos. Estes locais apresentam algumas condições, como por exemplo existência de piso impermeabilizado, e ainda condições de segurança, tendo em conta o tipo de resíduo que recebe, perigoso ou não perigoso, existindo a necessidade de estes serem armazenados separadamente. Deste modo, estes mesmos locais existem com o intuito de evitar possíveis fugas ou derrames, provocando contaminações do solo e/ou água. Na instalação em questão existem quatro locais distintos de armazenamento temporário, dependendo do tipo de resíduo que recebe. Para além disso, os resíduos produzidos na instalação devem estar devidamente identificados, indicando o processo que lhe deu

origem, bem como o código LER. Posteriormente, os resíduos são enviados para destino final através de operadores devidamente legalizados para o efeito, privilegiando a valorização dos resíduos, como por exemplo a reciclagem, assim como o princípio da proximidade e auto-suficiência a nível nacional, indiciando que estes devem ser eliminados em locais próximos dos locais da sua produção.

4.2.3 MATADOURO

O matadouro que forneceu dados para este estudo realiza o abate de aves (frangos e perus). Neste matadouro ocorre também a transformação de subprodutos de origem animal de categoria 2 e 3, originando uma farinha de categoria 2.

O matadouro inicia o seu processo produtivo com a recepção dos frangos para abate, que são pendurados em ganchos, de cabeça para baixo, na linha de abate. Posteriormente, os frangos são enviados para a sala de abate, onde sofrem de descarga eléctrica e são sangrados, passando para o processo do escaldão, que tem por objectivo mergulhar os frangos para facilitar o processo da depena. Por último, ocorre a designada depena automática, que deve de ser efectuada imediatamente após o escaldão. Neste último processo, procede-se à extracção das penas de forma mecânica, sendo que as que não forem extraídas deste modo serão removidas à mão. Após estes procedimentos de abate do frango efectua-se a evisceração. A evisceração consiste nas operações de tratamento do frango, nomeadamente o corte das patas, abertura e remoção da cloaca, abertura do abdómen, extracção das vísceras, remoção do papo, arranque do pescoço, corte da pele e lavagem final. Por fim, as carcaças são enviadas para um túnel de arrefecimento com o intuito de preservar as suas propriedades e passam para uma cadeia de calibração, onde são separadas consoante os respectivos pesos na calibração e embaladas em caixas de plástico. A empresa que forneceu as informações para este estudo tem em consideração o Documento de Referência (BREF) (European Commission, 2005), para o seu funcionamento, considerando algumas técnicas encaradas como MTD's, tendo em atenção a implementação de regras de boas práticas e medidas por forma a minimizar as emissões, durante o funcionamento da instalação.

Deste modo, os fluxos de entradas e saídas consideradas durante o funcionamento de um matadouro podem ser visualizadas na Figura 4.4. Os dados de inventário fornecidos pelo matadouro, podem ser observados nas Tabelas 4.8 e 4.9 e são referentes ao ano de 2010.

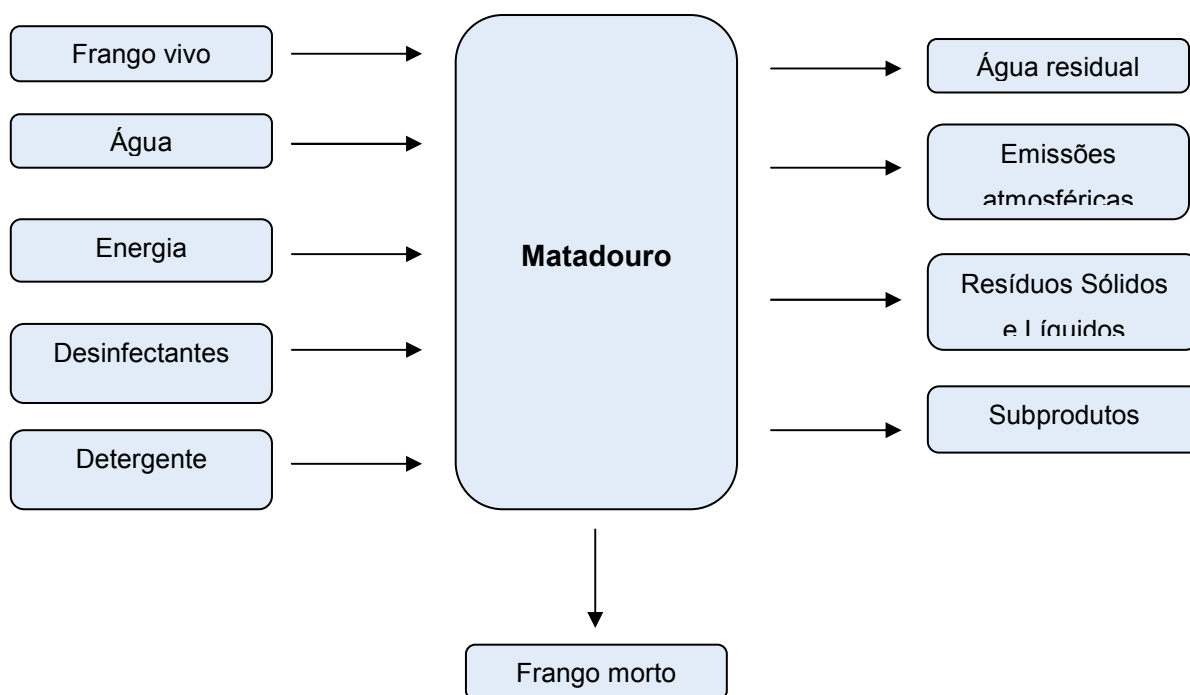


Figura 4.4- Fluxos de entradas e saídas do processo do matadouro.

Tabela 4.8- Entradas associadas ao processo do matadouro, expressas em relação a um frango morto.

Entrada		Quantidades/frango morto	Unidades
Frangos vivos		1	n.º
Energia	Energia eléctrica	1,3E-01	kWh
	Nafta	1,7E-02	kg
Detergente	SUPERFOAM	4,1E-04	L
	TEGO	4,9E-05	L
Desinfetantes	DIVOSAN TC 86	2,5E-04	L
	Água	8,4E-03	m ³

A instalação considerada consome dois tipos de energia, a energia eléctrica proveniente da rede pública e nafta. A energia eléctrica é usada em várias actividades associadas ao funcionamento da instalação, enquanto que relativamente à nafta, esta é usada para produzir energia térmica que é usada nas caldeiras para produção de vapor.

Tabela 4.9- Saídas associadas ao processo do matadouro, expressas em relação a um frango morto.

Saída	Quantidades/frango morto	Unidades
Frango morto	1	n.º
Água Residual	8,5E-03	m ³
Subprodutos	5,3E-01	kg
	1,4E-03	kg
	3,0E-03	kg
	1,0E-05	kg
	9,6E-05	kg
	8,1E-04	kg
	2,1E-04	kg
	1,8E-04	kg
	8,0E-04	kg
	3,4E-04	kg
	4,8E-05	kg

Componentes retirados de equipamento fora de uso

Materiais impróprios para consumo ou processamento

Resíduos de solventes outros sol. e mistura sol.

Outros óleos de motor e transmissões e lubrificação

Embalagens de plástico

Sucata de ferro

Lamas provenientes do separador

Embalagens de cartão

Água com óleo proveniente do separador

Óleos e gorduras alimentares

Tabela 4.9- Saídas associadas ao processo do matadouro, expressas em relação a um frango morto (cont.).

Saída	Quantidades/frango morto	Unidades
	NH ₃	1,8E-06 kg
	NH ₄ ⁺	4,4E-08 kg
	CO ₂ fóssil	1,3E-01 kg
	CH ₄	1,3E-04 kg
	N ₂ O	2,8E-06 kg
	SO ₂	4,7E-04 kg
	CO	4,9E-05 kg
	NO ₂	2,7E-04 kg
	P	2,4E-08 kg
	NO ₃ ⁻	1,4E-09 kg
	P	1,2E-05 kg
	NO ₂ ⁻	7,5E-10 kg
	NO ₃ ⁻	1,9E-05 kg
	CQO	7,1E-04 kg
Emissões		
	Emissões para o ar	
	Emissões para a água	

No processo do matadouro, dado ser um processo que se destina à produção de carnes, transformação de subprodutos de origem animal de categoria 2 e fabricação de produtos à base de carne para consumo humano é importante a questão da higiene na instalação. Assim, na instalação são consumidos principalmente dois tipos de desinfectantes e também detergente. Os desinfectantes usados são o TEGO e ao DIVOSAN TC 86, enquanto que o detergente usado corresponde ao SUPERFOAM.

A água de abastecimento na instalação de matadouro em questão deriva de cinco furos e um poço. Esta água tem a função de abastecer o processo industrial, os consumos doméstico (sanitários e balneários), produção de vapor de água e limpeza dos pavilhões e próprias instalações.

Do consumo de água na instalação resulta o que se define como águas residuais. Estas águas residuais podem ser águas residuais industriais, ou seja derivadas do próprio processo produtivo ou domésticas, derivadas das instalações sanitárias e balneários. As águas residuais são enviadas para uma ETAR existente nas instalações, para sofrer um processo de tratamento, que consiste na passagem do efluente por uma câmara de grades, seguido de um sistema de condução por gravidade até ao filtro de vibração vertical. De seguida, o efluente passa por um sistema de pré-tratamento que engloba um sistema de filtro curvo vibratório de vibração vertical com duas bombas centrífugas que alimentam o filtro, um tanque de homogeneização com duas bombas centrífugas de alimentação ao flotador, um sistema de floculação/flotação e por último um sistema de oxigenação e tratamento biológico.

No processo do matadouro os resíduos produzidos derivam, essencialmente, do processo produtivo da instalação e das actividades administrativas, apresentando diferentes destinos finais.

Segundo dados fornecidos pela empresa em estudo, os resíduos no processo do matadouro são, principalmente, materiais impróprios para consumo humano, resíduos de solventes, outros solventes e mistura de solventes, outros óleos de motor e transmissão e lubrificação, embalagens de plástico e cartão, sucata de ferro, lamas, óleos e gorduras alimentares, entre outros. Estes resíduos são encaminhados para operadores devidamente legalizados, privilegiando as operações de reciclagem e outras operações de valorização e ainda o princípio da proximidade e auto-suficiência a nível nacional, indicando que estes devem ser eliminados em locais próximos dos locais da sua produção.

Os subprodutos gerados na zona de abate de aves, tais como penas, cabeças e patas são enviados para um tanque de recepção, onde são, posteriormente, bombeados por um sistema mecânico para um separador sólido/líquido. Neste sistema produzem-se componentes secos e líquidos, sendo que os líquidos são encaminhados para a ETAR e os secos são enviados e armazenados numa tulha de armazenamento, enquanto que o sangue é encaminhado para um depósito em aço inox, passando de seguida para um digestor de forma regular. Posteriormente, ocorre o processo de esterilização dos subprodutos, formando um produto, designado por farinha de carne, que depois de arrefecido é armazenado numa galera estanque para depois ser pesado e expedido.

Quanto às emissões para a atmosfera, estas provêm de uma fonte pontual correspondente a uma chaminé, associada a uma caldeira de produção de vapor de água. Na instalação existe um sistema de tratamento de gases que provoca a condensação destes, isto é provoca o seu arrefecimento, sendo enviados de seguida para o sistema de tratamento de águas residuais. Os gases que são incondensáveis, não se convertendo em água após o processo de condensação, são encaminhadas para a chaminé das caldeira e emitidos para a atmosfera com os próprios gases da caldeira.

As emissões atmosféricas relativas à queima de nafta foram determinadas com base no consumo deste combustível e em factores de emissão sugeridos no IPCC (2006) para os gases com efeito de estufa e no CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) para os restantes gases considerados no estudo, estando estes factores de emissão representados na Tabela 4.10. Tendo sido ainda necessário considerar o poder calorífico inferior de 44,5 TJ/Gg (IPCC, 2006) para a nafta.

Tabela 4.10- Factores de emissão para cada poluente considerado neste estudo relativos à queima de nafta.

Poluente	FE (kg poluente /J)
NO _x	1,0E-10
CO	4,0E-11
SO _x	1,4E-10
CO ₂ fóssil	7,3E-08
CH ₄	1,0E-11
N ₂ O	6,0E-13

4.2.4 PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

A energia eléctrica proveniente da rede pública é usada nos processos do aviário, produção de rações para frangos e no matadouro.

Na construção do inventário da produção de energia eléctrica recorreu-se à base de dados ECOINVENT (Ecoinvent, 2007), considerando a produção de 1 MJ de electricidade de baixa voltagem em Portugal, incluindo os processos de produção de electricidade em Portugal e importações, os processos de extracção, processamento e transporte dos combustíveis utilizados e a rede de transmissão. A Tabela 4.11 indica os valores dos factores de emissão para cada poluente a ser analisado neste inventário.

Tabela 4.11- Factores de emissão associados à produção de energia eléctrica na rede.

	Poluente	FE (kg poluente/J)
Emissões para o ar	NH ₃	3,9E-12
	NH ₄ ⁺	9,5E-14
	CO ₂ fóssil	1,8E-07
	CH ₄	2,6E-10
	N ₂ O	5,1E-12
	SO ₂	8,0E-10
	CO	4,2E-11
	NO _x	4,2E-10
	P	5,3E-14
	NO ₃ ⁻	3,0E-15
Emissões para a água	P	4,8E-15
	NO ₂ ⁻	1,6E-15
	NO ₃ ⁻	4,1E-11

4.2.5 TRANSPORTES

Neste estudo foi considerado o transporte das rações desde a instalação de fabrico até ao aviário e ainda o transporte dos frangos do aviário até ao matadouro.

A Figura 4.5 representa um esquema geral dos fluxos de entrada e saída, quer do processo de transporte de rações, quer do processo de transporte de frangos.



Figura 4.5- Fluxos de entrada e saída nos processos de transporte de rações e de frangos.

O transporte das rações, desde a instalação de fabrico de rações até ao aviário foi efectuado em camião, com uma capacidade útil de 16 toneladas. O tipo de combustível usado no transporte é o gasóleo, tendo sido considerado um consumo de 0,240 kg/km (EMEP/EEA, 2009). A distância considerada é de 60 km (ida mais volta).

Relativamente ao transporte de frangos do aviário ao matadouro, segundo informações disponibilizadas pela empresa, a quantidade de frangos colocados por caixa depende do peso destes, sendo colocados cerca de 10 a 14 frangos em cada caixa, tendo sido assumido que foram colocados aproximadamente 12 frangos em cada caixa.

Neste estudo considerou-se que o transporte foi efectuado por um camião de 16 toneladas que utiliza gasóleo como combustível e que apresenta um consumo de 0,240 kg/km (EMEP/EEA, 2009). A distância considerada foi de 30 km (ida mais volta).

No processo de transporte, de rações e de frangos, as emissões atmosféricas, com excepção de SO₂ foram determinadas com base na Equação 4.8. Os factores de emissão foram obtidos no CORINAIR 2009 (EMEP/EEA, 2009) e estão indicados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12- Factores de emissão para a combustão de gasóleo, no transporte de rações e de frangos.

Poluente	FE (kg poluente/kg gasóleo)
CO	8,0E-03
NO _x	3,7E-02
N ₂ O	6,1E-05
NH ₃	1,5E-05
CO ₂ fóssil	3,1E00

$$E_i = CC_{j,m} \times FE_{i,j,m} \quad \text{Equação 4.8}$$

onde,

E_i – emissões do poluente i , g

$CC_{j,m}$ – consumo de combustível do veículo j usando o combustível m , kg

$FE_{i,j,m}$ – factor de emissão do poluente i para o veículo j e combustível m , g/kg

Para o SO_2 , as emissões foram calculadas segundo aEquação 4.9, considerando que todo o enxofre no combustível é completamente transformado em SO_2 .

$$E_{SO_2,m} = 2 \times k_{S,m} \times CC_m \quad \text{Equação 4.9}$$

onde,

$E_{SO_2,m}$ – emissões de SO_2 por combustível m , g

$k_{S,m}$ – peso relativo ao teor de enxofre no combustível de tipo m , g/g fuel

CC_m – consumo de combustível m , g

4.3 AVALIAÇÃO DE IMPACTE DO CICLO DE VIDA

A AICV corresponde à fase da ACV que recorre aos resultados do inventário do ciclo de vida, de forma a avaliar a importância dos impactes ambientais, através de categorias específicas de impacte ambiental e de indicadores de categoria.

Existe um conjunto de categorias de impacte, no entanto no desenvolvimento do presente estudo foram seleccionadas como categorias de impacte a serem analisadas as alterações climáticas, a formação de oxidantes fotoquímicos, o potencial de acidificação e o potencial de eutrofização, tendo sido escolhida a metodologia CML 2001 (Guinée *et al.*, 2001).

De seguida serão apresentadas individualmente as categorias de impacte consideradas neste estudo, indicando para cada categoria de impacte os respectivos factores de caracterização utilizados neste estudo.

4.3.1 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As alterações climáticas estão relacionadas com um aumento da temperatura da Terra causadas por emissões para a atmosfera de algumas substâncias, designadas como gases com efeito de estufa, como por exemplo o CO₂, derivadas de actividades humanas, provocando impactes adversos nos ecossistemas, saúde pública e bem-estar material (Guinée *et al.*, 2001).

O factor de caracterização relativo às alterações climáticas designa-se por Potencial de Aquecimento Global (PAG). Este PAG é definido para períodos de tempo de 20, 100 e 500 anos, sendo que neste estudo serão considerados factores de caracterização para um período de 100 anos, representando-se por PAG₁₀₀ e expressos em kg CO₂ eq. A Equação 4.10 indica o modo de realização do cálculo do PAG.

$$PAG = \sum_i PAG_{a,i} \times m_i \quad \text{Equação 4.10}$$

sendo que,

PAG_{a,i} – PAG para a substância i integrada ao longo de um ano, a, kg CO₂ eq/kg de emissão

m_i – quantidade de substância i emitida, kg

A Tabela 4.13 indica os valores de PAG para um período de 100 anos, considerados no presente estudo, tendo em conta os parâmetros adoptados neste estudo, CO₂, CH₄ e N₂O.

Tabela 4.13- Potenciais de aquecimento global, PAG₁₀₀ (IPCC, 2007).

Parâmetros	PAG ₁₀₀ (kg CO ₂ eq kg ⁻¹)
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298

4.3.2 FORMAÇÃO DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS

A formação de oxidantes fotoquímicos corresponde à formação de substâncias reactivas, como por exemplo ozono e hidrocarbonetos, na presença de luz ultravioleta, a partir de moléculas orgânicas, COV's e CO, catalisada por NO_x. Esta formação de oxidantes fotoquímicos pode provocar alguns efeitos negativos, nomeadamente nos ecossistemas, na saúde pública e culturas vegetais (Guinée *et al.*, 2001).

O factor de caracterização que correspondente à formação de oxidantes fotoquímicos é designado por Potencial de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (PFOF). Este é calculado segundo o modelo de caracterização denominado por *UNECE Trajectory Model*. A Equação 4.11 permite calcular o valor de PFOF, sendo o resultado de indicador expresso em kg C₂H₄eq.

$$PFOF = \sum_i PFOF_i \times m_i \quad \text{Equação 4.11}$$

onde,

PFOF_i – PFOF para a substância i, kg C₂H₄eq/kg de emissão

m_i – quantidade de substância i emitida, kg

A Tabela 4.14 apresenta os valores de PFOF usados neste estudo.

Tabela 4.14- Valor de potencial de formação de oxidantes fotoquímicos, PFOF.

Parâmetros	PFOF (kg C ₂ H ₄ eq kg ⁻¹)
CH ₄	0,006
SO ₂	0,048
CO	0,027

4.3.3 POTENCIAL DE ACIDIFICAÇÃO

A acidificação baseia-se na emissão e dispersão de gases acidificantes, nomeadamente de SO₂, NO_x e NH₃, que provocam alterações químicas, causando diversos impactos no solo, águas superficiais, organismos biológicos, ecossistemas e materiais (Guinée *et al.*, 2001).

O factor de caracterização da acidificação designa-se por Potencial de Acidificação (PA), sendo calculado segundo o modelo de RAINS10, com o objectivo de descrever o destino e deposição de substâncias acidificantes. O PA é calculado através da Equação 4.12, apresentando como resultado de indicador kg SO₂eq.

$$PA = \sum_i PA_i \times m_i \quad \text{Equação 4.12}$$

sendo que,

PA_i – PA para a substância i emitida para a atmosfera, kg SO₂ eq/kg de emissão

m_i – emissão de substância i para a atmosfera, kg

A Tabela 4.15 apresenta os valores de PA associados aos parâmetros considerados no presente estudo.

Tabela 4.15- Valor de potencial de acidificação, PA.

Parâmetros	PA (kg SO ₂ eq kg ⁻¹)
NH ₃	1,6
NO _x , incluindo NO ₂	0,5
SO ₂	1,2

4.3.4 POTENCIAL DE EUTROFIZAÇÃO

A eutrofização resulta da emissão e dispersão para o ar, água e solo de altos níveis de macronutrientes, sendo os mais importantes, o azoto e o fósforo, causando mudanças indesejáveis na composição de espécies e no aumento da produção de biomassa, tanto no ecossistema aquático como no terrestre. Para além disso, o aumento de níveis de macronutrientes pode também causar a degradação da qualidade da água destinada ao consumo humano (Guinée *et al.*, 2001).

O factor de caracterização da eutrofização pode ser calculado através de procedimentos estequiométricos, permitindo identificar as equivalências existentes entre o azoto e o fósforo referentes aos ecossistemas, aquáticos e terrestres. O presente factor de caracterização é definido como Potencial de Eutrofização (PE) e determina-se de acordo com a Equação 4.13, sendo que o resultado de indicador é indicado em kg PO₄³⁻ eq.

$$PE = \sum_i PE_i \times m_i \quad \text{Equação 4.13}$$

onde,

PE_i – PE para a substância i emitida para o ar, água ou solo, kg PO₄³⁻ eq/kg de emissão

m_i – emissão de substância i para o ar, água ou solo, kg

A Tabela 4.16 fornece os valores do PE associados aos parâmetros das emissões, tanto para o ar como para a água, considerados neste estudo.

Tabela 4.16- Valor de potencial de eutrofização, PE.

Parâmetro	PE (kg PO₄³⁻eq kg⁻¹)
N ₂ O, ar	0,27
NH ₃ , ar	0,35
NO _x , incluindo NO ₂ , ar	0,13
P, ar	3,06
NH ₃ , água	0,35
P, água	3,06

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo os resultados foram analisados ao nível da análise de inventário e da avaliação de impactes ambientais. Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos para cada processo do ciclo de vida do frango (aviário, produção de ração para frango, transporte de rações, transporte de frangos e matadouro), bem como os resultados do ciclo de vida total.

Com a realização desta análise de resultados pretende-se identificar qual dos processos considerados neste estudo, contribui mais para os impactes ambientais, permitindo assim cumprir os objectivos do presente estudo.

5.1 ANÁLISE DE INVENTÁRIO

Os resultados da análise de inventário são apresentados para os processos de aviário, produção de rações para frangos e matadouro, destacando a contribuição de cada actividade incluída nestes processos. Para os processos de transporte os resultados de análise não são apresentados, uma vez que estes processos só apresentam uma actividade, a combustão de gasóleo.

5.1.1 AVIÁRIO

A Figura 5.1 apresenta a contribuição relativa das actividades de produção de energia eléctrica na rede, gestão de estrume, e queima de biomassa e gasóleo, para as emissões atmosféricas consideradas para o aviário.

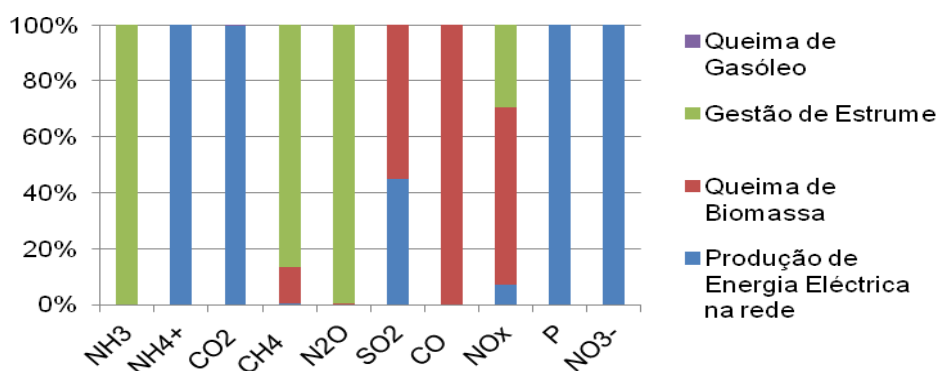


Figura 5.1- Emissões de poluentes para a atmosfera, no processo do aviário.

Da Figura 5.1 é possível observar que no caso de P, NO_3^- , NH_4^+ e CO_2 , estas substâncias devem-se, principalmente, ao processo de produção da energia eléctrica da rede pública consumida para o funcionamento do aviário. No entanto, em relação a CO_2 esta substância também é emitida pela actividade da queima de gasóleo, mas com uma percentagem muito pequena, não sendo perceptível pela visualização da figura.

As emissões de N_2O são devidas quase exclusivamente à gestão de estrume, sendo emitidas sob as formas, directa e indirecta. A quantidade de N_2O emitida pelas restantes actividades é muito reduzida comparando com a gestão de estrume não se detectando na figura.

Nas emissões de NH_3 , verifica-se que esta substância é emitida também quase exclusivamente pela gestão de estrume. A sua libertação para a atmosfera é devida à decomposição dos elementos que constituem o estrume, os materiais usados na construção da cama dos frangos, a acumulação das fezes no decorrer da sua criação e possíveis desperdícios de água e alimento (rações). No entanto, uma pequena percentagem, praticamente imperceptível, é emitida através da produção de energia eléctrica.

Relativamente ao CH_4 , verifica-se que este é emitido em maior percentagem pela gestão de estrume, representando uma percentagem de aproximadamente 87%. Para além disso, pela Figura 5.1 também é possível observar que a queima de biomassa também origina emissões de CH_4 , apresentando assim uma percentagem de aproximadamente 13%.

No que respeita ao SO_2 , esta substância é emitida, essencialmente, pelos sistemas de produção de energia eléctrica e queima de biomassa, verificando-se que é no caso da queima de biomassa que se verifica maior percentagem de emissão, cerca de 55%, enquanto que a produção de energia eléctrica na rede, representa cerca de 45% da emissão de SO_2 .

Quanto ao CO, a emissão desta substância ocorre em maior percentagem na queima de biomassa, representando cerca de 99,9% das emissões de CO.

As emissões de NO_x , têm origem principalmente nas actividades de queima de biomassa, gestão de estrume e produção de energia eléctrica na rede. Na Figura 5.1 verifica-se que é na queima de biomassa que esta substância é emitida em maior quantidade, aproximadamente 63%. Em relação às restantes actividades verifica-se que a gestão de

estrupe representa cerca de 30% de emissões e a produção de energia eléctrica cerca de 7 %.

Na Figura 5.2 é possível observar as contribuições relativas das actividades associadas ao processo do aviário, nomeadamente a produção de energia eléctrica na rede, a gestão de estrume ea queima de biomassa e gásóleo. Contudo, neste caso são consideradas as emissões para água.

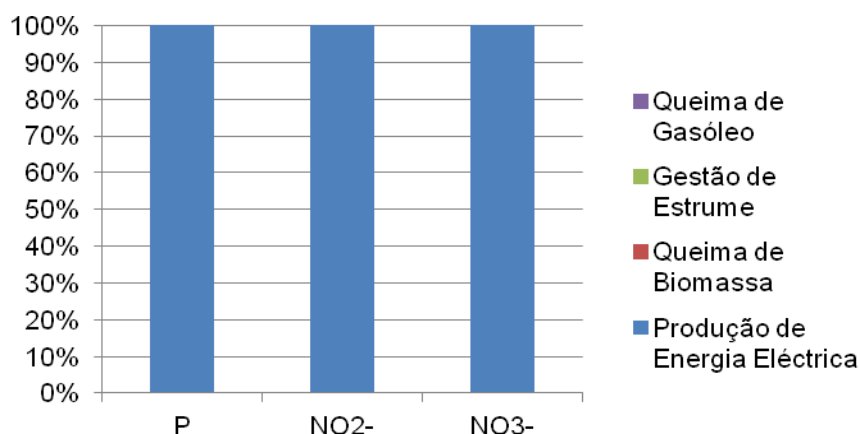


Figura 5.2- Emissões de poluentes para a água, no processo do aviário.

As emissões para a água devem-se, essencialmente, à produção de energia eléctrica, fornecendo energia para o funcionamento do aviário, representando 100% de contribuição nas emissões para a água.

5.1.2 PRODUÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS

A Figura 5.3 apresenta a contribuição das actividades de produção de energia eléctrica e de queima de fuelóleo para as emissões atmosféricas, no processo de produção de ração para frangos.

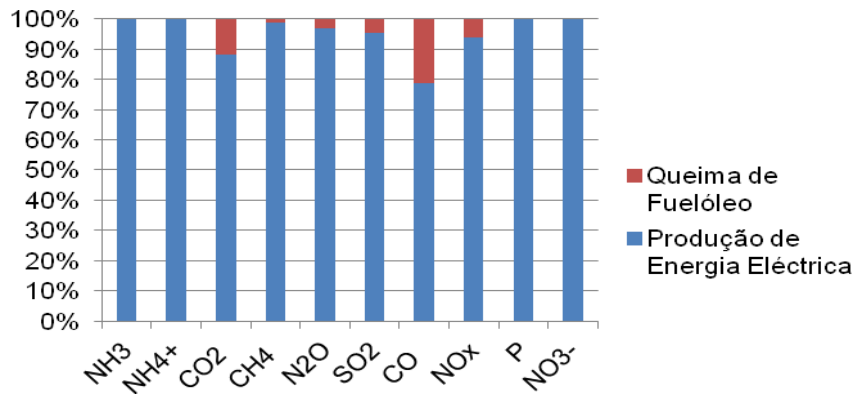


Figura 5.3- Emissões de poluentes para a atmosfera, na produção de rações para frangos.

Na Figura 5.3 é possível observar que em relação às emissões de P, NO₃⁻, NH₃ e NH₄⁺, estas devem-se exclusivamente à produção de energia eléctrica na rede.

No caso do CO₂, verifica-se que esta substância é emitida maioritariamente na actividade da produção de energia eléctrica, representando aproximadamente 88% de emissões de CO₂ para a atmosfera. A actividade da queima de fuelóleo apresenta uma contribuição de aproximadamente 12%.

Relativamente ao CH₄, verifica-se que é na produção de energia eléctrica que se liberta maiores quantidades de CH₄ para a atmosfera, correspondendo a uma percentagem de aproximadamente 99%. A restante percentagem, 1 %, corresponde à emissão de CH₄ na queima de fuelóleo.

Em relação ao N₂O, verifica-se que é na produção de energia eléctrica que se observa uma percentagem maior de emissão, representando aproximadamente 97%. Os restantes 3% são emitidos pela actividade da queima de fuelóleo.

No caso de SO_x, verifica-se que é na produção de energia eléctrica que se verifica maior percentagem de substância emitida, correspondendo a uma percentagem de aproximadamente 95%, seguida da queima de fuelóleo com uma percentagem de emissão de 5%.

Da Figura 5.3 é possível observar que é a actividade da produção de energia eléctrica na rede que apresenta maior percentagem de emissão de CO, equivalendo a aproximadamente 79%.

Relativamente ao NO_x , verifica-se que é a produção de energia eléctrica que apresenta uma percentagem superior em relação à queima de fuelóleo, correspondendo a uma percentagem de, aproximadamente, 94%.

A Figura 5.4 apresenta as contribuições relativas das actividades de produção de energia eléctrica, queima de fuelóleo e ainda de efluentes, para as emissões para a água consideradas no processo de produção de rações para frangos.

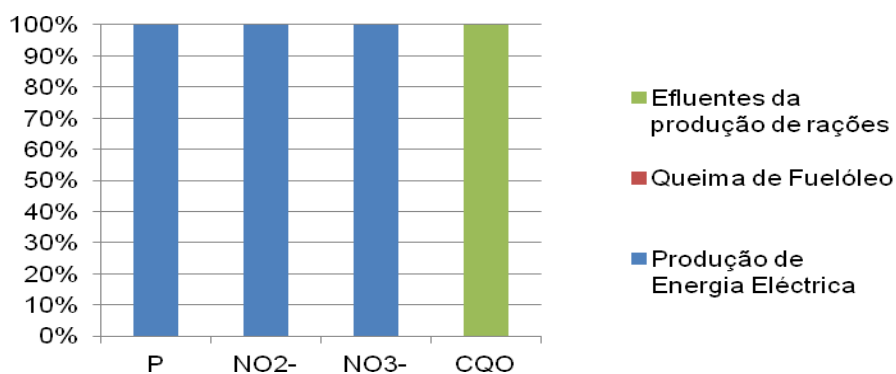


Figura 5.4- Emissões de poluentes para a água, na produção de ração para frangos.

Da Figura 5.4 verifica-se que no que se refere às emissões para a água de P, NO_2^- e NO_3^- , estas devem-se exclusivamente à actividade da produção de energia eléctrica. Relativamente ao CQO, este deve-se aos efluentes da produção de ração (águas residuais).

5.1.3 MATADOURO

Na Figura 5.5 é possível visualizar as contribuições relativas das actividades de produção de energia eléctrica e de queima de nafta, para as emissões atmosféricas consideradas no processo do matadouro.

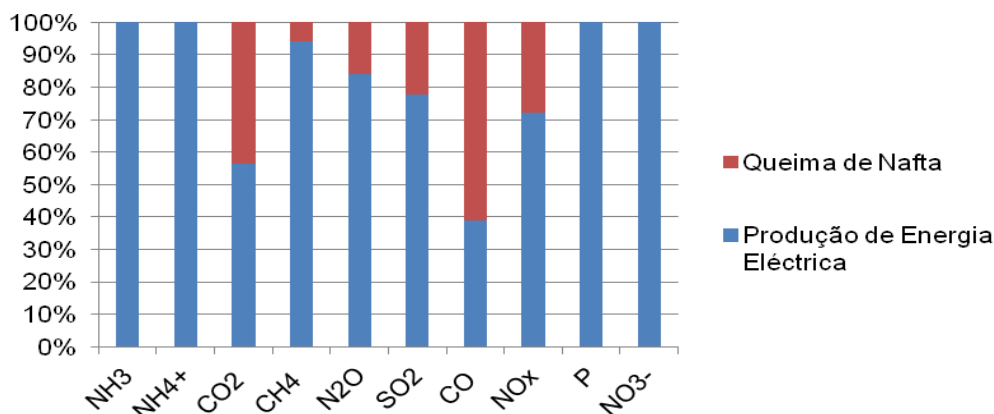


Figura5.5- Emissões de poluentes para a atmosfera, no processo do matadouro.

As emissões de NH₃, NH₄⁺, P e NO₃⁻ são emitidas pela actividade da produção de energia eléctrica, proveniente da rede pública. Quanto à emissão de N₂O, esta é derivada principalmente da produção de energia eléctrica, correspondendo a cerca de 84% das emissões de N₂O, sendo os restantes 16% provenientes da queima de nafta.

Relativamente ao CO₂, esta substância é originada tanto da produção de energia como da queima de nafta, verificando-se uma percentagem de emissão de, aproximadamente, 57% na produção de energia eléctrica e de aproximadamente 43% na queima de nafta.

A emissão de CH₄ deve-se à produção de energia eléctrica da rede pública e à queima de nafta, fornecendo ambos energia para o funcionamento do aviário. Para além disso, também é possível observar que esta substância é emitida principalmente pela produção de energia eléctrica, apresentando uma emissão de 94%.

O SO₂ é emitido em maior quantidade na produção de energia eléctrica que provém da rede pública, apresentando uma percentagem de 78%, sendo que a restante é emitida através da queima de nafta, apresentando uma percentagem de 22%.

O CO é emitido em maior quantidade durante a queima de nafta, de modo a fornecer energia para a instalação do matadouro. A queima de nafta contribui com aproximadamente 61% de CO e os restantes 39% são emitidos durante a produção de energia eléctrica.

Em relação a NO_x, verifica-se que esta substância é emitida em maior percentagem no caso da produção de energia eléctrica e menor percentagem para a queima de nafta, correspondendo a 72% e 28%, respectivamente.

A Figura 5.6 apresenta as contribuições relativas das actividades consideradas no processo do matadouro, produção de energia eléctrica, queima de nafta e também de efluentes, para as emissões para a água.

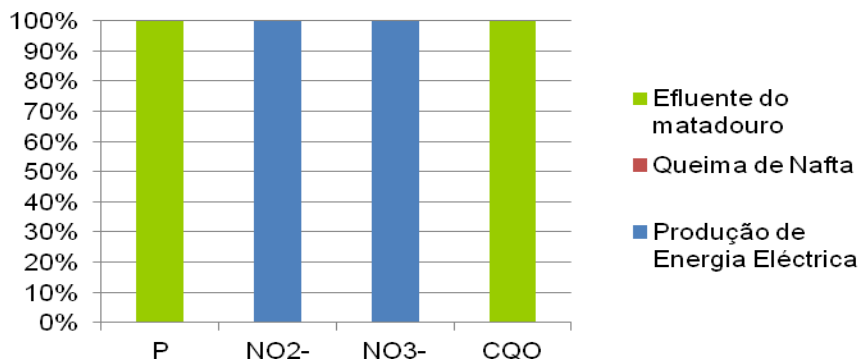


Figura 5.6-Emissões de poluentes para a água, no processo do matadouro.

Relativamente às emissões para a água no processo do matadouro, verifica-se que no caso da produção de energia eléctrica, esta actividade apresenta maior contribuição de NO₂⁻ e NO₃⁻, enquanto que o efluente do matadouro apresenta maior contribuição de P e CQO.

5.1.4 ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DE TODOS OS PROCESSOS

A Figura 5.7 apresenta as contribuições relativas referentes a todos os processos considerados neste estudo, para as emissões atmosféricas.

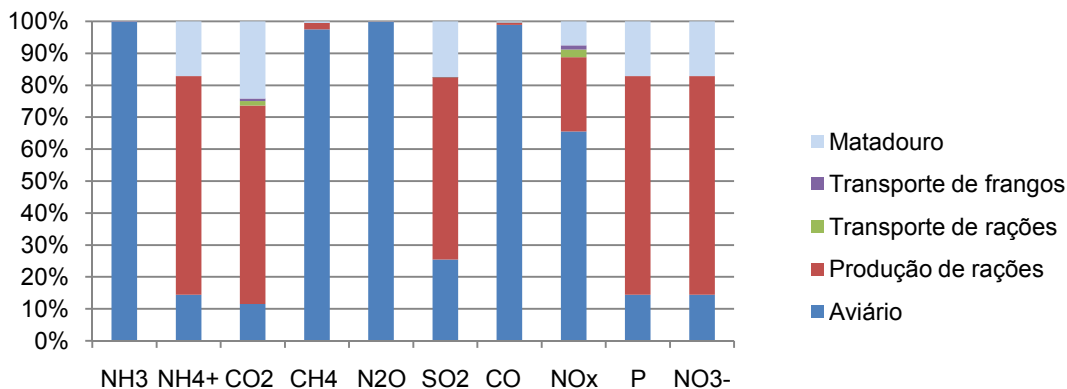


Figura 5.7- Emissões de poluentes para a atmosfera, relativos a todos os processos considerados no estudo.

As emissões de NH_3 , CH_4 , N_2O e CO devem-se quase na totalidade ao processo do aviário, representando uma contribuição de aproximadamente 100% para NH_3 e N_2O , 97% para CH_4 e 99% para CO .

As emissões de NH_4^+ têm a sua principal origem no processo da produção de rações para frangos, representando cerca de 69% das emissões para a atmosfera. A restante percentagem deve-se aos processos do matadouro e do aviário, representando uma percentagem de aproximadamente 17% e 14%, respectivamente.

Relativamente ao CO_2 , verifica-se que o processo da produção de rações apresenta uma contribuição de aproximadamente 62%. Seguem-se os processos do matadouro e do aviário com uma contribuição de aproximadamente 24% e 12%, respectivamente. Para além disso, verifica-se que o processo do transporte de rações, assim como o processo de transporte de frangos, também apresentam contribuição para as emissões de CO_2 , embora seja de aproximadamente 1%.

Quanto ao SO_2 verifica-se que é o processo de produção de rações para frangos que apresenta maior percentagem de emissões, representando 57%, segue-se o processo do aviário com 26% e por último o processo do matadouro com aproximadamente 17% de emissões de SO_2 .

Da Figura 5.7 verifica-se que as emissões de NO_x devem-se principalmente ao processo do aviário, representando uma percentagem de emissões de aproximadamente 66%. Relativamente aos processos de produção de rações e matadouro, estes apresentam uma percentagem de emissão de aproximadamente 23% e 8%, respectivamente. Os processos de transportes são os que apresentam menor contribuição nas emissões de NO_x , apresentando uma contribuição de aproximadamente 2% para o transporte de rações e 1% para o transporte de frangos.

Relativamente às emissões de P e NO_3^- , em ambas verifica-se que é o processo da produção de rações que apresenta maior contribuição, aproximadamente 69%, seguindo-se o processo do matadouro (17%) e por último do aviário (14%).

A Figura 5.8 apresenta as contribuições relativas dos processos considerados neste estudo relativamente às substâncias que são emitidas para a água.

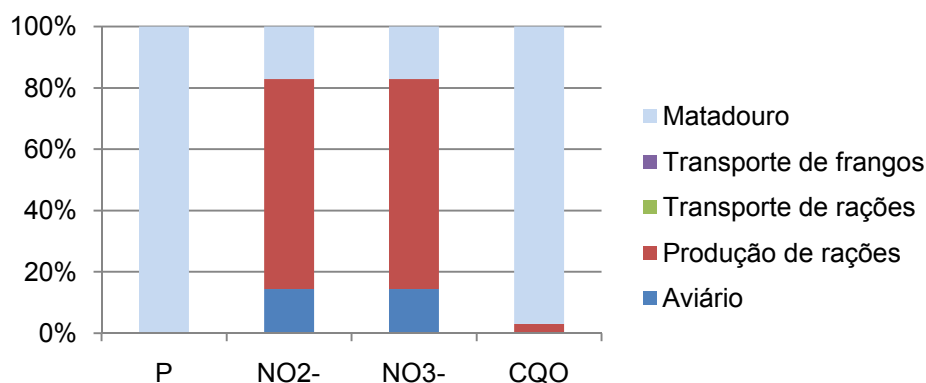


Figura 5.8- Emissões de poluentes para a água, relativos a todos os processos considerados no estudo.

Da Figura 5.8 verifica-se que relativamente a P e CQO é o processo do matadouro que apresenta maior contribuição, representando uma contribuição de aproximadamente 100% e 97%, respectivamente.

Relativamente a NO₂⁻ e NO₃⁻ é o processo da produção de rações que apresenta maior contribuição, representando uma percentagem de aproximadamente 68%, enquanto que o processo do matadouro e do aviário apresentam uma contribuição de aproximadamente 17% e 14%, respectivamente.

5.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS

Nesta secção, como já se viu anteriormente, serão considerados como categorias de impacto ambiental as alterações climáticas, a formação de oxidantes fotoquímicos, o potencial de acidificação e por fim o potencial de eutrofização. De seguida são apresentados os resultados e respectiva discussão, obtidos na avaliação de impactes ambientais para todos os processos considerados no estudo, nomeadamente o aviário, o transporte de frangos do aviário até o matadouro, o próprio matadouro, a produção de ração para frangos e o transporte da ração.

A Tabela 5.1 apresenta os resultados totais obtidos para as categorias de impacto em análise, evidenciando a contribuição de cada parâmetro.

Tabela 5.1- Resultados totais obtidos para cada categoria de impacto em estudo, expressos em relação à unidade funcional.

Indicadores de Categoria	Parâmetro	Resultados	Resultados Totais	Unidades
Alterações climáticas	CO ₂	5,2E-01	3,7E00	kg CO ₂ eq
	CH ₄	6,0E-01		
	N ₂ O	2,6E00		
Formação de oxidantes fotoquímicos	CH ₄	1,4E-04	7,1E-04	kg C ₂ H ₄ eq
	SO ₂	1,3E-04		
	CO	4,3E-04		
Potencial de acidificação	NH ₃	2,5E-01	2,5E-01	kg SO ₂ eq
	NO _x	1,8E-03		
	SO ₂	3,3E-03		
	N ₂ O, ar	2,3E-03	5,7E-02	kg PO ₄ ³⁻ eq
	NH ₃ , ar	5,4E-02		
	NH ₄ ⁺ , ar	8,4E-08		
	NO _x , ar	4,7E-04		
	NO ₃ ⁻ , ar	8,0E-10		
	P, ar	4,4E-07		
	CQO, água	1,6E-05		
	NO ₃ ⁻ , água	1,1E-05		
	NO ₂ ⁻ , água	4,4E-10		
	P, água	3,8E-05		

As figuras 5.9 a 5.12 apresentam as contribuições absolutas de cada processo, para as categorias de impacto consideradas neste estudo.

Assim, a Figura 5.9 apresenta os resultados obtidos para o PAG, apresentando as contribuições absolutas das emissões consideradas, tendo em conta os processos analisados neste estudo.

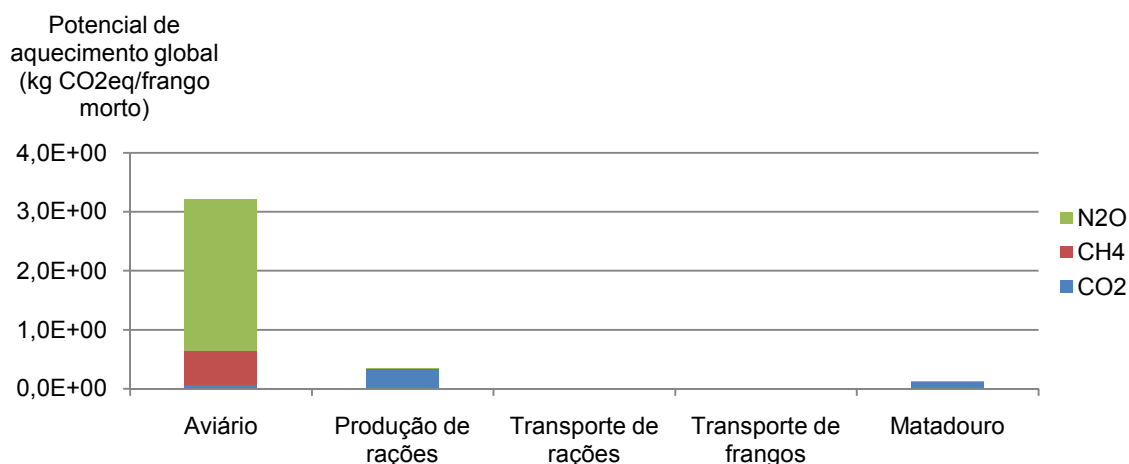


Figura 5.9- PAG para os processos definidos no presente estudo.

O processo do aviário é o que mais contribui para a categoria de impactado PAG, apresentando uma contribuição de 87%, seguido do processo de produção de rações com 9% e o matadouro com 4%. Os processos de transporte de rações e de frangos apresentam contribuições pouco significativas, próximos de zero.

No processo do aviário, o N₂O é o que mais contribui, representando 80% do PAG, enquanto que CH₄ e CO₂ representam 18% e 2%, respectivamente. Nos restantes processos, o CO₂ é o parâmetro que mais contribui para esta categoria de impacte, apresentando percentagens superiores a 95%, em todos estes processos.

A Figura 5.10 apresenta os resultados associados ao PFOF para cada processo considerado no presente estudo, destacando a contribuição de cada emissão.

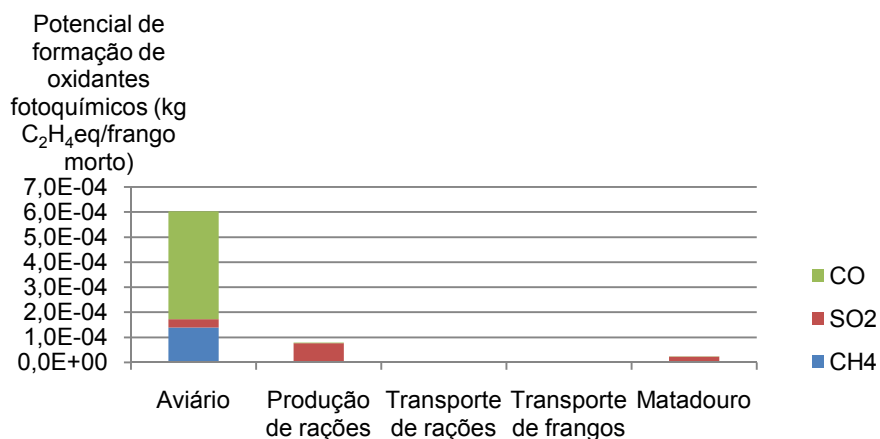


Figura 5.10-PFOF para os processos considerados neste estudo.

O aviário é o processo que mais contribui para a categoria de impacto de formação de oxidantes fotoquímicos, apresentando uma contribuição de 85%. Os restantes processos apresentam contribuições pouco significativas: a produção de rações contribui com 11%, o matadouro com 4% e os transportes (de rações e de frangos) com aproximadamente 0%.

No processo do aviário, 71% do PFOF deve-se ao CO, enquanto as emissões de CH₄ e SO₂ contribuem para 23% e 6%, respectivamente. Nos processos de produção de rações e no matadouro, as contribuições para esta categoria de impacto devem-se principalmente ao SO₂.

Na Figura 5.11 encontram-se representados os resultados referentes ao PA, para os processos analisados neste estudo, salientando as contribuições dos gases, SO₂, NO_x e NH₃.

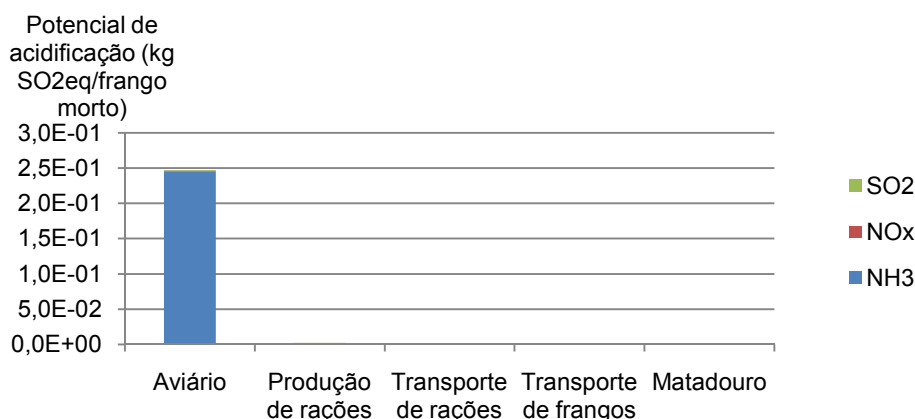


Figura 5.11- PA para os processos considerados neste estudo.

No PA, o aviário é o processo que mais contribui constituindo 99% do PA, seguido da produção de rações com 1%.

Relativamente ao processo do aviário, as emissões de NH₃ representam 99% de contribuição, sendo o restante 1% das emissões de NO_x. No processo de produção de rações, o SO₂ é o que mais contribui para o PA com 81%, enquanto que o NO_x representa 18% e o NH₃ 1% das emissões.

A Figura 5.12 apresenta os resultados provenientes do cálculo do PE, apresentando a contribuição das substâncias consideradas no estudo, para todos os processos, desde o aviário até ao matadouro.

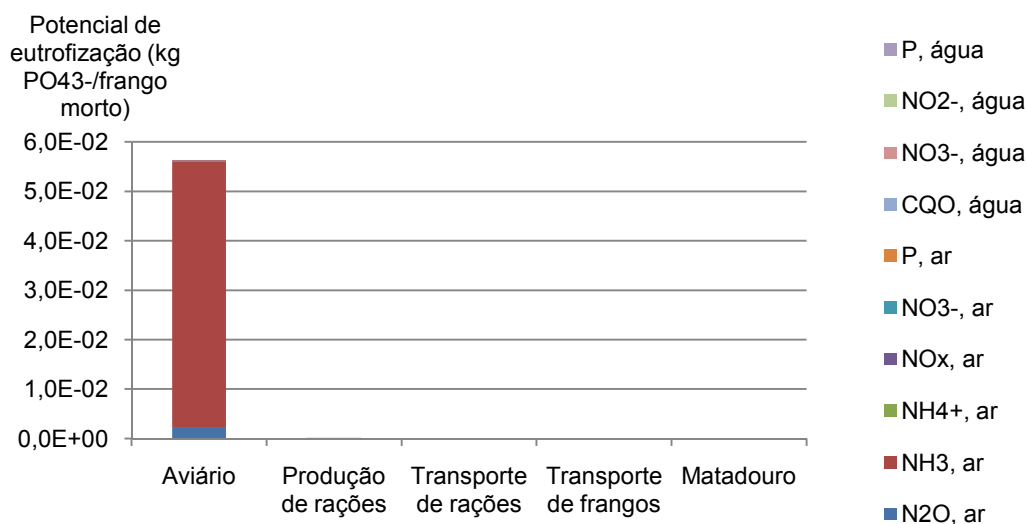


Figura 5.12-PE relativos ao ar e à água, para os processos em estudo.

O aviário é o processo que mais contribui para a categoria de impacto de eutrofização, apresentando quase 100% de contribuição. Cerca de 95% do PE no aviário é derivado da emissão de NH₃ para a atmosfera, enquanto que o N₂O e o NO_x apresentam contribuições inferiores da ordem dos 4% e 1%, respectivamente.

De seguida serão analisadas as contribuições de cada parâmetro para cada categoria de impacto, em termos de percentagem.

No caso das alterações climáticas, a Figura 5.13 apresenta a contribuição dos gases considerados para esta categoria de impacto, verificando-se que é o N₂O que apresenta maior contribuição, representando 70% do PAG total.

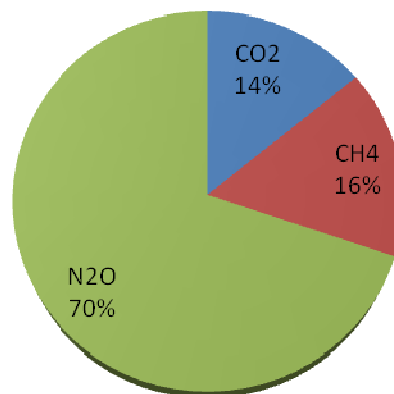


Figura5.13- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para as alterações climáticas.

As contribuições relativas ao PFOF encontram-se na Figura 5.14, onde é possível observar que neste caso o CO apresenta a maior contribuição para o PFOF com 61%, seguindo-se o CH₄ e SO₂, com 20% e 19%, respectivamente.

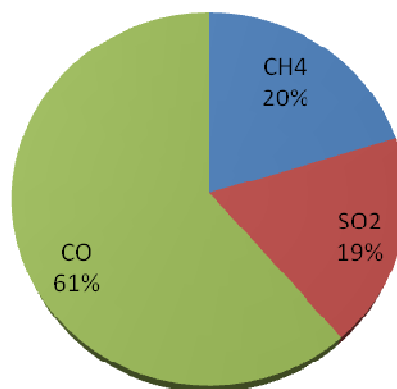


Figura5.14- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PFOF.

Relativamente ao PA, a Figura 5.15 fornece as suas contribuições, sendo de destacar que neste caso o NH₃ é o que tem maior contribuição (98%), devendo-se principalmente ao processo do aviário.

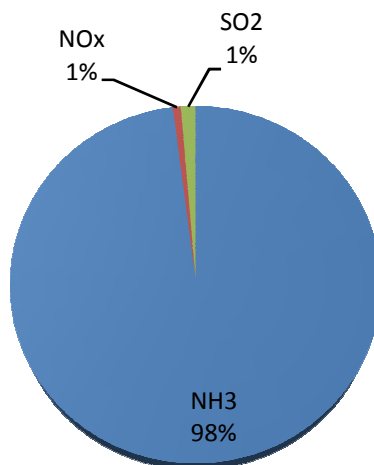


Figura5.15- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PA.

Quanto ao PE, a Figura5.16 representa as contribuições das substâncias relativas a esta categoria de impacte, tanto para o ar como para a água.

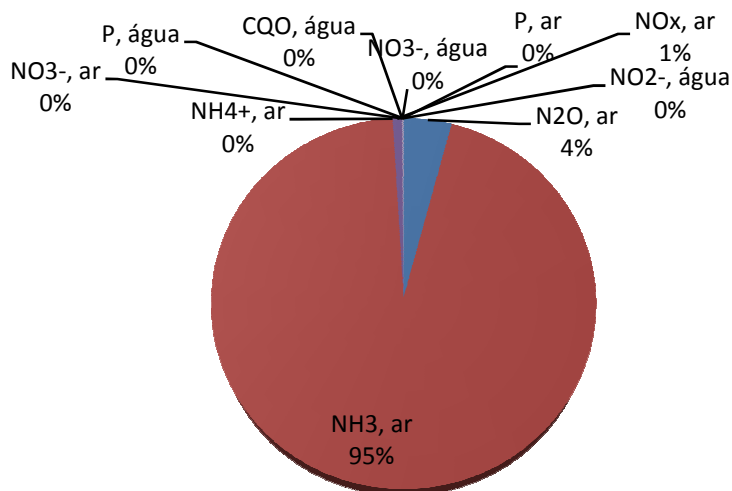


Figura5.16- Contribuição das substâncias consideradas no estudo, para o PE no ar e na água.

Na Figura5.16 é possível observar que em relação ao PE é o NH₃, proveniente das emissões atmosféricas, que apresenta maior contribuição, representando 95%, devendo-se esta contribuição, essencialmente, ao processo do aviário. Segue-se o N₂O e o NO_x, do ar, com uma contribuição de 4% e 1%, respectivamente. Relativamente às restantes

substâncias emitidas, não só para o ar como também para a água, a sua contribuição é muito baixa, próxima de zero.

5.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM OUTROS ESTUDOS

Na comparação dos resultados obtidos no presente estudo com outros estudos efectuados ao longo dos anos e descritos na Tabela A1 do Anexo, nomeadamente no estudo de Halberg et al. (2008) é possível observar que, relativamente às emissões para o ar, comparando as emissões consideradas no estudo realizado por Halberg et al. (2008), os resultados do presente estudo são superiores em todos os gases, já que neste estudo, para CH₄ foram emitidas aproximadamente 1,4E-02 kg (CH₄)/kg frango, para NH₃, 9,2E-02 kg (NH₃)/kg frango e para N₂O cerca de 5,2E-03 kg (N₂O)/kg frango. Nas emissões para a água o resultado deste estudo é muito inferior, quando comparado com o de Halberg et al. (2008). As diferenças observadas na comparação entre os estudos, devem-se a vários motivos, como por exemplo, possivelmente, à escolha das entradas e saídas consideradas nos processos, à escolha dos processos, entre outros.

6 CONCLUSÕES

Na realização da ACV do frango foram considerados os processos do seu ciclo de vida, desde a chegada do pinto ao aviário até ao seu abate no matadouro, considerando ainda os processos do seu transporte entre ambos os locais, bem como o processo de produção de rações e respectivo transporte. Na realização deste estudo os resultados foram analisados ao nível do inventário e da avaliação de impactes. A análise do inventário forneceu informação sobre o tipo de emissões associadas a cada processo e ainda sobre as quantidades emitidas para o ar e para a água. Na avaliação de impactes foram consideradas as seguintes categorias de impacte: alterações climáticas, formação de oxidantes fotoquímicos, potencial de acidificação e potencial de eutrofização. Da realização deste estudo foram obtidos resultados de forma a permitir que o objectivo deste estudo seja cumprido, identificado de entre os processos e as actividades a que o frango está sujeito, os que apresentam maiores impactes para o ambiente.

Deste modo, da análise efectuada aos resultados do inventário é possível concluir que no caso do processo do aviário e tendo em consideração as actividades que compõem este processo, a gestão de estrume é a que mais contribui para as emissões para a atmosfera de NH_3 , CH_4 e N_2O . A produção de energia eléctrica contribui mais para as emissões para o ar de NH_4^+ , CO_2 , P e NO_3^- e para as emissões para a água de P, NO_2^- e NO_3^- . A queima de biomassa é a actividade responsável pela emissão de maiores quantidades de SO_2 , CO e NO_x . Relativamente à queima de gasóleo, é possível concluir que no processo do aviário, de um modo geral, esta corresponde à actividade que menos contribui, não apresentando contribuições significativas em nenhum parâmetro, quando comparado com as restantes actividades consideradas no estudo.

Na produção de rações para frangos é possível concluir que a actividade que mais contribui com emissões para a atmosfera e para a água neste processo corresponde à produção de energia eléctrica, excepto no caso das emissões de CQO para a água em que a principal fonte de emissão são os efluentes do processo de produção de rações.

Relativamente ao processo do matadouro, a produção de energia eléctrica é a actividade que mais contribui com emissões para a atmosfera, com excepção de CO em que se destaca a queima de nafta. Quanto às emissões para a água, o efluente apresenta maior contribuição para P e CQO, enquanto a produção de energia eléctrica contribui mais para NO_2^- e NO_3^- .

Na análise a todos os processos considerados neste estudo, pode-se concluir que, de um modo geral, é o aviário que mais contribui nas emissões para a atmosfera, apresentando maior contribuição em relação a NH_3 , CH_4 , N_2O , CO e NO_x , seguido da produção de rações que apresenta maior contribuição para NH_4^+ , SO_2 , CO_2 , P e NO_3^- . Nas emissões para a água é o processo do matadouro que mais contribui para as emissões de P e CQO e a produção de rações para NO_2^- e NO_3^- .

Em relação à análise dos resultados da avaliação de impactes ambientais é possível concluir que, de um modo geral, é no processo do aviário que se observa maiores contribuições para os potenciais impactes ambientais. Desta forma, no PAG é possível concluir que o processo do aviário apresenta maior contribuição em relação aos restantes processos devido principalmente às emissões de CH_4 e N_2O . No PFOF, a contribuição do aviário deve-se principalmente às emissões de CH_4 e CO . No PA e PE, a grande contribuição do aviário é devida às emissões de NH_3 . Relativamente aos processos dos transportes em estudo, das rações e dos frangos, conclui-se que estes processos em comparação com os restantes processos apresentam uma contribuição muito reduzida, próxima de zero.

Por outro lado, conclui-se que em relação ao PAG, o N_2O apresenta a maior contribuição (70%), proveniente do processo do aviário, resultante da actividade de gestão de estrume. No PFOF, o CO apresenta maior contribuição (61%), devendo-se ao processo do aviário, originado pela queima de biomassa. Relativamente ao PA, neste caso é o NH_3 que apresenta a maior contribuição (98%), resultante da gestão de estrume no aviário. Quanto ao PE também é o NH_3 que apresenta a maior contribuição (95%), também resultante da gestão de estrume no aviário.

Assim, com a realização do presente estudo é possível concluir que o processo que apresenta maior contribuição para possíveis impactes para o ambiente é o processo do aviário, sendo necessário proceder a algumas medidas por forma a minimizar a quantidade destes impactes para o ambiente, nomeadamente nas actividades de gestão de estrume e queima de biomassa. Relativamente à gestão de estrume, uma das medidas a adoptar é retirar o excesso de estrume durante a criação dos frangos, proceder à manutenção regular dos pavilhões, de modo a evitar desperdícios de ração e água, que cai para as camas, dar formação aos funcionários e controlar os odores. Em relação à queima de biomassa uma das medidas a adoptar é otimizar as condições de queima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu P.G., Abreu V.M.N., (2004). Aves. Maximização dos sistemas de ventilação na avicultura (Parte 2). Nordeste Rural. 10 de Fevereiro de 2004. Disponível em:
<http://www.nordeste rural.com.br/nordeste rural/matler.asp?newsId=688>
- Animal Doc, (2007). The dog doctors youth outreach program. Animal Doc. College of Veterinary Medicine. The University of Georgia. Disponível em:
http://www.vet.uga.edu/vpp/activities/dogdocs/animaldoc/animaldoc_poultry.php
- Veiga, J., (2011). Aves de. Capoeira. avespt.com. Disponível em: www.avespt.com
- Cagle A., (sd). Life Cycle of Baby Chickens. eHow Discovery the expert in you. Disponível em: http://www.ehow.com/facts_6022958_life-cycle-baby-chickens.html
- Caleiro P.A.C.S.R., (2009). Avaliação da qualidade higio-sanitária da carne de frango: pesquisa de *Listeria monocytogenes* por PCR. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa.
- Cobb, (2009). Manual de Manejo de Frangos de Corte. Frangos de Corte. Disponível em: [www.granjaplanoalto .com.br](http://www.granjaplanoalto.com.br)
- Davis J., Sonesson U., (2008). Life cycle assessment of integrated food chains – a Swedish case study of two chicken meals. LCA for Energy Systems and Food Products Case Study. Published online: 16 September 2008.
- Ecoinvent, (2007). Ecoinvent Centre. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Disponível em: <http://www.ecoinvent.ch/>
- EMEP/EEA, (2009). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009. European Environment Agency. Copenhaga. Dinamarca.
- European Commission, (2005). Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries.
- European Commission, (2010). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union.

- Ferreira J.V.R., (2004). Gestão Ambiental. Análise de Ciclo de Vida dos produtos. Instituto Politécnico de Viseu.
- Freire E., (2010). Biossegurança é pilar fundamental do sector. Vida Rural. 22 de Dezembro de 2010. Disponível em: <http://www.vidarural.pt/>
- Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M., Schryver A.D., Struijs J., Zelm R.v., (2008). ReCiPe. A life impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition. Report I: Characterisation. Ruimte en Milieu Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Disponível em: <http://www.lcia-recipe.net/>
- Guerra C.A.G.D.,(sd) dossier – avicultura. projovem. nova agricultura.. DRAP Centro – Laboratório de Veterinária de Viseu. Disponível em: projovem.drapc.min-agricultura.pt
- Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppés, G.; Kleijn, R.; Koning, A. De; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J., (2001a). LCA – An operational guide to the ISO-standards (*Guinée et al.*) – Part 2a: Guide (Final report. May 2001). Institute of Environmental Science (CML). Faculty of Science. Leiden University. The Netherlands. Disponível em: <http://www.cml.leiden.edu/research>
- Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppés, G.; Kleijn, R.; Koning, A. De; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J., (2001b). LCA – An operational guide to the ISO-standards (*Guinée et al.*) – Part 2b: Operational annex (Final report. May 2001). Institute of Environmental Science (CML), Faculty of Science. Leiden University. The Netherlands. Disponível em: <http://www.cml.leiden.edu/>
- Gustavo, (2005). Aves. Rhode Island Red. Disponível em: http://www.agrov.com/img/animais/ave/rhode_island.jpg
- Halberg N, Danish Institute of Agricultural Science, Nielsen PH, (2000). Poultry farm Production. Poultry Production. Dinamarca. Disponível em: <http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/poultryfarms.htm>
- IGAOT, (2006). Relatório Temático de Inspeções Ambientais no Sector de Matadouros e Transformação de Carnes. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. Disponível em: www.igaot.pt

- IPCC, (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. And Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. ISBN 4-88788-032-4.
- IPCC, (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I,II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, RK and Reisinger,A. (eds)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- ISO, (2006). Environmental management – Lyfe cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO 14044. International Organization for Standardization, Geneve, Switzerland.
- ISO, (2008). Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e enquadramento. ISO 14040. International Organization for Standardization. Geneve, Switzerland.
- Jornal Oficial da União Europeia, (2005). Regulamento (CE) n.º1/2005 do Conselho, de 22 de Dezembro de 2004 relativo à protecção dos animais durante o transporte e operações afins e que altera as Directivas 64/432/CEE e 93/119/CE e o Regulamento (CE) n.º 1255/97. O Conselho da União Europeia.
- Julião P.L., (2010). Produção de Aves. Produção e Melhoramento Animal I. EUVG.
- Katajajuuri J-M., (2007). Experiences and Improvement Possibilities – LCA Case Study of Broiler Chicken Production. LCM 2007. 3rd International Conference on Life Cycle Management. Zurich
- Khoo H.H., Wong J.L., Tan R.B.H., (2010). An LCA Approach for evaluating the Global Warming Potencial of various food types imported to Singapore. Disponível em: <http://www.lcafood2010.uniba.it/presentations/thursday-23/parallel-2b/Khoo.pdf>
- Laganá C., (2009). Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/>
- Lima M.,(sd). Evolução da Balança de Pagamentos nos Sectores da Carne de Aves e ovos. Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares. Disponível em: www.agroportal.pt
- Lusa, (2010). Agricultura: Crise económica faz “voar” produção de frango. Lisboa, 22 de Julho de 2010 (Lusa)

- MAOT, (2004). Declaração de Impacte Ambiental (DIA). “Projecto de Melhoria das Instalações da *Avicita – Comércio de Aves, Lda*”. Projecto de Execução. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa, 5 de Agosto de 2004.
- Martins F.M., Talamini D.J.D., Novaes M., (2006). Aves. Avicultura: situação e perspectivas brasileira e mundial. Nordeste Rural. Disponível em: www.nordeste rural.com.br
- Martins R.S.A., (2008). Trabalho de Conclusão de Curso – TCC. SADIA S/A. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Curso de Graduação em Agronomia. Florianópolis (SC).
- Matos M.A., (2007). “A Análise de Ciclo de Vida aplicada à gestão de RSU”, em Técnicas de Gestão de Resíduos, apontamentos teóricos da disciplina, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.
- Melos, M.G, (2008). Descubra as vantagens e desvantagens da carne. Disponível em: <http://www.igeduca.com.br/artigos/nao-morra-pela-boca/descubra-as-vantagens-e-desvantagens-da-carne.html>
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Decreto-Lei 69/96 de 31 de Maio. visa regulamentar as actividades avícolas. Diário da República, n.º127, I Série-A. 31 de Maio de 1996. pp. 1355-1358.
- Planalto, (2006). Manual de Frango de Corte. AVIAN 48. Modelo Revisão 03 – 18/09/2006.
- Portal de Veterinária, (2009). Galpão e Equipamentos – Frango de Corte. Portal de Veterinária . Disponível em: <http://www.portaldeveterinaria.com/2009/06/galpao-e-equipamentos-frango-de-corte.html>
- Ribeiro F.M., (2004). Análise de Ciclo de Vida de Energia. CETESB/EIPP-Sector de Prevenção à Poluição. Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br>
- Shilala S., (2010). Chicken Facts. The Easy Chicken for Beginners. Disponível em: <http://shilala.homestead.com/chickenfacts.html>
- Valouro., (Sd).. Rações Valouro S.A. Os Nossos Produtos. Disponível em: <http://www.valouro.com/main.php?menu1=13&pbody=frangos-->
- Ross, (2009). Broiler-Management Manual. Aviagen. Reino Unido. Estados Unidos da América. Disponível em: www.aviagen.com

ANEXO – TABELA DE ESTUDOS REALIZADOS AO FRANGO

Tabela A 1 – Estudos de ACV efectuados ao frango.

Estudo	Objectivos e âmbito	Unidade funcional	Fronteiras	Impactes (categorias)	Conclusão	Observações
Davis <i>et al.</i> (2008)	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer os impactes ambientais das cadeias alimentares integradas Explorar o efeito das medidas de melhoria nos sistemas 	1 refeição de frango para uma pessoa pronta para comer	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de fundo: agricultura, tratamento de esgoto, produção de fertilizantes, produção de energia, produção de água, produção de embalagens, resíduos e tratamento de resíduos Sistema central: indústria, retalho, domicílio e transporte Não estão incluídos: o tratamento de esgoto dos restos de comida Não foi incluído o impacto dos pesticidas 	<p>Uso de energia primária e secundária, aquecimento global, eutrofização, acidificação e criação fotoquímica de ozono</p>	<ul style="list-style-type: none"> A maior parte da energia é usada nas etapas após a quinta para ambas as refeições A agricultura tem uma contribuição significativa nas emissões de gases com efeito de estufa e nas emissões eutrofizantes 	<ul style="list-style-type: none"> Foram escolhidas duas refeições diferentes de frango para analisar (caseira e semi-preparada) Foram realizados dois cenários, o primeiro incide nas condições actuais da cadeia alimentar e o segundo associa uma série de acções de melhoria

Tabela A1 – Estudos de ACV efectuados ao frango (cont.).

Estudo	Objectivos e âmbito	Unidade funcional	Fronteiras	Impactes (categorias)	Conclusão	Observações
Halberg et al., (2000)	<ul style="list-style-type: none"> Determinar as emissões para a produção de ovos e produção de frangos 	Kg de ovos ou carne	<ul style="list-style-type: none"> No inventário só tem processos da produção de frangos Uso de electricidade para ventilação e luz, alimentação e cuidados com galinhas poedeiras e frangos e manuseamento de subprodutos como o estrume são incluídos O uso de medicina não é incluído Uso de recursos e emissões para construção e manutenção de edifícios não estão incluídos Depreciação de máquinas está incluída 		<ul style="list-style-type: none"> Emissões para o ar na produção de frango: $\text{CH}_4 = 1,11 \text{ g}$; $\text{NH}_3 = 28,50 \text{ g}$; $\text{N}_2\text{O} = 2,11 \text{ g}$ Emissões para a água: $\text{NO}_3^- = 80,32 \text{ g}$; $\text{PO}_4^{3-} = 0,44 \text{ g}$ 	As quintas são especializadas na produção de ovos e frango

Tabela A1 – Estudos de ACV efectuados ao frango (cont.).

Estudo	Objectivos e âmbito	Unidade funcional	Fronteiras	Impactes (categorias)	Conclusão	Observações
Katajajuuri (2007)	<ul style="list-style-type: none"> Recolha de dados fiáveis para o estudo do impacto ambiental em todas as etapas dos sistemas considerados. Identificar e avaliar a importância das fontes de impacto. Avaliar possíveis melhoramentos na produção. 	1000 kgde frango marinado em mel fatiado comprado por consumidores	<p>Fases do produto e sistemas de distribuição essenciais até ao consumo final:</p> <ul style="list-style-type: none"> Produção agrícola (por exemplo entrada de fertilizantes) Cultivo de culturas para a alimentação Produção de frangos de corte (aviário) Entregas de matérias-primas para processamento de alimentos Processamento e embalagem na indústria Produção de embalagem Distribuição para lojas Refrigeração nas lojas 	<p>Alterações climáticas, formação de ozono troposférico, eutrofização aquática e acidificação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> A maioria dos impactes ambientais provém da criação dos frangos e do cultivo das forragens. A criação de frangos teve maior impacto na eutrofização e acidificação, causados pela lixiviação de nutrientes run-off, lixiviação e do NH₃ evaporada libertados pelo estrume dos frangos. 	<p>As actividades do consumidor não estão incluídas</p>