

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CARNE DE SUÍNO BRANCO
BIOLÓGICO EM PASTOREIO: ESTUDO DA PEGADA DE CARBONO E COMPARAÇÃO DE
FERRAMENTAS DE ANÁLISE

INÊS INÁCIO CARRIÇO NOGUEIRA

ORIENTADOR:
Doutor Ricardo Filipe de Melo Teixeira

COORIENTADOR:
Doutor Rui José Branquinho de Bessa

2023

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CARNE DE SUÍNO BRANCO
BIOLÓGICO EM PASTOREIO: ESTUDO DA PEGADA DE CARBONO E COMPARAÇÃO DE
FERRAMENTAS DE ANÁLISE

INÊS INÁCIO CARRIÇO NOGUEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SEGURANÇA ALIMENTAR

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutora Magda Alexandra Nobre Martins
Aguar de Andrade Fontes

VOGAIS:

Doutor Luís Filipe Sanches Goulão
Doutor Ricardo Filipe de Melo Teixeira

ORIENTADOR:

Doutor Ricardo Filipe de Melo Teixeira

COORIENTADOR:

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

2023

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Inês Inácio Carriço Nogueira

Título da Tese ou Dissertação: Avaliação de Ciclo de Vida da Produção de Carne de Suíno Branco Biológico em Pastoreio: Estudo da Pegada de Carbono e Comparação de Ferramentas de Análise

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2023

Designação do curso de
Mestrado ou de
Doutoramento: Mestrado em Segurança Alimentar

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 19 de janeiro de 2023

Assinatura: Inês Nogueira

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Professor Ricardo Teixeira por me aceitar como sua orientanda, por me confiar a oportunidade de trabalhar num tema tão interessante e desafiante, e pela sua disponibilidade constante. Agradeço a orientação exemplar pautada por um rigoroso nível científico, um interesse permanente, uma visão crítica e oportuna, um empenho exigente, os quais contribuíram para enriquecer, com grande dedicação, todas as etapas subjacentes ao trabalho realizado, e por me motivar sempre a fazer melhor.

Agradeço ao meu co-orientador, Professor Rui Bessa, por me ter sugerido este projeto, pelas suas sugestões, rigor e exigência e pelo apoio e sabedoria que foram um pilar essencial para que este trabalho fosse possível.

Agradeço a todos os professores do Mestrado de Segurança Alimentar da Faculdade de Medicina Veterinária que indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse possível através dos conhecimentos transmitidos nas aulas.

Agradeço à minha empresa pela cedência dos dados e pela compreensão da importância que o mestrado tem para o meu percurso académico.

Um agradecimento muito especial ao meu namorado que me ajudou nos serões, nos dias de trabalho mais complicados, nos momentos de desespero e pelo permanente incentivo e preocupação com que sempre acompanhou este trabalho. Obrigada pelo amor, carinho, partilha, companheirismo e apoio incondicional. Agradeço ainda, a enorme compreensão, generosidade e alegria contribuindo para chegar ao fim deste percurso e pela força que me transmite para ir mais longe.

Agradeço a toda a minha família, em especial à minha mãe, ao meu pai e ao meu irmão, por todo o apoio e suporte em todos os momentos, pela paciência e pelas sábias palavras que me fizeram chegar até aqui. Espero deixar-vos orgulhosos por conseguir concluir mais uma etapa.

Agradeço aos meus amigos e colegas do mestrado com quem partilhei esta etapa. Obrigada pela amizade, compreensão e pelos essenciais momentos de descontração.

Finalmente, agradeço à minha empresa por me ter cedido todos os dados necessários para a elaboração deste trabalho e por toda a compreensão durante este processo.

Só assim foi possível a realização desta dissertação. Muito obrigada a todos!

Resumo

Avaliação de Ciclo de Vida da Produção de Carne de Suíno Branco Biológico em Pastoreio: Estudo da Pegada de Carbono e Comparação de Ferramentas de Análise

A produção de carne suína para consumo gera emissões significativas de GEE. Sistemas alternativos com exploração biológica de suínos à base de pastagem permanente têm sido propostos, mas poucos estudos quantificam o seu desempenho ambiental. A presente dissertação tem como objetivo calcular a pegada carbónica de uma exploração biológica em pastoreio no Alentejo, comparando-a com valores de referência para a produção intensiva convencional com animais confinados em permanência, identificando os maiores contribuintes para o impacto e apontando formas de reduzir as emissões nestes sistemas. Para tal, utilizou-se uma abordagem de Avaliação de Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment* - LCA) recorrendo a duas ferramentas simplificadas (*CFTool* e *GLEAM-i*) e um software generalista (*OpenLCA* com a base de dados *ecoinvent*). O valor da pegada para o sistema estudado foi de 2,34 $\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$, 3 $\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$ e 3,8 $\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$ de peso vivo, respetivamente para as três ferramentas. Estes valores são semelhantes às pegadas para os regimes intensivos encontradas na literatura. A produção de alimentos compostos e a gestão dos chorumes são as principais causas de emissões (GEE). Como trabalho futuro, é necessário melhorar a modelação das emissões devido ao espalhamento natural de estrume pelo campo.

Palavras-chave: produção suína, modo de produção biológico, pegada carbónica, GEE, OpenLCA

Abstract

Life Cycle Assessment of Organic Pork From a White Pig with Permanent Pasture: Carbon Footprint Study and Comparison of Analysis Tools

The production of pork for consumption is responsible for significant emissions of greenhouse gases (GHG). Alternative systems with organic production of pigs with access to permanent pastures have been proposed but with few studies quantifying their environmental impact. The present thesis has the objective of calculating the carbon footprint of an organic farm with pastures located in Alentejo, comparing it against reference values for intensive conventional production with confined animals, while identifying the largest sources of emissions and strategies for mitigation. Therefore, a Life Cycle Assessment (LCA) approach was used, resorting to two simplified tools (CFTool and GLEAM-i) and a general software (OpenLCA with the ecoinvent database). The carbon footprint for the studied system was 2,34 kgCO₂eq/kg, 3 kgCO₂eq/kg and 3,8 kgCO₂eq/kg of live weight, respectively for each tool. These values are similar to those from intensive production systems found in the literature. Feed production and slurry management are the main causes of GHG emissions. As future work, it is necessary to improve the emission modeling due to the natural process of scattering the manure in the field.

Keywords: extensive production, organic farming, carbon footprint, greenhouse gases, OpenLCA

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
Índice de Anexos.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xi
Índice de Fotografias	xiii
1. Introdução	1
2. Estado da arte	3
2.1. Complexidade da problemática das alterações climáticas.....	3
2.2. Impacto das alterações climáticas na agricultura	4
2.3. Caracterização do mercado do setor suíno	7
2.4. Ferramentas de avaliação do impacto ambiental	8
2.5. Cool Farm Tool (CFT)	9
2.6. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM).....	10
2.7. OpenLCA	10
2.8. Estudos LCA sobre produção de suínos	10
2.9. Resumo do estado arte	12
3. Objetivos	13
4. Descrição do estudo de caso.....	14
4.1. Fases da produção e alimentação	14
4.1.1. Fase de reprodução.....	17
4.1.2. Fase de desmame e recria	21
4.1.3. Fase de engorda	22
5. Métodos.....	25
5.1. <i>Cool Farm Tool</i> (versão CFT v1.4.0).....	25
5.2. <i>Gleam-i</i> versão 2.0.....	28

5.3.	OpenLCA	31
5.3.1.	Definição do objetivo e âmbito.....	32
5.3.2.	Inventário do Ciclo de Vida (LCA).....	34
5.3.2.1.	Limites do sistema de produção da carne suína.....	34
5.3.2.2.	Descrição dos Processos de Inventário	34
5.3.2.3.	Avaliação de impacto de ciclo de vida (AICV).....	48
6.	Resultados e Discussão	49
6.1.	Análise dos resultados do CFT	49
6.2.	Vantagens e limitações do CFTool.....	51
6.3.	Análise dos resultados do Gleam-i.....	51
6.4.	Vantagens e limitações do GLEAM-i.....	54
6.5.	Análise dos resultados do OpenLCA.....	55
6.6.	Vantagens e limitações do OpenLCA.....	58
6.7.	Comparação das ferramentas com a literatura.....	58
7.	Conclusão e trabalho futuro.....	60
8.	Referências Bibliográficas	63

Índice de Anexos

ANEXO A.....	68
ANEXO B.....	81
ANEXO C.....	90
ANEXO D.....	91

Índice de Figuras

FIGURA 1 – ESQUEMA INICIAL DOS PROCESSOS DA EXPLORAÇÃO HERDADE DA BARROSIHA	14
FIGURA 2 – DIAGRAMA DE ESTUDO FINAL	33
FIGURA 3 – COMPOSIÇÃO DO ALIMENTO COMPOSTO POR DURAÇÃO DA FASE E QUANTIDADE INGERIDA [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	41
FIGURA 4 – CÁLCULO DAS QUANTIDADES INGERIDAS POR FASE DE BATATAS E CENOURAS E ALIMENTO COMPOSTO [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	41
FIGURA 5 – EMISSÕES TOTAIS (KG CO ₂ eq) [IMAGEM RETIRADA DO SOFTWARE COOL FARM ALLIANCE (2022)]	49
FIGURA 6 – RESUMO DOS RESULTADOS DAS EMISSÕES POR CATEGORIA [IMAGEM RETIRADA DO SOFTWARE COOL FARM ALLIANCE (2022)]	50
FIGURA 7 – GRÁFICO DOS TOTAIS DE GEE DO EXTENSIVOBIO [IMAGEM RETIRADA DO SOFTWARE COOL FARM ALLIANCE (2022)]	52
FIGURA 8 – GRÁFICO DOS TOTAIS DE GEE DO INTENSIVO[IMAGEM RETIRADA DO SOFTWARE COOL FARM ALLIANCE (2022)]	53
FIGURA 9 – VISUALIZAÇÃO RESUMIDA DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE POORE E NEMECK (2018) "FOOD: GREENHOUSE GAS EMISSIONS ACROSS THE SUPPLY CHAIN", PUBLICADO NA REVISTA SCIENCE (HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG/FOOD-CHOICE-VS-EATING-LOCAL).....	59
FIGURA 10 – PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO PARA ACESSO AO SITE HTTPS://APP.COOLFARMTOOL.ORG/ACCOUNT/REGISTER/	68
FIGURA 11 – LOG IN NO SITE HTTPS://APP.COOLFARMTOOL.ORG/ACCOUNT/LOGIN/?NEXT=/	69
FIGURA 12 - MENU DE INTRODUÇÃO DA PÁGINA COOL FARM TOOL	69
FIGURA 13 ACESSO AO MENU "CONFIGURAÇÕES DA FAZENDA"	70
FIGURA 14 – CONFIGURAÇÕES DA FAZENDA.....	71
FIGURA 15 – NOVA AVALIAÇÃO – OUTROS ANIMAIS	72
FIGURA 16 – PREENCHIMENTO DO SEPARADOR GERAL	73
FIGURA 17 - PREENCHIMENTO DA INFORMAÇÃO	74
FIGURA 18 - PREENCHIMENTO DA INFORMAÇÃO PARA FASE PRODUTIVA ADULTA.....	76
FIGURA 19 - PREENCHIMENTO DA INFORMAÇÃO: FASE NÃO-PRODUTIVA ADULTA.....	77
FIGURA 20 - PREENCHIMENTO DO SEPARADOR ENERGIA E PROCESSAMENTO	79
FIGURA 21 – PREENCHIMENTO DO SEPARADOR TRANSPORTE	80
FIGURA 22 – ACESSO INICIAL AO SITE HTTPS://GLEAMI.APPS.FAO.ORG/ . SELEÇÃO DA REGIÃO E DO PAÍS.....	81
FIGURA 23 – SELEÇÃO DA ESPÉCIE ANIMAL QUE VAMOS ESTUDAR.	82
FIGURA 24 – SELEÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO ESTUDO.	82
FIGURA 25 – SELEÇÃO DOS PARÂMETROS A ESTUDAR POR MÓDULOS.....	83
FIGURA 26 – MÓDULO REBANHO	83

FIGURA 27 – SELEÇÃO DA ALIMENTAÇÃO	83
FIGURA 28 – MÓDULO DA PRODUÇÃO DE ESTRUME.....	84
FIGURA 29 – SELEÇÃO DA LINHA DE BASE. SEM LINHA BASE - SKIP	84
FIGURA 30 – DEFINIR CENÁRIOS	84
FIGURA 31 – INTRODUÇÃO DOS DADOS DOS ANIMAIS PARA BACKYARD - EXTENSIVOBIO	85
FIGURA 32 – INTRODUÇÃO DOS DADOS DOS ANIMAIS PARA INDUSTRIAL - INTENSIVO	86
FIGURA 33 – DADOS DO MÓDULO DE RAÇÃO PARA A PERCENTAGEM DE CADA INGREDIENTE DE ALIMENTO COMPOSTO PARA O CENÁRIO EXTENSIVOBIO	86
FIGURA 34 - DADOS PARA PREENCHIMENTO DO MÓDULO DE RAÇÃO PARA A PERCENTAGEM DE CADA INGREDIENTE DE ALIMENTO COMPOSTO PARA O CENÁRIO INTENSIVO.....	87
FIGURA 35 – DADOS NECESSÁRIOS NO MÓDULO DE ESTRUME PARA O EXTENSIVOBIO	88
FIGURA 36 – DADOS NECESSÁRIOS NO MÓDULO DE ESTRUME PARA O INTENSIVO	89
FIGURA 37- CRIAR NO PRODUTO DO SISTEMA.....	90
FIGURA 38 - PROPRIEDADES DO CÁLCULO	90

Índice de Tabelas

TABELA 1 - MATÉRIA-PRIMA AGRÍCOLA DOS ALIMENTOS COMPOSTOS BIOLÓGICOS DAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO DOS ANIMAIS (EM PERCENTAGEM %) [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	15
TABELA 2 – COMPONENTES ANALÍTICOS (EM %) A TER EM CONTA NOS ALIMENTOS COMPOSTOS BIOLÓGICOS DAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO DOS ANIMAIS. [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	16
TABELA 3 – DURAÇÃO DOS ESTÁGIOS POR FASES (DIAS); INGESTÃO DE ALIMENTO COMPOSTO POR PORCO POR DIA (KG) E O PESO VIVO POR PORCO (KG) [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	24
TABELA 4 – QUANTIDADE INGERIDA POR PORCO POR DIA (EM KG) NA PRÉ-GESTAÇÃO, GESTAÇÃO, RECRIA E ENGORDA [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	24
TABELA 5 – DADOS DOS ANIMAIS [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	24
TABELA 6 – RESUMO DAS INFORMAÇÕES INSERIDAS NO SEPARADOR REBANHO E ALIMENTAÇÃO [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	26
TABELA 7 – QUADRO RESUMO DAS ENERGIAS CONSUMIDAS, RELATIVAS AO ANO 2021 [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	27
TABELA 8 – QUADRO RESUMO DO TRANSPORTE, RELATIVO AO ANO 2021 [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	27
TABELA 9 – DADOS REPRESENTATIVOS DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVO [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	30
TABELA 10 – DESCRIÇÃO DE CADA FASE (PROCESSOS) DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS	35
TABELA 11 – IDENTIFICAÇÃO DOS OUTPUTS CONSIDERADOS NA ANÁLISE	38
TABELA 12 – IDENTIFICAÇÃO DOS INPUTS CONSIDERADOS NA ANÁLISE	38
TABELA 13 – DESCRIÇÃO DOS INPUTS PARA OS PROCESSOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DE ACORDO COM O ECOINVENT	39
TABELA 14- IDENTIFICAÇÃO DOS OUTPUTS CONSIDERADOS NA ANÁLISE PARA O ALIMENTO COMPOSTO	42
TABELA 15 - IDENTIFICAÇÃO DOS INPUTS CONSIDERADOS NA ANÁLISE PARA O ALIMENTO COMPOSTO	42
TABELA 16 – DESCRIÇÃO DOS INPUTS PARA OS PROCESSOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DE ALIMENTO COMPOSTO, DE ACORDO COM O ECOINVENT	43
TABELA 17 – CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ÁGUA INGERIDA POR LITROS/FASE [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	46
TABELA 18 – CÁLCULO DA QUANTIDADE DE VACINAS INJETADAS POR FASE [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	46

TABELA 19 – EFEITO DO TIPO DE SUBSTRATO NA CAMA DOS ANIMAIS, EM EMISSÕES (PORCO ⁻¹ FASE ⁻¹) DE CH ₄ E N ₂ O [FONTE: DADOS RECOLHIDOS NA EXPLORAÇÃO PELA ALUNA]	47
TABELA 20 - DADOS DETALHADOS- EMISSÕES DE CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , TOTAL DE CO ₂ EQ E POR UNIDADE (PORCO)	49
TABELA 21 – RESULTADOS TOTAIS DO SISTEMA EXTENSIVOBIO E INTENSIVO	51
TABELA 22 – COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO: EXTENSIVOBIO E INTENSIVO	53
TABELA 23 – RESULTADOS FINAIS DO PROCESSO “FATTENING PIG-PE”: EMISSÕES TOTAIS EM KGCO ₂ EQ/KG PARA CADA PROCESSO, NO OPENLCA	55

Índice de Fotografias

FOTOGRAFIA 1 - PARQUE COM PORCAS GESTANTES _____	17
FOTOGRAFIA 2 - ZONA DAS MATERNIDADES _____	18
FOTOGRAFIA 3 - DISPOSIÇÃO DAS MATERNIDADES _____	18
FOTOGRAFIA 4 - IGLÔ INDIVIDUAL PARA CADA PORCA NA MATERNIDADE COM COMEDOURO E BEBEDOURO RESTRITO AOS LEITÕES _____	19
FOTOGRAFIA 5 – REPRODUTORA COM LEITÕES NO INTERIOR DO IGLÔ _____	20
FOTOGRAFIA 6– ANIMAIS JUNTO AO TAPETE DE BORRACHA ONDE LHES É DEPOSITADA O ALIMENTO COMPOSTO, BATATAS E CENOURAS COZIDAS _____	20
FOTOGRAFIA 7 – CONVIVÊNCIA ENTRE PORCAS E LEITÕES A CAMPO _____	21
FOTOGRAFIA 8 – ANIMAIS NO PARQUE DURANTE A FASE DE CRESCIMENTO (30-80 KG DE PESO VIVO) _____	22
FOTOGRAFIA 9 – ANIMAIS NOS PARQUES DURANTE A FASE DE ENGORDA (80-140 KG DE PESO VIVO) _____	23

Lista de Abreviaturas e Siglas

- AICV | Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida**
- CF | Carbon Footprint**
- CFT | Cool Farm Tool**
- CH4 | Metano**
- CO2 | Dióxido de Carbono**
- DGADR | Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural**
- FAO | Food and Agriculture Organization**
- GEE | Gases de Efeito de Estufa**
- GHG | Greenhouse Gases**
- GLEAM | Global Livestock Environmental Assessment Model**
- GWP | Global Warming Potential**
- IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change**
- LCA | Life Cycle Assessment**
- N2O | Óxido Nitroso**
- OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico**
- OGM | Organismos Geneticamente Modificados**
- ONU | Organização das Nações Unidas**
- PBEPP | Produção Biológica Extensiva com Pastagem Permanente**
- PSA | Peste Suína Africana**
- SIG | Sistema de Informação Geográfica**
- UE | União Europeia**
- UF | Unidade Funcional**

1. Introdução

As alterações climáticas provocadas pela emissão dos GEE colocam-se como um dos principais problemas a ser enfrentado no século XXI. Em particular, as Nações Unidas selecionaram no Objetivo 13 dos *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Lee et al., 2016), as alterações climáticas como uma prioridade para o desenvolvimento na presente década. Dentro desta agenda, outros objetivos estão também relacionados com a sustentabilidade como o Objetivo 6 sobre água potável, o Objetivo 11 sobre as cidades e comunidades sustentáveis, o Objetivo 12 relacionado com a produção e consumo responsáveis, e o Objetivo 15 ligado à manutenção das florestas e a biodiversidade. Portanto, torna-se premente que sejam efetuados estudos sobre alternativas que permitam atingir estes objetivos.

No conjunto das emissões de GEE, a agricultura é geralmente tida como o quinto setor com maior contribuição. Por exemplo, nos Estados Unidos da América (EUA) em 2020, a agricultura representou 11,2% do total de emissões convertidas em dióxido de carbono equivalente (Sands, 2022). O relatório de Sands (2022) aponta para o CH₄ da fermentação entérica de ruminantes, o N₂O (50,5 %) e o CH₄ (37,5 %) da gestão de chorumes de todos os animais de produção como duas parcelas importantes. No entanto, existe uma grande diferença nas emissões dependendo do sistema de produção, nomeadamente da distribuição do tempo dos animais entre o confinamento e pastoreio. Por exemplo, em Portugal, em estudos recentes sobre o tema “Promoting Innovative Solutions for Soil Carbon Sequestration: The Case of Sown Biodiverse Pastures in Portugal” (Teixeira et al., 2010) “Sustainable Land Uses and Carbon Sequestration: The Case of Sown Biodiverse Permanent Pastures Rich in Legumes” (Teixeira, 2010) e “Carbon sequestration in biodiverse sown grasslands” (Teixeira et al., 2008) foi demonstrado que tanto o sequestro de carbono em sistemas com pastoreio como as diversas tipologias de sistemas de produção podem ter impactos significativos e justificar grandes diferenças de emissões entre explorações agropecuárias (Morais et al., 2018). Para outras produções animais é expectável que também existam diferenças ambientais significativas entre sistemas.

A produção de carne suína é a maior dentro das categorias da pecuária com 148 milhões de cabeças de gado em 2018 na União Europeia (UE) seguindo-se o setor bovino com 87 milhões de cabeças. A produção em 2018 de carne suína cifrou-se nas 23,8 milhões de toneladas, na Europa (Augere-granier, 2020). Desta forma, soluções de redução do impacto das emissões nos sistemas de produção de suíno teriam um grande impacto no total de emissões do setor da pecuária. Torna-se, portanto, necessário a

condução de estudos sobre sistemas eficientes do ponto de vista de emissões e sustentabilidade para a produção de porcos.

Os sistemas atuais de produção de animais para consumo humano podem ser tipificados de forma simplificada como intensivos ou extensivos. Apesar de haver alguma ambiguidade na forma como estes termos são definidos em múltiplas fontes, para os efeitos da presente tese utilizar-se-ão as definições seguintes. Em regimes intensivos, os animais são mantidos em confinamento e geram uma elevada quantidade de chorumes líquidos e sólidos sem que o solo disponível tenha capacidade de absorção. De acordo com o “*Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management 2006 IPCC – Tabela 10.21*” de (Hatfield et al., 2006) a gestão de resíduos em lagoas a céu aberto é responsável por uma elevada emissão de metano – CH₄ e óxido nitroso – N₂O. Naturalmente, um sistema intensivo tem a capacidade de gerar ganhos de produtividade que também têm de ser levados em consideração. Os regimes extensivos normalmente permitem uma melhor gestão de resíduos, mas a área da exploração pode conduzir a desperdícios em termos de energia e transporte. Um exemplo de práticas mais sustentáveis em regimes extensivos é a produção biológica extensiva com pastagem permanente que se insere dentro da certificação biológica da UE (Cardenas, 2021). Para ser definida uma estratégia coerente de mitigação das emissões para a agropecuária, em particular para a produção de carne suína, é fundamental a existência de um estudo comparativo entre os dois regimes, com foco no exemplo de produção biológica para extensivo. Se para intensivo existem múltiplos estudos caracterizando o desempenho ambiental dos sistemas, para extensivo existe um vazio na literatura científica, o que motivou a elaboração desta dissertação.

A presente dissertação visa explorar a tese de que os sistemas de produção biológica em extensivo com pastagem permanente se apresentam como alternativas de menores emissões de GEE. Para avaliar esta tese, a dissertação começa por fazer uma análise com base em dois softwares simplificados e usados frequentemente que estão disponíveis online que utilizam vários parâmetros genéricos para as diferentes parcelas correspondentes às emissões. Estes valores surgem de estudos prévios disponíveis na literatura, mas que não existem para o sistema de produção biológica extensiva com pastagem permanente - PBEPP. Assim, numa segunda fase da análise, a maior contribuição desta dissertação será a apresentação de um estudo detalhado dos impactos do ciclo de vida (Life Cycle Assessment – LCA) de carne suína para o sistema de produção biológica extensiva.

Esta análise LCA recorreu ao software de OpenLCA v1.11.0 e à base de dados ecoinvent 3.8. O estudo não levou em conta o impacto do sequestro de carbono no solo.

2. Estado da arte

Nesta secção, é apresentada uma perspetiva científica sobre como as emissões e as alterações que elas provocam se influenciam mutuamente e também uma visão sintetizada dos estudos semelhantes.

2.1. Complexidade da problemática das alterações climáticas

Os rápidos crescimentos demográficos aliados ao aumento dos rendimentos per capita conduziram a mudanças nos hábitos alimentares com uma maior procura de proteínas de origem animal em todo o mundo, em especial na Europa, com a carne suína sendo a mais procurada (Ndue and Pál, 2022). A oferta de alimentos é responsável por 19% a 29% das emissões globais de GEE, sendo a grande maioria proveniente do sector agrícola. O setor pecuário contribui com 15% das emissões antropogénicas globais, em que os suínos representam 9% de todas as emissões relacionadas com o gado (Hörtenhuber et al., 2020) tendo as emissões duplicado na última década (Ndue and Pál, 2022).

No entanto, a relação entre os sistemas agrícolas e pecuários com as alterações climáticas não é simplesmente de causa-efeito. A agricultura é um dos setores mais vulneráveis pela sua sensibilidade aos parâmetros climáticos (Malhi et al., 2021). Com alterações ao nível da temperatura e da abundância de chuva, o rendimento das colheitas é alterado. Tipicamente, o aumento da temperatura traduz-se numa redução do rendimento, enquanto o aumento de precipitação pode anular parcialmente o efeito da temperatura (Malhi et al., 2021).

Numa dimensão semelhante, o setor agropecuário liberta quantidades significativas de GEE para a atmosfera, que conduz ao aumento das temperaturas e mudanças nos regimes de precipitação em termos de volume. Estas alterações, por sua vez, afetam o ambiente natural em que a agricultura é praticada (Agovino et al., 2019) tendo impacto na disponibilidade de cereais, ingrediente maioritário na produção de rações para os animais.

O aumento da concentração de CO_2 causada pelas emissões pode afetar as atividades microbianas no solo que, com a redução da água disponível no solo, podem cancelar parte dos efeitos de redução de emissões analisados na literatura. Por exemplo, (Malhi et al., 2021) indicam que uma concentração de CO_2 atmosférico na ordem das 463-780 ppm pode estimular a emissão de óxido nitroso e metano dos solos de terras firmes e pântanos, respetivamente. Estas emissões podem anular 16,6% dos efeitos positivos de sequestro de carbono no solo (Groenigen et al., 2011). Segundo

Frank Mitloehner (2019), o sequestro de carbono é o processo de capturar e armazenar o dióxido de carbono aquando da emissão ou diretamente da atmosfera. Este processo faz com que o carbono estabilize na forma sólida ou dissolvida nalgum meio alternativo, evitando o seu efeito de estufa na atmosfera.

A interação dos vários setores com as alterações climáticas e o efeito de retroação destas nos ecossistemas, qualidade de vida das populações e sistemas produtivos (APA, 2021) reforça a ideia de uma estratégia concertada a nível global com ações adequadas a nível local.

2.2. Impacto das alterações climáticas na agricultura

A relação entre a agricultura e agropecuária com o clima é muitas vezes simplificada olhando simplesmente para as emissões pelas quais estes setores são responsáveis. A contribuição do setor agrícola através do metano e óxido nitroso tem previsão para aumentar até 2055 se as preferências alimentares se mantiverem constantes (Malhi et al., 2021). Também é considerado na literatura que as emissões podem ser mitigadas através da evolução tecnológica ou da redução do consumo de carne. O setor pecuário, de acordo com o IPCC - "*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventorie*" (Hatfield et al., 2006) gera 8 a 10,8% das emissões e que pode chegar a 18% se for analisado todo o ciclo de vida dos produtos. Uma melhor gestão na produção agrícola e o uso de fertilizantes nitrogenados pode reduzir as emissões em 38% (Malhi et al., 2021). Este nível de impacto das atividades agropecuárias com particular foco na diminuição ao alcance de boas práticas, são duas das principais motivações para o estudo apresentado nesta dissertação.

Um efeito especialmente pernicioso das alterações climáticas são os efeitos que têm nos sistemas de produção. Em (Malhi et al., 2021) é apontado que o aumento da temperatura pode reduzir o rendimento de muitas culturas, reduzindo a sua duração. Na pecuária, as alterações do clima também afetam as taxas de crescimento do gado, produção de leite e ovos, o desempenho reprodutivo, a mortalidade e o aumento da necessidade de fornecimento de ração (Cheng et al., 2022). É também apontado em Cheng et al. (2022) que o aumento da temperatura e variação da precipitação tem outros efeitos diretos na termorregulação do gado, no seu metabolismo com aumento dos ritmos de respiração e cardíaco, bem como noutras funções do sistema imunológico. Com temperaturas acima do conforto térmico dos animais, estes sistemas biológicos deixam de estar no seu desempenho ótimo e requerem mais energia, tornando-os menos eficientes (Cheng et al., 2022). A temperatura global já aumentou em 0,61 °C (com intervalo de confiança de 95% de 0,55 a 0,67 °C) em relação ao período pré-

industrial. Até 2100, espera-se que as temperaturas globais aumentem em cerca de 1,5 °C (0,75–2,2 °C) para um cenário (mitigação de emissões) e até acima de 4,5 °C (3,4–5,8 °C) para um cenário de alta emissão. Isso resultará em situações de *stress térmico*, especialmente durante os meses de verão (Hörtenhuber et al., 2020)

Os efeitos negativos das alterações climáticas na agricultura resultam em práticas modernas assentes na necessidade de vários inputs externos para manter a produção e os respetivos lucros. Em particular, o uso de fertilizantes químicos e pesticidas acarretam uma série de problemas ambientais como maiores emissões de GEE, eutrofização da água, acidificação do solo, redução da biodiversidade, toxicidade em toda a cadeia alimentar e contaminação de lençóis freáticos (Lyu et al., 2021).

O modo de produção biológica, segundo a Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) é um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que pretende englobar as melhores práticas ambientais, tendo por objetivo atingir um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, através da aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção em sintonia com a preferência de certos consumidores por produtos obtidos utilizando substâncias e processos naturais.

Existem outros tipos de sistemas de produção que também podem ser sustentáveis, tais como a agricultura biodinâmica, a agricultura natural e a permacultura. Na agricultura biodinâmica as explorações agrícolas são encaradas como organismos, em que uma parte depende da outra, sendo necessário aplicar uma gestão holística que visa alcançar a integridade da exploração, onde geralmente a produção vegetal e animal estão associadas. Por outro lado, a agricultura natural consiste em reduzir o controlo e a manipulação do sistema agrícola para um mínimo necessário a ter colheitas, em vez de controlar e manipular todo o sistema. Já a permacultura, também denominada por agricultura permanente, tem como objetivo criar sistemas agrícolas ecologicamente estáveis com reduzida intervenção humana, aproveitando as condições e os recursos naturais locais da melhor forma possível (Quercus, 2021).

Os principais princípios do modo produção biológico são (Gabriel, 2022):

- densidade animal reduzida e compatível com uma gestão sustentável do solo (por exemplo, o número máximo de encabeçamento total não pode gerar um nível de azoto superior a 170 kg por ano e por hectare de superfície agrícola). No caso dos leitões, o número máximo é de 74, para porcas reprodutoras é 6,5 e para suínos de engorda é 14);
- acesso permanente ao ar livre e pastagens;

- proibida a produção animal sem terra; proibido administração de hormonas;
- proibida utilização de organismos geneticamente modificados (OGM);
- proibida a utilização de antibióticos exceto se a saúde e bem estra animal estiverem em causa;
- o sistema produtivo deverá ser baseado no uso de recursos naturais da exploração.

O conceito de produção biológica está muitas vezes relacionado com a ideia de economia circular na perspetiva de que o método de produção deverá conduzir ao retorno dos nutrientes necessário às pastagens e áreas dedicadas aos animais e agricultura. Em Morais et al. (2021) os autores promovem a validação de que estratégias serão sustentáveis tendo por base que a metodologia biológica é pobre no retorno de nitrogénio ao sistema. Uma estratégia discutida é a inclusão de leguminosas fixantes de nitrogénio e também da utilização de pastoreio como forma de mover nitrogénio das pastagens naturais para as áreas de cultivo. Este estudo indica que uma produção biológica otimizada pode reduzir o impacto do sistema alimentar de forma semelhante à adoção à escala planetária de uma dieta puramente vegetariana no meio de produção convencional.

O impacto ambiental da deflorestação como forma de expandir as zonas afetas à agricultura e pastoreio são um problema numa estratégia de sustentabilidade. No trabalho de Theurl et al. (2020), são avaliados 520 cenários para aferir a exequibilidade destas num contexto de proteger as zonas florestais como medida de sustentabilidade. A principal conclusão é que as dietas com maior proporção de carne, leite e seus derivados (principalmente de ruminantes) são um fator determinante para uma maior quantidade de emissões de GEE por oposição a dietas vegetarianas. Os resultados apresentam que a dieta das populações e a quantidade e composição das rações para os animais são o maior determinante para as emissões e não a produtividade das culturas num contexto de sustentabilidade sem permissão para deflorestação.

Toda a literatura mencionada aponta para a necessidade de realizar estudos dos impactos ambientais e das emissões de GEE em outros sistemas produtivos mais inovadores que possam reduzir o impacto da agricultura e agropecuário no clima e evitar as consequências de baixa produtividade. Sistemas capazes de evitar o uso intensivo de fertilizantes químicos e pesticidas e produções em regime biológico precisam de ser diretamente comparados com os seus equivalentes intensivos, o que acrescenta motivação, importância e atualidade à presente dissertação.

2.3. Caracterização do mercado do setor suíno

Dada a presente dissertação versar sobre o impacto ambiental da produção de carne de suíno em exploração extensiva usando dados de Portugal, é necessário caracterizar este mercado do ponto de vista económico e de procura, começando por uma visão a nível global e evoluindo depois para o mercado europeu e as particularidades ao nível nacional.

A organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) reporta no *Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets* que a produção global de carne deve atingir os 360,5 milhões toneladas (equivalente peso carcaça) em 2022 com um ritmo de crescimento de 1,4%. A expansão é motivada pela crescente procura por parte da China, Brasil, Austrália e Vietname que compensam os decréscimos no mercado europeu, Estados Unidos, Canadá, Irão e Argentina. Dentro do mercado global de carne, o mercado suíno deve representar 125,6 milhões de toneladas (equivalente peso carcaça). Como resultado, as perspetivas da FAO 2020-2030 destacam a carne suína como a segunda carne mais procurada (34% do total) depois da de aves (41% do total) (Ndue and Pál, 2022).

No mercado europeu, o setor suinícola é um dos mais significativos dentro do setor primário com a carne de porco a ser a mais consumida (cerca de 34 kg per capita por ano). Adicionalmente, a UE é o segundo maior produtor mundial de carne de porco atrás apenas da China, ocupando a primeira posição como exportador de carne de porco e seus derivados. Dentro do conglomerado, países como a Alemanha, Espanha e França destacam-se com cerca de metade da produção total (Bellini, 2021). Em particular, zonas entre a Alemanha e Bélgica representam 30% das reprodutoras acompanhando outras zonas como a Catalunha, Múrcia, Lombardia, Bretanha, Polónia Central e norte da Croácia. Os pequenos produtores encontram-se maioritariamente na Europa Oriental onde unidades totalizando 3,8% da produção representam 73.3% das explorações. A epidemia de peste suína africana (PSA) em 2014 reduziu ainda mais o número de explorações de tamanho médio nesta região europeia (Bellini, 2021).

No contexto português, a agricultura representou em 2021 uma ocupação para 12% da população (Viana et al., 2021). No mercado nacional, em 2019, 300 suiniculturas industriais produziam 88% do efetivo e estavam maioritariamente concentradas no centro do país na zona do Ribatejo e Oeste (INE, 2020). De acordo com o mesmo relatório, existem 85% das explorações registadas com menos de 5 cabeças e representando 2% do efetivo. Portugal insere-se como o 11º exportador de carne de porco na UE (FPAS, 2020) com 47 mil toneladas de carne de porco maioritariamente com destino para a China (58%) e Angola (27%) em 2020.

2.4. Ferramentas de avaliação do impacto ambiental

Um estudo de impacto ambiental, como o proposto nesta dissertação, tem de ter por base pressupostos de engenharia e recorrer a ferramentas que permitam a quantificação dos impactos ambientais. De seguida, apresenta-se uma visão global sobre o tipo de ferramentas disponíveis na literatura para quantificar as emissões de GEE.

Uma das principais abordagens metodológicas para a análise dos impactos ao longo do ciclo de vida de produtos como a unidade funcional de produção de carne tem sido o LCA. É reportado em Ndue and Pál (2022) que o LCA tem sido importante para auxiliar os decisores políticos e no desenvolvimento de calculadoras para estimar os custos ambientais da produção de carne.

A análise de impactos ambientais não se pode cingir à quantificação de emissões de fluxos de substâncias, visto que estes incluem emissões para o meio ambiente e o consumo de recursos, intervenções (por exemplo, uso da terra) associadas ao fornecimento de produtos que ocorrem ao extrair recursos, produzir materiais, fabricar produtos, durante o consumo / uso, e no final da vida útil dos produtos (colheita / triagem, reaproveitamento, reciclagem, destino dos resíduos) (Rebitzer et al., 2004). Todos estes passos têm efeitos como a destruição do ozono estratosférico, criação de ozono troposférico, eutrofização, acidificação, stress toxicológico na saúde humana e ecossistemas, esgotamento de recursos, uso da água, uso da terra e ruído, entre outros. Numa LCA são quantificados os das emissões geradas pela produção e dos recursos consumidos em cada um destes temas ambientais. É possível definir todos os parâmetros mencionados e desenhar uma análise que responda às questões particulares de cada estudo. A utilização de uma metodologia de LCA é fundamental dado ter-se tornado na ferramenta padrão para investigar o desempenho ambiental de uma ampla gama de processos humanos (Reganold and Wachter, 2016).

O LCA compreende todas as fases necessárias para produzir e usar um produto, desde a desenvolvimento inicial ao tratamento de resíduos (o ciclo de vida total). Ao implementar diferentes estratégias nas fases de um produto, a conceção do processo de produção pode ser otimizada (ISO 14044, 2006). Assim, ao usar LCA no setor agropecuário, não nos cingimos aos efeitos estritamente ocorridos nas explorações pecuárias, mas sim aos impactos gerados ao longo da cadeia de produção.

Como tal, os principais pontos fortes do LCA residem na sua capacidade de fornecer uma avaliação holística dos processos de produção e de identificar medidas que apenas deslocam os problemas ambientais de uma fase do ciclo de vida para outra. No entanto, o LCA também apresenta desafios significativos, principalmente quando

aplicado à agricultura: a nível de recolha de dados requer a simplificação da complexidade das cadeias de abastecimento alimentar. Por outro lado, uma segunda dificuldade reside no fato de que a variação em métodos e suposições - como a escolha do limite do sistema, unidades e técnicas de afetação – podem afetar os resultados (Ferrão, 2012)

O LCA foi originalmente aplicado para analisar processos industriais, mas progressivamente foi adaptado para avaliar os impactos ambientais da agricultura. O LCA envolve a análise sistemática de sistemas de produção, considerando todas as entradas e saídas para um produto específico dentro de um limite de sistema definido. A fronteira do sistema em grande parte depende do objetivo do estudo. A unidade de referência que denota a saída útil do sistema de produção é conhecida como unidade funcional e possui uma quantidade definida, como um kg de peso de carcaça. A aplicação do LCA aos sistemas agrícolas pode ser dificultada pela natureza múltipla da produção (por exemplo, suínos produzem carne, estrume e alguns subprodutos do abate). Para sistemas multifuncionais, com mais que um produto, o impacto ambiental total da produção precisa ser dividido entre as várias saídas usando expansão ou afetação do sistema.

A complexidade da realização de LCA para produtos agroalimentares, exigentes devido à necessidade de recolha de dados em explorações agrícolas e aspetos metodológicos indicados anteriormente, levou ao desenvolvimento de várias ferramentas de avaliação, algumas das quais utilizadas nesta tese. Apresentam-se seguidamente as três ferramentas usadas.

2.5. Cool Farm Tool (CFT)

A ferramenta Cool Farm Tool (CFT v1.5.1) (Cool Farm Alliance, 2022) criada pela Cool Farm Alliance visa auxiliar os agricultores e investigadores a quantificar a emissão de GEE e o sequestro de carbono no solo. Embora a ferramenta esteja alinhada com vários standards, aplica simplificações a alguns dos standards definidos para LCA, pelo que as conclusões a retirar da análise devem ter em conta esta situação. A principal vantagem da utilização do CFT é a simplificação do processo de introdução de dados e a utilização mais direta por parte de não especialistas em LCA.

A simplicidade do CFT permitiu numa primeira fase avaliar se a tese defendida nesta dissertação poderia ser suportada por evidência, ao extrair uma comparação direta entre o sistema de produção intensivo e o extensivo quando aplicado a suínos partindo de vários pressupostos.

2.6. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM)

Como referido anteriormente, a simplicidade de utilização do CFT significa também que torna complicado adicionar características muito específicas dos sistemas de produção para obter comparações mais fidedignas. Nesse sentido, a ferramenta Global Livestock Environmental Assessment Model - Interactive (GLEAM-i) (FAO, 2022), mantida pela Food and Agriculture Organization (FAO) das Nações Unidas (ONU), visa manter a simplicidade de utilização ao apenas requisitar dados específicos dos sistemas de produção e estando suportada por software de LCA que segue os standards definidos.

Embora o GLEAM esteja especificamente desenhado para a avaliação de emissões de gases na pecuária, o tema abordado nesta tese necessita de alterações aos pressupostos, o que só é possível com uma ferramenta mais generalista. Por exemplo, a alteração da fonte de energia para fotovoltaica ou as especificações dos meios de transporte, bem como as emissões dos animais e excrementos, só pode ser realizada com uma ferramenta mais versátil.

2.7. OpenLCA

As ferramentas CFT e GLEAM, ambas fornecem uma primeira abordagem à quantificação de emissões, mas sofrem da limitação de não permitirem customizar todas as características dos processos intensivo e extensivo com pastagem permanente. Não permitem, por exemplo, a escolha de fatores de emissão indicativos da proveniência ou modo de produção dos alimentos animais. Não existe também qualquer especificidade do modo de produção biológico. O *software* OpenLCA (Greendelta, 2022) é uma ferramenta generalista para realização de LCA para qualquer produto. A abordagem do OpenLCA é permitir uma descrição funcional do processo utilizando fluxos (entradas e saídas) e processos. Através de uma interface é possível acrescentar todas as características específicas ao caso em análise.

2.8. Estudos LCA sobre produção de suínos

No domínio da produção de suínos, existem vários trabalhos para conduzir análises de LCA sobre explorações destinadas tanto à engorda de animais como explorações completas desde a cobertura até ao produto finalizado. No trabalho de Ruckli et al. (2021) são analisadas 63 explorações de várias tipologias (apenas reprodução, reprodução e engorda, apenas engorda) em 7 países europeus: Áustria, Finlândia, Alemanha, Itália, Holanda, Reino Unido e Polónia. A principal conclusão deste estudo é

que existe muita variabilidade associada ao tipo de prática e menor por tipologia de exploração. No entanto, todas as análises são conduzidas para o regime intensivo.

Numa direção semelhante, muitos outros autores realizaram estudos para sistemas de produção intensiva em vários países com características particulares que diferenciam os impactos ambientais. Reckmann et al. (2013) analisa o caso de uma exploração na Alemanha de cariz intensivo com um cálculo bastante otimista da pegada carbónica de 3,2 kg CO_2eq/kg de carcaça limpa que é maioritariamente justificada pela inclusão positiva no LCA dos chorumes de porco como substitutos de fertilizantes químicos que em larga escala fazem offset das emissões da exploração. Dado que existem outras fontes de fertilizante como de origem bovina ou equídea, a escolha de um tipo de fertilizante químico para a inclusão na análise afasta os valores da pegada de outros estudos.

Na realidade do México, a análise de LCA foi também realizada por Villavicencio-Gutiérrez et al. (2022). Os autores concluem que a principal causa de emissões é a alimentação dos suínos neste regime intensivo. O estudo aponta para que as rações adquiridas localmente tenham reduções de 5 e 9 vezes dependendo do país alternativo de onde se importam os componentes da ração. Em Espanha, na região da Galiza, Noya et al. (2017) realizaram a análise de LCA para a produção de suínos na fase de engorda obtendo valores na ordem dos 3,4 kg CO_2eq/kg de peso vivo. A principal conclusão é que a elaboração de rações com cereais de zonas próximas pode ter um grande impacto na redução das emissões.

Tendo em conta que a produção de rações é responsável por grande parte dos impactos ambientais, Eriksson et al. (2005) investigaram através de análise LCA para vários cenários com rações diferentes as potenciais vantagens em termos de emissões. Foram considerados 3 cenários de rações baseadas em i) soja importada, ii) colza e ervilhas produzidas localmente, iii) ervilhas locais e colza complementadas por aminoácidos sintéticos, numa exploração intensiva de engorda na Suécia. Concluiu-se que o cenário mais favorável é o iii) dada a menor quantidade de proteína bruta e a exclusão da soja. A proteína bruta aliada aos aminoácidos sintéticos reduz a concentração de nitrato nas fezes e o correspondente impacto ambiental das emissões de óxido nitroso.

O segundo termo referido na literatura como sendo responsável pelos impactos ambientais é a gestão de chorumes. Hollas et al. (2021), concluíram para uma exploração intensiva com separação de líquido e sólido que o armazenamento não deve ser superior a 5 dias antes do processamento dos chorumes. Comprometer este prazo reduz a qualidade da separação, aumentando em 51% o volume da lama e a boa gestão

tem o potencial para aumentar a produção de biogás com ganhos potenciais de 4,5 kWh por m³ de dejetos.

A LCA tem maioritariamente sido aplicada a explorações intensivas. Podemos encontrar artigos de revisão de literatura em que a LCA foi aplicada a suínos, como por exemplo em McLeod. (2011) e McAuliffe et al. (2016). McAuliffe et al. (2016) também apontam que substituir a proteína bruta por aminoácidos sintéticos tem uma contribuição positiva na redução dos impactos ambientais. Embora a maioria dos estudos seja no regime intensivo, existem alguns exemplos de LCA para explorações biológicas em extensivo como o caso de Zira et al. (2021) e Lamnatou et al. (2022). Zira et al. (2021), fizeram uma comparação entre o regime extensivo biológico e intensivo para toda a cadeia de produto na Suécia. A exploração em formato biológico atinge melhores indicadores de sustentabilidade em 11 dos 20 indicadores quando a unidade funcional é kg de carne de porco e em 18 dos 20 indicadores quando a unidade passa a ser a área da exploração. O estudo de Lamnatou et al. (2022) é o mais próximo em relação à presente dissertação na medida em que estuda a produção em extensivo de porco ibérico em Espanha para a produção de presuntos e outros produtos curados. A alimentação dos animais assume o maior peso nas emissões com 3,51 – 4,9 kg CO₂eq/kg de carne e uma taxa de emissão para todo o processo de 4,37 – 6,19 kg CO₂eq/kg de carne, dependendo do horizonte temporal da análise que afeta a decomposição de algumas substâncias.

2.9. Resumo do estado arte

Nesta seção, fizemos uma revisão bibliográfica sobre a problemática das alterações climáticas e a agricultura/pecuária como uma das atividades que tem um contributo significativo. O fato dos sistemas produtivos estarem diretamente dependentes do clima aumenta a complexidade do problema, o que é apontado em diversos estudos na bibliografia. Nesse sentido, a presente dissertação assume uma maior importância na medida em que um melhor entendimento sobre os sistemas de exploração extensivos poderá ser uma mais-valia na futura política agrícola.

O processo de medição das emissões e impactos ambientais tem de ser rigoroso de forma a obterem-se comparações justas. A principal lacuna da literatura está na falta de estudos relativos a sistemas de produção extensivos e sua comparação com valores calculados para os sistemas intensivos, para os quais existem vários estudos internacionais, mas pouca evidência para Portugal. Nessa medida, a presente dissertação assume uma maior importância e motivação de oferecer uma comparação direta de explorações intensivas (a partir da literatura) com um exemplo possível de

exploração extensiva biológica com pastagem permanente diretamente executada num *software* de LCA.

3. Objetivos

O presente estudo visa sistematizar as características específicas da produção de suínos biológicos em regime extensivo e contribuir para o alargamento do estado da arte no que respeita a caracterizações das emissões, numa perspetiva de ciclo de vida, dos vários tipos de sistemas disponíveis, contribuindo para uma melhor conhecimento que permita aos decisores políticos e agentes sociais e empresariais desenhar estratégias de mitigação e orientar as suas escolhas no sentido de amenizar os efeitos das alterações climáticas.

De forma a tornar a análise o mais realista possível, foi utilizado um estudo de caso em Portugal. Todos os dados utilizados dizem respeito ao ano de 2021 numa exploração denominada de Herdade da Barrosinha, situada em Alcácer do Sal. Nesta propriedade, todo o sistema produtivo de carne suína assenta exclusivamente no formato de extensivo biológico.

Numa primeira fase, o estudo visa perceber o desempenho ambiental, essencialmente quanto à quantidade equivalente de dióxido de carbono, de forma a calcular a CF (do inglês "*Carbon Footprint*" – Pegada de Carbono) da produção de carne suína biológica e extensiva. Numa segunda fase, a análise permite entender as principais causas e eventuais formas de mitigar a CF. Em suma, podemos identificar os objetivos desta dissertação como:

- (a) Calcular a CF utilizando o LCA deste sistema de produção de carne;
- (b) Testar, para o cálculo da CF, várias ferramentas de avaliação baseadas nos princípios do LCA, desde as mais simples até à realização de uma análise LCA completa;
- (c) Determinar quais as principais fontes para as emissões a mitigar no futuro de forma a tornar a produção extensiva mais sustentável; e,
- (d) Determinar quais as principais vantagens e desvantagens da produção biológica extensiva em relação à produção convencional ou biológica intensiva, dados os estudos disponíveis na literatura.

O uso de ferramentas simplificadas foi devido ao facto destas serem desenhadas para ser utilizadas por agricultores ou outros profissionais da área sem experiência em LCA. Estas ferramentas usam os mesmos princípios da LCA, mas retiram alguma profundidade potencial à análise e potencial de customização em virtude da sua

simplicidade. Impõe-se portanto analisar se o uso destas ferramentas, para o caso desta exploração, produz resultados muito desfasados de uma LCA completa.

4. Descrição do estudo de caso

O sistema produtivo analisado nesta tese acarreta potencialmente vantagens quanto à gestão do uso do solo e à alimentação dos animais, mas carece de estudo do ponto de vista do desempenho ambiental. Deste modo, foram recolhidos dados quantitativos da produtividade pecuária e da composição da dieta dos animais. Todos os dados descritos nas secções seguintes foram recolhidos no contexto da execução da presente tese a partir de entrevistas e consulta documental na exploração analisada.

4.1. Fases da produção e alimentação

O total de processos ou atividades, envolvidos no sistema sob estudo, são exibidos na **Figura 1** que mostra o esquema simplificado dos processos que ocorrem na exploração Herdade da Barrosinha.

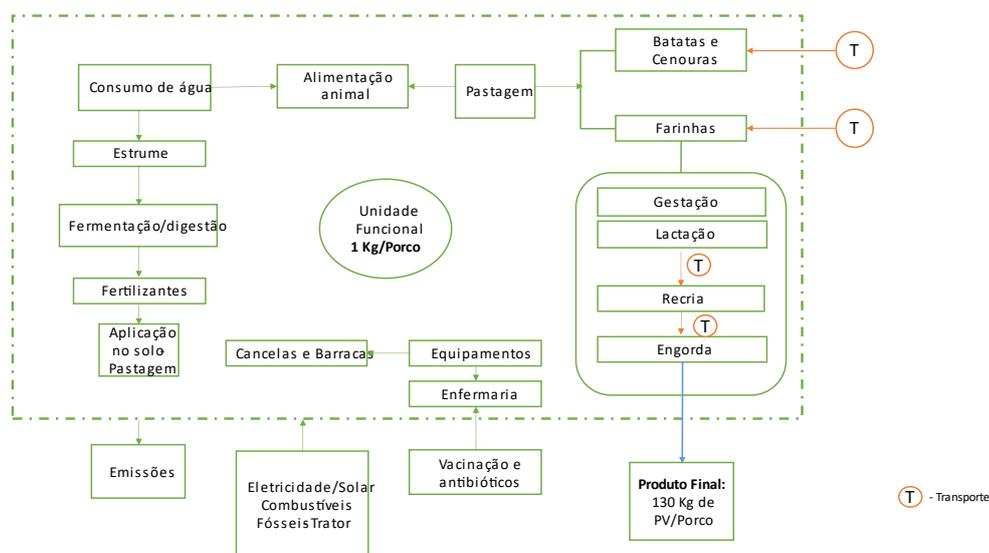


Figura 1 – Esquema inicial dos Processos da exploração Herdade da Barrosinha

Assim, todas as atividades relacionadas ao cultivo e produção de alimento composto, distribuição das reprodutoras, fase de gestação e lactação, criação de leitões até aos leitões desmamados e pós-desmame (recria), bem como porcos de engorda foram englobados neste estudo. Além disso, as emissões para o solo, ar e água derivadas de todo o sistema foram incluídas dentro dos limites do sistema.

O sistema de produção, quanto à suplementação alimentar dos animais neste estudo, foi dividido em dois subsistemas: produção de alimentos concentrados fora da exploração pecuária e suplementação de batata e cenouras. A suplementação de

batatas e cenouras é feita com produtos sem valor comercial, designados de “desperdício” que são comprados a empresas locais que fazem a sua distribuição. Esta suplementação é uma característica particular da herdade que tem como objetivo baixar a pegada carbónica. Embora esta suplementação seja muito característica da Herdade da Barrosinha, a sua inclusão na análise visa a compreensão o que práticas semelhantes podem influenciar a pegada carbónica neste tipo de exploração.

Existem cinco alimentos compostos produzidos fora da exploração: farinha de gestação, farinha de lactação, farinha de entrada – 1ª fase (dá-se aos leitões após 15 dias de vida), farinha de crescimento (leitões após desmame) e farinha de acabamento (porcos de engorda). A produção de concentrado engloba essencialmente cinco misturas de alimentos diferentes, com foco na fase fisiológica dos suínos.

Para os leitões em crescimento e porcos em acabamento, o grão de cevada é tido como um estimulador de crescimento. Devido ao alto teor em hidratos de carbono na cevada, os porcos em crescimento ganham peso. Também na lactação/aleitamento o grão de cevada é importante, pois melhora a digestão e o torna o leite da reprodutora mais gorduroso e nutritivo. Na **Tabela 1** é possível identificar para cada fase de criação dos suínos, os diferentes ingredientes orgânicos para cada alimento composto, apresentados em percentagem de uma amostra de 100 gramas.

As dietas ricas em proteína e lisina e pobres em gordura e fibras contribuem para um maior rendimento da carcaça (Henson et al., 2018). Na **Tabela 2** são apresentados os componentes analíticos em percentagem dos alimentos compostos, para cada fase de criação, considerados mais importantes na seleção das farinhas.

Tabela 1 - Matéria-Prima agrícola dos alimentos compostos biológicos das diferentes fases de criação dos animais (em percentagem %) [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Pré-Gestação	Gestação	Aleitamento	Entrada (1ª Fase)	Crescimento	Acabamento
Cevada	49,1	49,1	50	50	50	50
Soja 47	3,6	3,6	14,3	15,1	12,2	9,6
Ervilhas	12	12	10	10	12	12,5
Trigo	10	10	10	11,4	11,5	11,5
Aveia	17,5	17,5	7,5	10,5	10,9	13,1
Fosfato Bicálcico	1,3	1,3	1,5	1,1	1,1	1,049

	Pré-Gestação	Gestação	Aleitamento	Entrada (1ª Fase)	Crescimento	Acabamento
Carbonato de Cálcio	0,3	0,3	0,8	0,27	0,81	0,878
Óleo de Soja	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pellet Alfafa	5	5	0	0	0	0
Pão de semente de girassol	0	0	2,1	0	0	0
Sementes Girassol	0,46	0,46	2,6	0	0	0
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lisina	0	0	0	0,07	0,07	0,08
Corretor de Gordura	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Metionina	0	0	0	0,087	0	0
Total (%)	100	100	100	100	100	100

Tabela 2 – Componentes Analíticos (em %) a ter em conta nos alimentos compostos biológicos das diferentes fases de criação dos animais. [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Componentes Analíticos	Gestação	Aleitamento (Lactação)	Entrada (1ª Fase)	Crescimento	Acabamento
Proteína Bruta	12,90%	15,40%	16,00%	15,17%	14,30%
Lisina	0,60%	0,8	0,70%	0,82%	0,70%
Fibra Bruta	8,10%	2,20%	5,80%	5,91%	6,10%
Gordura Bruta	0,20%	6,00%	3,80%	2,50%	2,60%

O subsistema de produção de alimentos concentrados compreende todas as atividades realizadas durante o cultivo de culturas, outros ingredientes concentrados para rações, e o transporte de ingredientes sem valor comercial das terras de cultivo – batatas e cenouras que são cozidas em panelas na exploração. Assim, a produção e uso de *inputs* (agroquímicos e combustíveis) e as suas emissões derivadas, foram incluídos no subsistema. Também foram tidos em conta as emissões e recursos

associados à energia e uso e consumo de água para os processos relacionados à etapa final de produção.

Os animais alimentam-se de pastagem, de cenouras e batatas cozidas e do alimento composto. O alimento composto é rececionado e armazenado em quatro silos verticais que se encontram à entrada da exploração. Depois, através de equipamentos próprios da exploração, a farinha é removida desses silos e distribuída pelas tolvas (com capacidade para 4 toneladas de alimento composto)/comedouros presentes nos parques.

4.1.1. Fase de reprodução

Esta exploração em 2021 teve 200 porcas reprodutoras e 6 varrascos e um processo de reprodução que compreende todas as atividades necessárias para a geração de leitões com até 30-50 kg/peso vivo. Dentro da reprodução, podemos identificar algumas fases específicas do processo como a fase da pré-gestação que corresponde ao intervalo de tempo entre o desmame dos leitões e o início de um novo ciclo de reprodução. Esta fase é importante para a porca recuperar a sua condição corporal e poder estar recetiva à cobertura do varrasco. Este período dura aproximadamente vinte e um dias.

Após cobertura natural, e posteriormente confirmação da gravidez aos vinte e um dias de gestação, as porcas permanecem num parque (**Fotografia 1**) durante aproximadamente 116 dias. Os varrascos são retirados dos parques após um mês, e levados para outro grupo de reprodutoras.



Fotografia 1 - Parque com porcas gestantes

Quando as porcas estão perto da parição, ou seja, aproximadamente 5 dias antes da data prevista para o parto, são levadas para a zona de maternidades (**Fotografia 2**).



Fotografia 2 - Zona das maternidades

A zona das maternidades é composta por 34 parques individuais dispostos lateralmente e seguidos com um corredor por onde é feita a distribuição do alimento composto e o acompanhamento dos animais, conforme se mostra na **Fotografia 3**.



Fotografia 3 - Disposição das maternidades

Cada parque individualizado é constituído por um iglô individual delimitado por rede para que não haja a possibilidade de mistura de animais. Estes parques individuais também têm uma zona restrita aos leitões com um comedouro e bebedouro para que a partir do 15º dia (já com peso médio de 15 kg de peso vivo) possam complementar o leite materno com alimento composto (farinha de entrada – 1ª fase), como é possível observar na **Fotografia 4**.

As porcas permanecem neste sistema de parque individual fechado cerca de trinta dias com os leitões. Na **Fotografia 5**, observamos o interior do iglô com a reprodutora e os seus leitões.

A partir dos trinta dias dá-se a possibilidade das porcas e dos leitões irem para um parque aberto, onde podem explorar pasto, têm acesso a charcas/banheiras com água para se refrescarem, a abrigos coletivos e alimentação à base de alimento composto, batatas e cenouras cozidas em tapetes de borracha (**Fotografia 6**). Os leitões continuam com alimento composto até atingirem os 30 kg de peso vivo para depois serem desmamados.

As porcas e os leitões permanecem juntos durante um período de trinta e cinco dias em campo aberto (**Fotografia 7**).



Fotografia 4 - Iglô individual para cada porca na maternidade com comedouro e bebedouro restrito aos leitões



Fotografia 5 – Reprodutora com leitões no interior do iglô



Fotografia 6– Animais junto ao tapete de borracha onde lhes é depositada o alimento composto, batatas e cenouras cozidas



Fotografia 7 – Convivência entre porcas e leitões a campo

4.1.2. Fase de desmame e recria

Após os leitões completarem 65 dias com as porcas e terem aproximadamente 30 kg de peso vivo, são desmamados. No desmame é feita a vacinação às porcas e aos leitões e colocado um brinco na orelha esquerda, com a identificação da marca de exploração. Os porcos são levados para um parque novo, sem as reprodutoras onde irão fazer a fase de crescimento – recria (**Fotografia 8**).

Estes parques têm dois abrigos coletivos, guarnecidos com palha, e uma tolva que é cheia duas vezes por mês com 2 toneladas de alimento composto. Os porcos permanecem nestes parques noventa e cinco dias até atingirem 80 kg de peso vivo. Para além do alimento composto nas tolvas e o acesso à pastagem, é-lhes fornecido diariamente batatas e cenouras cozidas.



Fotografia 8 – Animais no parque durante a fase de crescimento (30-80 kg de peso vivo)

4.1.3. Fase de engorda

Após a fase de recria, os 50-60 animais são transportados através do reboque da pecuária para parques com abrigos guarnecidos com palha que distam não mais de 5-7 km de distância (a palha é adquirida a terceiros não sendo armazenada na exploração).

Os animais permanecem aproximadamente mais noventa e cinco dias a campo até ao abate. Estes animais são pesados semanalmente a partir dos 100 kg de peso vivo para saírem para abate com média de 130 kg. São alimentados com pastagem, alimento composto de acabamento/engorda, batatas e cenouras cozidas (**Fotografia 9**).

Os parques reservados para engorda estão individualmente delimitados por cercas de arame e estacas de madeira e contam com um bebedouro de 13 chupetas, uma tolva e 2-3 abrigos coletivos para os animais.



Fotografia 9 – Animais nos parques durante a fase de engorda (80-140 kg de peso vivo)

Cada parque de engorda, dispõe de uma charca e de um sistema de aspersores de forma a reduzir o stress aos animais causado pelas temperaturas altas nas épocas de calor. Na exploração há um gerador para garantir a funcionalidade da bomba de água, em caso de avaria do recurso principal (energia fotovoltaica).

A exploração possui bebedouros do tipo chupeta, painéis fotovoltaicos e baterias a lítio que armazenam energia, permitindo assim uma redução no consumo de água e de energia.

Semanalmente são realizados registos dos animais: condição corporal e sinais de doença, verificação de disponibilidade de água e alimento, número de mortes, de doentes e de animais que seguem para a enfermaria.

A exploração tem cinco enfermarias que consistem em parques de menor dimensão separados dos animais saudáveis. Aos animais transferidos para estas instalações é lhes colocado um brinco com o número de ordem de chegada à enfermaria, de forma a haver um registo individual dos tratamentos efetuados.

As entradas e saídas dos animais são registadas de forma a aferir a duração do vazio sanitário.

Não são administrados medicamentos veterinários através da água e do alimento composto. Sendo uma produção em modo biológico em que os animais têm um ciclo de vida produtivo inferior a um ano, cada animal só pode ser alvo de tratamento com antibiótico uma única vez.

A **Tabela 3** apresenta um quadro resumo da duração de todas as fases de criação, a quantidade de alimento composto ingerido por porco por dia e o peso dos animais em

cada fase e a **Tabela 4** mostra a quantidade ingerida por dia por porco por kg de cenouras e batatas nas fases de pré-gestação, gestação, recria e engorda.

Tabela 3 – Duração dos estágios por Fases (dias); Ingestão de alimento composto por porco por dia (kg) e o peso vivo por porco (kg) [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Duração da Fase (dias)	Ingestão/Porco/Dia (kg)	Peso à saída da Fase (kg)
Pré-Gestação	21	3	-
Gestação	116	3	-
Aleitamento	65	6	15
Entrada (1ª Fase Leitões)-durante o aleitamento	50	1,15	30
Crescimento/Recria	95	1,5	80
Acabamento/Engorda	95	2	130

Tabela 4 – Quantidade ingerida por porco por dia (em kg) na Pré-Gestação, Gestação, Recria e Engorda [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Quantidade ingerida/dia/porco (kg)	
	Cenouras	Batatas
Pré-Gestação e Gestação	2	2
Recria/Crescimento	2	2
Engorda/Acabamento	3	3

A **Tabela 5** expõe os dados recolhidos durante o ano 2021 na exploração da Herdade da Barrosinha, que servirão de fio condutor para o desenvolvimento da análise nas ferramentas propostas.

Tabela 5 – Dados dos animais [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Dados	Sistema ExtensivoBio
Número de animais (Machos Adultos reprodutores)	6
Número de animais (Fêmeas Adultas reprodutoras)	200
Peso ao desmame (kg)	30
Peso ao nascer (kg)	1
Ganho de peso diário de animais de engorda (kg/dia)	1
Peso vivo dos machos adultos (kg)	300
Peso vivo das fêmeas adultas (kg)	150
Peso vivo do animal ao abate (kg)	135
Taxa de substituição de machos adultos (%)	50
Duração do período de Gestação (dias)	116
Taxa de mortalidade de animais de engorda (%)	3
Taxa de mortalidade de leitões desmamados (%)	4

Dados	Sistema ExtensivoBio
Idade de desmame (dias)	65
Dias entre o parto e a próxima gravidez (dias)	85
Duração do período de Lactação (dias)	65
Número de leitões por ninhada	10
Taxa de substituição de fêmeas reprodutoras (%)	14
Fertilidade de fêmeas reprodutoras (nº/ano)	1,6
Taxa de mortalidade de fêmeas jovens	10
Taxa de mortalidade de animais adultos (%)	5

5. Métodos

O estudo compreende as três ferramentas de cálculo baseadas em LCA introduzidas anteriormente: o *Cool Farm Tool*, o *Gleam* e o *OpenLCA*. Enquanto o *Cool Farm Tool* e o *Gleam* são ferramentas expeditas e orientadas para produtores, sendo, portanto, mais fáceis de utilizar e também por isso mais simples nos pressupostos, o *OpenLCA* é uma ferramenta LCA generalista, que permite avaliar qualquer produto, e como tal implicando uma preparação mais complexa da análise.

Utilizámos o *OpenLCA 1.11.0* com a base de dados do *ecoinvent 3.8 APOS*, onde os impactos ambientais são estimados através de modelos, fatores de emissão e bancos de dados previamente desenvolvidos, sem medição direta das emissões ou, muitas vezes, dados reais de campo (dependendo do processo de inventário).

Nos estudos de LCA, a unidade funcional (UF) é a referência para dados de entrada e saída para quantificar o desempenho do sistema de produto (ISO 14040, 2006). Seguidamente descreve-se o processo produtivo em geral, para depois se indicar a forma como este foi modelado em cada uma das ferramentas.

5.1. *Cool Farm Tool* (versão CFT v1.4.0)

A *Cool Farm Tool* (<https://app.coolfarmtool.org/>) é uma plataforma digital gratuita acessível a todo os agricultores individuais. Foi criada para sensibilizar os produtores e ajudá-los a tomar decisões informadas sobre como reduzir o impacto ambiental. Esta plataforma identifica os *hotspots* e ajuda os agricultores a testarem cenários alternativos de gestão ambiental.

A ferramenta foi projetada como uma calculadora de GEE voltada para o agricultor, orientada para a ação e de forma interativa para a agricultura:

- Funciona em todo o mundo e em todos os sistemas agrícolas e oferece resultados comparáveis.

- Reflete as escolhas que os gestores de agricultura podem fazer e que afetam os GEE.

- Limita os requisitos de dados a informações que os agricultores normalmente teriam disponíveis.

- Oferece interatividade e resultados de uma forma que leva os agricultores a explorarem opções de melhoria e cenários hipotéticos.

Os resultados dos GEE são reportados em totais por unidade de cultivo ou por hectare/acre e discriminados por categoria de emissões.

A ferramenta *web* é baseada num modelo Excel originalmente criado pela Universidade de Aberdeen em parceria com a Unilever e o *Sustainable Food Lab*. A *Cool Farm Tool* tem o apoio de importantes académicos e ONGs que trabalham com sustentabilidade na agricultura. De seguida será apresentada o procedimento para análise da pegada de carbono com auxílio a esta ferramenta.

O **Anexo A** descreve detalhadamente os passos necessários para reproduzir a análise. A informação inicial da análise foi:

Informação Geral:

Tipo de criação de bovinos: **Suínos**

Ano: **2021**

Nome da Avaliação: **suínos_2021**

Quantidade do produto acabado: **13000 unidades**

Os valores correspondentes à Herdade da Barrosinha são apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6 – Resumo das informações inseridas no separador Rebanho e Alimentação [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Dados	Fase produtiva adulta	Fase não-produtiva adulta	Fase Juvenil
Nº animais	206	13000	3200
Duração da Fase	8 anos	3 meses	3 meses
Consumo de MS kg	25	25	20
Consumo Pastagem %	70	60	20

Dados	Fase produtiva adulta	Fase não-produtiva adulta	Fase Juvenil
Mistura do Alimento Composto	Batata, Aveia, Soja e Trigo	Batata, Aveia, Soja e Trigo	Aveia, Soja, Trigo
Quantidade de Pastagem	Alta	alta	média

Um dos componentes apontados na revisão de literatura como principal contribuinte de emissões foi o manejo associado ao estrume, em particular como a retenção a céu aberto de lagoas, tem um impacto muito negativo na CF final. Em relação ao método de produção biológico na Herdade da Barrosinha, dado que os animais têm parques de 5 ha à disposição, não existe acumulação de chorumes que ficam dispersos pela zona de pastagem. Nesta medida, no CFTool não foi contabilizado por não existir nenhuma opção equivalente ao extensivo.

No separador Energia e Processamento (**Anexo A, Figura 20**) que se refere toda a energia consumida para produzir o produto: operações de campo, armazenamento na exploração e qualquer outro combustível relacionado com a produção.

Neste separador escolhemos duas fontes de energia: a eletricidade fotovoltaica para a gestão da bomba de água e a energia a diesel utilizada nas máquinas agrícolas (**Tabela 7**). Não fazemos referência às águas residuais porque na exploração da Herdade da Barrosinha usamos água do furo da empresa.

Tabela 7 – Quadro resumo das energias consumidas, relativas ao ano 2021 [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Dados	Utilização	Categoria
Eletricidade (Fotovoltaica)	47,5 kWh	Campo
Biodiesel	36000 L	Máquinas agrícolas

O último separador, o Transporte (**Anexo A, Figura 21**), é referente a todos os *inputs* de transporte para a exploração. No nosso estudo, os transportes contabilizados são: os dois camiões de farinha, que vêm de Espanha, o camião das cenouras e batatas e o reboque que utilizamos para transferir os animais dos parques das recrias para os parques das engordas. A **Tabela 8** mostra o quadro resumo dos dados dos transportes.

Tabela 8 – Quadro resumo do transporte, relativo ao ano 2021 [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Transporte	Peso (ton)	Distância (km)
HGV rodoviário (Veículo pesado >3,5t) – camião da farinha	12	205

Transporte	Peso (ton)	Distância (km)
HGV rodoviário (Veículo pesado >3,5t) – camião da farinha	24	259
LGV Diesel rodoviário (Veículo leve de mercadorias) – Reboque Cenouras e Batatas	3	50
LGV Diesel rodoviário (Veículo leve de mercadorias) – Reboque: recia para engorda	1,5	7

5.2. Gleam-i versão 2.0

O GLEAM-i (*Global Livestock Environmental Assessment Model*) é uma ferramenta de acesso livre e fácil de usar, funcionando como uma calculadora online de GEE de Nível 2 específica para o setor pecuário. Esta ferramenta foi desenvolvida pela FAO com o apoio do Banco Mundial e da *International Finance Corporation* – IFC e projetada para apoiar governos, projetos, produtores, indústria e organizações da sociedade civil para calcular as emissões de GEE através de métodos IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climática). O GLEAM-i analisa múltiplas dimensões ambientais, como uso de alimento composto, emissões de GEE, uso e degradação da terra, uso de nutrientes e água e interação com a biodiversidade.

As principais características da versão atual do GLEAM-i são:

- Cobertura sistemática e global de seis espécies pecuárias e seus produtos comestíveis: carne e leite de bovinos, búfalos, ovinos e caprinos; carne de porco e carne e ovos de frango.

- Modelagem espacialmente explícita da distribuição do gado, dados climatéricos, rendimentos alimentares e processos biofísicos que permitem a captura de fatores e/ou restrições de produção local, impactos ambientais e identificação de medidas de intervenção.

- Estimativa das emissões de GEE de cada etapa de produção. O modelo abrange as emissões de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O), usando uma metodologia IPCC Tier 2, fornecendo informações mais precisas sobre como as opções de alimentação animal, rebanho e manejo do estrume contribuem para a pegada carbónica total. Pode ser usado para executar cenários de intervenções no setor pecuário e pode ser combinado com outros modelos (por exemplo, modelos de pastagens para sequestro, dados económicos para custo de mitigação etc.).

Uma simulação completa do GLEAM-i produz múltiplas saídas que podem ser indicadores finais e mapas ou cálculos intermediários para operações subseqüentes. Na sua versão atual, as saídas do GLEAM-i 2.0 incluem:

- Número de animais de gado, sistemas de produção e sua distribuição espacial;
- Produção de estrume e sua gestão;

- Consumo de alimento composto e composição e qualidade da ração animal;
- Uso da terra associado ao consumo de alimento composto;
- Produção de bem básicos pecuários;
- Emissões de GEE decorrentes de cada etapa de produção;
- Nitrogénio usado em cada etapa da produção.

O GLEAM-i utiliza dados georreferenciados para calcular as emissões do setor pecuário. Foram recolhidos dados sobre as práticas de produção e produtividade em diferentes níveis de agregação: sistemas de produção, níveis de país, zonas agroecológicas, ou uma combinação das mesmas (por exemplo, informações sobre o armazenamento de estrume nos países em desenvolvimento para uma combinação de sistemas de produção e zonas agroecológicas). Dados adicionais, como como número de animais, pastagens e disponibilidade de alimentos estava disponível na forma de SIG (Sistema de Informação Geográfica). O SIG pode armazenar dados observados para locais específicos e pode modelar novas informações a partir desses dados, bem como calcular resumos como área total, emissões, etc. O uso do SIG permite assim a incorporação de heterogeneidade no processo de modelagem. Desta forma, as emissões podem ser estimadas para qualquer local do globo, usando as informações mais precisas disponíveis nesta escala de análise e, em seguida, agregados ao longo da categoria desejada, como agricultura, grupo de países, comunidades e espécies de animais. As intensidades médias de emissão podem assim ser geradas em várias escalas, desde unidades de produção em nível de célula dentro do GLEAM-i até o nível global (Gerber et al., 2013).

A recolha de dados envolveu uma extensa pesquisa de bases de dados, fontes de literatura, opinião de especialistas e acesso repositórios de informação sobre ciclo de inventário, como *Ecoinvent*.

As principais fontes de dados utilizados na plataforma GLEAM-i:

- Pecuária em Malha do Mundo (FAO, 2007);
- Relatórios de Inventário Nacional dos países do Anexo I (UNFCCC, 2009);
- Comunicações Nacionais de não-Anexo I países (UNFCCC, 2009);
- Bancos de dados georreferenciados sobre disponibilidade de alimentação do *International Food Policy Research Instituto (IFPRI)*;
- Dados de satélite sobre a produção primária bruta;
- Dados de inventário de ciclo de vida da SIK (Flysjö et al., 2008), e Universidade de Wageningen, Holanda (comunicação pessoal);
- Relatórios do Grupo Consultivo de Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR);
- Estatísticas da FAO (FAO, 2009).

O **Anexo A** descreve detalhadamente os passos necessários para reproduzir a análise. Os sistemas escolhidos foram, na terminologia original da ferramenta, a “quinta” e o “industrial”, para podermos comparar os dois no final da análise.

No módulo rebanho os parâmetros escolhidos foram: quantidade de animais; pesos vivos; mortalidade e fertilidade e produção. Na parte do alimento composto foi selecionado animais da quinta e alimento composto industrial. Por fim, foi mantido o parâmetro do estrume à diferença do que foi feito no CFTool por existirem opções tanto para o intensivo como para o extensivo na gestão de chorumes.

Na opção de criação da linha de base de dados, optámos por não escolher nenhuma “linha base” porque as existentes são para o país inteiro, o que tornaria os gráficos finais com escalas desajustadas (**Figura 29**).

O passo seguinte é preencher cada um dos três módulos, começando pelo Rebanho. A ferramenta gera duas colunas, a extensivoBio e a intensivo, com dois parâmetros: a *Backyard* e *Industrial*, respetivamente. Ao longo da análise teremos dois sistemas com dois cenários, deste modo todos os parâmetros são mantidos, mudando apenas as quantidades dos animais da *Backyard* e do *Industrial*.

Os dados introduzidos estão resumidos na **Tabela 5** – Sistema extensivoBio e os dados da **Tabela 9** – Sistema Intensivo. Os dados da Tabela 9 são referentes ao ano de 2020 para uma exploração de suínos, em regime intensivo, em Mafra.

Para países que não pertençam à OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), a ferramenta GLEAM-i toma os valores por defeito – *default* - para os valores que são da OCDE. No nosso caso não serão necessários.

Tabela 9 – Dados representativos de um sistema de produção intensivo [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Dados	Sistema Intensivo
Número de animais (Machos Adultos reprodutores)	4
Número de animais (Fêmeas Adultas reprodutores)	750
Peso ao desmame (kg)	10
Peso ao nascer (kg)	1
Ganho de peso diário de animais de engorda (kg/dia)	1,5
Peso vivo dos machos adultos (kg)	300
Peso vivo das fêmeas adultas (kg)	150
Peso vivo do animal ao abate (kg)	120
Taxa de substituição de machos (%)	80
Duração do período de Gestação (dias)	115
Taxa de mortalidade de animais de engorda (%)	5

Dados	Sistema Intensivo
Taxa de mortalidade de leitões desmamados (%)	2
Idade de desmame (dias)	28
Dias entre o parto e a próxima gravidez (dias)	33
Duração do período de Lactação (dias)	28
Número de leitões por ninhada	18
Taxa de substituição de fêmeas adultas (%)	20
Fertilidade de fêmeas reprodutoras (nº/ano)	2,1
Taxa de mortalidade de animais jovens fêmeas (%)	10
Taxa de mortalidade de animais adultos (%)	3

O segundo módulo da Ração, **Figura 33, Anexo B** preenchido tendo por base as percentagens associadas aos ingredientes do sistema *Backyard* como os constituintes do alimento composto de acabamento usado no extensivo. Tendo por base os valores de kg de alimento composto fornecidos no intensivo, chega-se à conclusão de que existe uma diferença de 20% que foi atribuída à pastagem/complemento de batata e cenoura. Deste modo, os valores das percentagens de componentes apresentados na Tabela 3 foram ajustados para somarem a 0,8 (80%) ficando o remanescente associado a pastagem fresca (*Fresh grass*).

Para o *Industrial* - intensivo (**Anexo B, Figura 34**), como não tínhamos dados para as concentrações, foi aceite a sugestão das percentagens propostas pela ferramenta.

Em relação ao terceiro e último módulo, a Gestão de Estrume, inserimos os dados necessários no módulo de estrume para a percentagem de participação no total (somando a 100%) tanto para o cenário extensivoBio como para o intensivo.

No extensivoBio preenchemos com 100% na pastagem (**Anexo B, Figura 35**), enquanto para o intensivo mantivemos a sugestão da ferramenta (**Anexo B, Figura 36**).

A discussão dos mesmos será apresentada na próxima secção juntamente com as restantes ferramentas.

5.3. OpenLCA

A avaliação do ciclo de vida (em inglês, LCA) é um dos métodos mais utilizados para calcular as emissões de GEE em sistemas de produção animal. Esta metodologia foi desenvolvida para avaliar a contribuição do ciclo de vida de um produto para indicadores ambientais.

A metodologia do LCA preconiza um conjunto de etapas (ISO 14044, 2006) a serem seguidas, nomeadamente:

1. Definição do objetivo e âmbito - Descrevemos o objetivo do estudo, as delimitações e a unidade funcional;
2. Inventário – processos e atividades que foram incluídos no sistema em relação à sua finalidade e unidade funcional;
3. Avaliação de impacto – reconhecimento, síntese, e quantificação dos potenciais efeitos ambientais do sistema;
4. Interpretação – resultados, discussões e conclusões.

5.3.1. Definição do objetivo e âmbito

O objetivo deste estudo foi identificar e avaliar as emissões associadas à produção de carne suína em sistema exclusivamente extensivo e biológico na Herdade da Barrosinha, Alcácer do Sal, através de uma abordagem de LCA. Este estudo foi focado na criação de suínos com a unidade funcional (UF) definida como “130 kg de peso vivo à saída da exploração”, o que corresponde ao peso vivo médio dos porcos requeridos pelo matadouro.

O modelo implementado inclui oito processos: o Processo Pré-Gestação (Período Seco – 21 dias), o Processo Porca Mãe Pré-Gestação, o Processo Gestação (116 dias), o Processo Porca Mãe-Gestação, o Processo Porca Mãe-Lactação, o Processo Aleitamento (65 dias), o Processo Recria (95 dias) e o Processo Engorda (95 dias), representados na **Figura 2**.

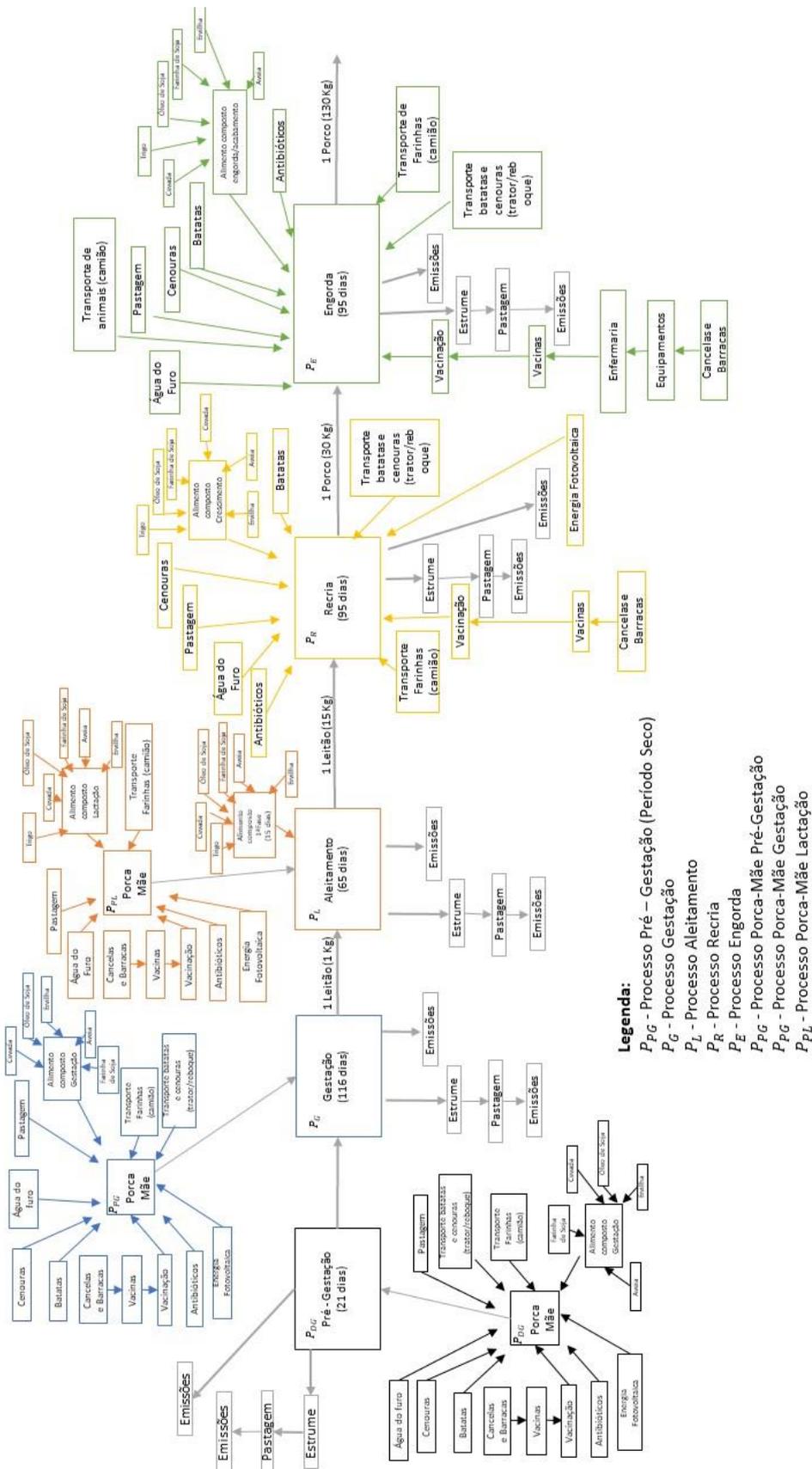


Figura 2 – Diagrama de estudo final

5.3.2. Inventário do Ciclo de Vida (LCA)

A análise implementada no OpenLca 1.11.0, com a base de dados *ecoinvent* 3.8 APOS *unit*. Elaborando sobre esta base de dados, o termo APOS significa “afetação no ponto de substituição”, o que pressupõe que parte das emissões e impactos de subprodutos utilizados na produção de outros produtos ou processos (como reciclagem) são alocados parcialmente tanto ao processo original como ao processo que utiliza o subproduto. Existe maior flexibilidade do engenheiro em especificar esta afetação sem ter de fazer pressupostos sobre as qualidades relativas dos produtos e subprodutos que os substituem.

5.3.2.1. Limites do sistema de produção da carne suína

O total de processos ou atividades envolvidas no sistema em estudo é exibido na **Figura 2**. Foram englobados neste estudo, todas as diferentes fases/processos do ciclo de um porco com 130kg de peso vivo: gestação, aleitamento, recria e engorda. Tivemos em conta também o Processo Porca Mãe Pré-Gestação, o Processo Porca Mãe-Gestação e o Processo Porca Mãe-Lactação. Nesta medida, podemos ver os limites do sistema como todos os processos até à porta de saída da exploração, não incluindo, portanto, a parte de transporte para o matadouro, o matadouro, consumo e final de vida do produto.

5.3.2.2. Descrição dos Processos de Inventário

A suinicultura possui todas as fases de produção, divididas em duas áreas por questões de biossegurança. A primeira área é a reprodução, que inclui a gestação, a maternidade e a criação de leitões. A segunda área compreende a recria/crescimento e a engorda/acabamento. A **Tabela 10** apresenta a descrição dos processos que fazem parte deste sistema de produção. Para melhor compreensão, o leitor deve acompanhar a leitura da **Tabela 10** com o esquema final na **Figura 2**, que representa de forma pictórica os processos e fluxos de entrada e saída.

As caixas a cinza (**Figura 2**) representam o fluxo que sai dos processos (no OpenLCA designa-se por *outputs*), que são as emissões (dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O)) e o estrume dos animais que entra na pastagem e sai como emissão também. Todos os processos das Porcas-Mães (Pré-Gestação, Gestação e Aleitamento) têm como entradas (*inputs*) batata, cenoura, medicações/vacinações, água e o processo de alimentação correspondente à fase. Por exemplo no caso da porca mãe aleitamento a alimentação é alimento composto de lactação.

Os inputs apresentados para cada processo, na **Figura 2**, correspondem a todos os fluxos de entrada. Na prática, aquando da criação do modelo no OpenLCA, alguns destes inputs podem ser simplificados por terem baixa contribuição em todo o seu tempo útil de vida para uma unidade funcional. No processo de engorda, os *inputs* como o transporte, o diesel e a energia fotovoltaica (que não foram introduzidos nos outros processos) foram contabilizados como entradas que só devem ser apresentadas uma vez no sistema e correspondem à afetação total desses inputs a cada animal, para não existir duplicação de dados que iria afetar negativamente os resultados das emissões finais.

Tabela 10 – Descrição de cada fase (processos) do sistema de produção de suínos

P_{PDG} Processo Porca Mãe Pré – Gestação	Composto por tudo o que é necessário à vida da porca mãe em pré-gestação. Entradas: Alimento composto; vacinações; água; batatas e cenouras Saídas: 200kg de porca durante 21 dias
P_{PG} Processo Porca Mãe - Gestação	Composto por tudo o que é necessário à vida da porca mãe em gestação. Entradas: Alimento composto; vacinações; água; batatas e cenouras Saídas: 200kg de porca durante 116 dias
P_{PL} Processo Porca Mãe - Aleitamento	Composto por tudo o que é necessário à vida da porca mãe em aleitamento. Entradas: Alimento composto; vacinações; água; batatas e cenouras Saídas: 200 kg de porca durante 65 dias
P_{PG} Pré- Gestação	Ocorre entre o desmame e a cobrição. Dura cerca de 21 dias. Neste período as porcas ganham condição corporal para poderem ser cobertas novamente. Entradas: 200 kg de porca

	<p>Saídas: metano, óxido nitroso, 200kg de porca durante 21 dias</p>
<i>P_G</i> Gestação	<p>Duração do processo: 114 a 116 dias.</p> <p>Nesta fase, as porcas são alimentadas de forma controlada com alimentos que lhes fornecem todas as necessidades nutricionais de acordo com seu estado corporal. Aqui as porcas estão em parques abertos, todas juntas, com casotas coletivas e charcas.</p> <p>Aproximadamente 5 dias antes do parto, são levadas para parques individuais compostos por iglôs fechados, com água e alimentação individual.</p> <p>Entradas: 200 kg de mãe porca gestação, 200kg porca em pré-gestação</p> <p>Saídas: metano, óxido nitroso, leitão com 1 kg de peso vivo.</p>
<i>P_L</i> Aleitamento	<p>O parto e aleitamento decorrem em parques individuais durante 65 dias.</p> <p>Os porcos recém-nascidos são alimentados apenas com o leite materno. Após 15 dias do nascimento, começa a complementar a alimentação com alimento composto.</p> <p>O número médio de partos é de 10 porcos por parto, com um peso médio de 1 kg.</p> <p>1 semana antes de serem desmamados, os leitões são vacinados e desparasitados.</p> <p>O desmame ocorre aos 65 dias.</p> <p>As mães vão para os parques de pré-gestação e gestação até ao próximo cio – aproximadamente 21 dias depois, onde são novamente cobertas ao natural e o ciclo repete-se.</p>

	<p>Entradas: 200 kg de mãe porca lactação, 1kg leitão, alimento composto para a 1ª fase dos leitões (no final 15 kg de leitão)</p> <p>Saídas: leitão com 15 kg de peso vivo.</p>
P_R Recria	<p>Os leitões são levados para parques coletivos de recria (cada parque com cerca de 50-60 animais), com casotas para se abrigarem e charcas, onde são alimentados para ter rendimentos máximos onde já recebem uma dieta de acordo com sua idade.</p> <p>Os leitões permanecem 95 dias até atingirem o peso ideal.</p> <p>Entradas: Alimento composto, vacinações, água, batatas e cenouras, 15 kg de leitão</p> <p>Saídas: metano, óxido nitroso, porco com 30 kg.</p>
P_E Engorda	<p>Os porcos consoante a existência ou não de pastagem, permanecem nos parques de recria ou são mudados para outros parques, durante 95 dias.</p> <p>Entradas: Alimento composto, vacinações, água, batatas e cenouras, transporte, energia fotovoltaica, diesel, 30 kg de porco</p> <p>Saídas: metano, óxido nitroso, porco com 130 kg de peso vivo para o matadouro.</p>

A **Tabela 11** mostra os fluxos de saídas (designados como *outputs*) dos processos do sistema de produção, introduzidos no OpenLCA e a **Tabela 12** os fluxos de entradas (designados de *inputs*) dos processos. Identificámos cada processo com um identificador único (ID), numerado, para o leitor conseguir associar cada *input* (**Tabela 12**) à sua descrição de acordo com o *ecoinvent* na **Tabela 13**.

Tabela 11 – Identificação dos outputs considerados na análise

Designação do Processo	Fluxo de saída selecionados na base de dados do ecoinvent		Unidade
Porca Mãe Pré-Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
Porca Mãe Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
Porca Mãe Aleitamento	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
Pré-Gestação	<i>Carbon dioxide</i>	0	kg
	<i>Methane</i>	0,1932	kg
	<i>Nitrogen oxides, PT</i>	0,04767	kg
	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
Gestação	<i>Carbon dioxide</i>	0	kg
	<i>Methane</i>	1,0672	kg
	<i>Nitrogen oxides, PT</i>	0,26332	kg
	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	1	kg
Lactação	<i>Carbon dioxide</i>	0	kg
	<i>Methane</i>	0,598	kg
	<i>Nitrogen oxides, PT</i>	0,14755	kg
	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
Recria	<i>Carbon dioxide</i>	0	kg
	<i>Methane</i>	1,0672	kg
	<i>Nitrogen oxides, PT</i>	0,26332	kg
	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	30	kg
Engorda	<i>Carbon dioxide</i>	0	kg
	<i>Methane</i>	0,0836	kg
	<i>Nitrogen dioxide, PT</i>	0,0646	kg
	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	130	kg

Tabela 12 – Identificação dos inputs considerados na análise

ID	Designação do Processo	Fluxo de entrada selecionados na base de dados do ecoinvent	Quantidade (fase)	Unidade
1	Porca Mãe Pré-Gestação	<i>carrot</i>	13	kg
		<i>potato, organic</i>	13	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
		<i>vaccination and antibiotic</i>	0,0014	Item(s)
		<i>Water, PT</i>	630	L
2	Porca Mãe Gestação	<i>carrot</i>	13	kg
		<i>potato, organic</i>	13	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	1	kg
		<i>vaccination and antibiotic</i>	0,0014	Item(s)
		<i>Water, PT</i>	5800	L
3	Porca Mãe Aleitamento	<i>carrot</i>	13	kg
		<i>potato, organic</i>	13	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
		<i>vaccination and antibiotic</i>	0,0012	Item(s)
		<i>Water, PT</i>	1300	L
4	Pré-Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
5	Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg

ID	Designação do Processo	Fluxo de entrada selecionados na base de dados do ecoinvent	Quantidade (fase)	Unidade
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
6	Aleitamento	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	1	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>		
7	Recria	<i>carrot</i>	190	kg
		<i>potato, organic</i>	190	kg
		<i>vaccination and antibiotic</i>	0,011	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	30	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
		<i>Water, PT</i>	380	L
8	Engorda	<i>ascorbic acid</i>	0,001	kg
		<i>carrot</i>	285	kg
		<i>diesel, burned in agricultural machinery</i>	0,16	L
		<i>electricity, low voltage</i>	0,003	kWh
		<i>potato, organic</i>	285	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	130	kg
		<i>swine for slaughtering, live weight</i>	30	kg
		<i>transport, tractor and trailer, agricultural</i>	49,2	t*km
		<i>Water, PT</i>	665	L

Tabela 13 – Descrição dos inputs para os processos utilizados na análise de acordo com o ecoinvent

ID	Designação do Processo	Processo ecoinvent selecionado da base de dados
1	Porca Mãe Pré-Gestação	<i>carrot production carrot APOS, U - RoW</i>
		<i>potato production, organic potato, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>market for ascorbic acid ascorbic acid APOS, U - GLO</i>
		<i>Dry-Gestation Feed / Pré-Gestação - Alimento Composto</i>
		<i>Water, PT</i>
2	Porca Mãe Gestação	<i>carrot production carrot APOS, U - RoW</i>
		<i>potato production, organic potato, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>market for ascorbic acid ascorbic acid APOS, U - GLO</i>
		<i>Gestation Feed Gestação - Alimento Composto</i>
		<i>Water, PT</i>
3	Porca Mãe Aleitamento	<i>carrot production carrot APOS, U - RoW</i>
		<i>potato production, organic potato, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>market for ascorbic acid ascorbic acid APOS, U - GLO</i>
		<i>Lactation Feed Aleitamento - Alimento Composto</i>
		<i>Water, PT</i>
4	Pré-Gestação	<i>Mother Pig Dry-Gestation - Ppdg</i>
5	Gestação	<i>Mother Pig in Gestation - Ppg</i>
		<i>Dry-Gestation - Pdg</i>
6	Aleitamento	<i>Mother Pig in Lactation - Ppl</i>
		<i>First Stage Piglet Feed - PpigletsF1</i>
		<i>Gestation - Pg</i>

ID	Designação do Processo	Processo ecoinvent selecionado da base de dados
7	Recria	<i>carrot production carrot APOS, U - RoW</i>
		<i>potato production, organic potato, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>market for ascorbic acid ascorbic acid APOS, U - GLO</i>
		<i>Growing Piglets Feed</i>
		<i>Lactating stage - PL</i>
		<i>Water, PT</i>
8	Engorda	<i>market for ascorbic acid ascorbic acid APOS, U - GLO</i>
		<i>carrot production carrot APOS, U - RoW</i>
		<i>diesel, burned in agricultural machinery diesel, burned in agricultural machinery APOS, U - GLO</i>
		<i>electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, CIS, panel, mounted electricity, low voltage APOS, U - RoW</i>
		<i>potato production, organic potato, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>Fattening Pig Feed</i>
		<i>Growing piglets - Pr</i>
		<i>transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural APOS, U - RoW</i>
<i>Water, PT</i>		

- **Alimentação dos animais**

No ponto 4.2.1. **Tabela 1**, foram apresentados os ingredientes do alimento composto em cada fase.

A farinha biológica é importada de Espanha, da empresa *De Heus Nutrição Animal, SA – Cereals Montoya (Anexo D)*. Nos anexos no final do documento é possível ver a tabela nutricional de cada alimento composto. Os animais na gestação, recria e engorda são complementados de batatas e cenouras cozidas provenientes de desperdícios de produtores locais.

A **Figura 3** mostra a percentagem de alimentos de cada alimento composto para os porcos, assim como a quantidade ingerida, tendo em conta a duração da fase. Na **Figura 4** está expresso como foram feitos os cálculos.

A quantidade de cada ingrediente no alimento composto (Q), foi calculada através da equação (1).

$$Q = \frac{\text{n}^\circ \text{ dias alimento composto consumido} \times \text{quantidade ingerida/dia} \times \% \text{ ingrediente do alimento composto}}{100g} \quad (1)$$

No alimento composto da Pré-Gestação, Gestação e Aleitamento dividimos o total ingerido por dez, que corresponde ao número de leitões por ninhada, de forma às contribuições das porcas para o esquema final do porco da engorda esteja ajustado à proporção das emissões que são da porca mãe mas que lhes são imputadas.

Alimento Composto Pré-Gestação (21 dias) %			Alimento Composto Entrada (1ª fase) (45 dias) %		
		5,25 kg			57,50 kg
Cevada	49,149	2,5803225 kg	Cevada	50,0000	28,75 kg
Aveia	17,5	0,91875 kg	Soja 47	15,1490	8,71 kg
Ervilhas	12	0,63 kg	Trigo	11,4100	6,56 kg
Trigo	10	0,525 kg	Aveia	10,5200	6,05 kg
Pellet de alfafa	5	0,2625 kg	Ervilhas	10,0000	5,75 kg
Soja 47	3,575	0,1876875 kg	Fosfato Bicálcico	1,1300	0,65 kg
Fosfato bicálcico	1,282	0,067305 kg	Carbonato de Cálcio	0,2700	0,16 kg
Sementes de Girassol	0,46	0,02415 kg	Óleo de Soja	0,502	0,29 kg
Sal	0,451	0,0236775 kg	Sal	0,4580	0,26 kg
Corretor de Gordura	0,3	0,01575 kg	lisina	0,0740	0,04 kg
Carbonato de cálcio	0,283	0,0148575 kg	Corretor de Gordura	0,4000	0,23 kg
	100	5,25 kg	Metionina	0,0870	0,05 kg
				100,0000	57,5 kg
Alimento Composto Gestação (116 dias) %			Alimento Composto Crescimento (95 dias) %		
		34,80 kg			142,50 kg
Cevada	49,1490	17,103852 kg	Cevada	50,0000	71,25 kg
Aveia	17,5000	6,09 kg	Soja 47	12,1580	17,33 kg
Ervilhas	12,0000	4,176 kg	Ervilhas	12,0000	17,10 kg
Trigo	10,0000	3,48 kg	Trigo	11,5480	16,46 kg
Pellet de alfafa	5,0000	1,74 kg	Aveia	10,9640	15,62 kg
Soja 47	3,5750	1,2441 kg	Fosfato Bicálcico	1,0910	1,55 kg
Fosfato bicálcico	1,2820	0,446136 kg	Carbonato de Cálcio	0,8100	1,15 kg
Sementes de Girassol	0,4600	0,16008 kg	Óleo de Soja	0,5	0,71 kg
Sal	0,4510	0,156948 kg	Sal	0,4580	0,65 kg
Corretor de Gordura	0,3000	0,1044 kg	lisina	0,0710	0,10 kg
Carbonato de cálcio	0,2830	0,098484 kg	Corretor de Gordura	0,4000	0,57 kg
	100,0000	34,8 kg		100,0000	142,50 kg
Alimento Composto Lactação (65 dias) %			Alimento Composto Acabamento (95 dias) %		
		39,00 kg			190,00 kg
Cevada	50,0000	19,50 kg	Cevada	50,0000	95,00 kg
Soja 47	14,2660	5,56 kg	Aveia	13,0590	24,8121 kg
Trigo	10,0230	3,91 kg	Ervilhas	12,5000	23,75 kg
Ervilhas	10,0000	3,90 kg	Trigo	11,5030	21,8557 kg
Aveia	7,4620	2,91 kg	Soja 47	9,5740	18,1906 kg
Sementes de Girassol	2,5840	1,01 kg	Fosfato Bicálcico	1,0490	1,9931 kg
Pão de semente de girassol	2,0600	0,80 kg	Carbonato de Cálcio	0,8780	1,6682 kg
Fosfato bicálcico	1,5140	0,59 kg	Óleo de Soja	0,5	0,95 kg
Carbonato de cálcio	0,8350	0,33 kg	Sal	0,4580	0,8702 kg
Óleo de Soja	0,5000	0,20 kg	lisina	0,0790	0,1501 kg
SAL	0,4570	0,18 kg	Corretor de Gordura	0,4000	0,76 kg
Corretor de Gordura	0,3000	0,12 kg		100,0000	190 kg
	100,00	39,00 kg			

Figura 3 – Composição do alimento composto por duração da fase e quantidade ingerida [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Duração da Fase	Batata		Cenoura		Quantidade ingerida de alimento composto/dia	Quantidade ingerida de alimento composto/fase
		Quantidade ingerida/dia batata	Quantidade de batata ingerida/fase	Quantidade ingerida/dia cenoura	Quantidade de cenoura ingerida/fase		
Pré-Gestação	21	2	42	2	42	2,5	5,25
Gestação	116	2	232	2	232	3	34,8
Aleitamento	65	0	0	0	0	6	39
Entrada (1ª Fase Leitões) -durante o aleitamento	50	0	0	0	0	1,15	57,5
Crescimento/Recria	95	2	190	2	190	1,5	142,5
Acabamento/Engorda	95	3	285	3	285	2	190
Unidades	dias	kg	kg	kg	kg	kg	kg

Figura 4 – Cálculo das quantidades ingeridas por fase de batatas e cenouras e alimento composto [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

De seguida são apresentadas as entradas (*inputs*), saídas (*outputs*) e os potenciais impactes ambientais associados ao sistema.

A **Tabela 14** mostra as saídas (*outputs*) dos processos do sistema de produção, introduzidos no OpenLCA e a

Tabela 15 as entradas (*inputs*) dos processos. Identificámos cada processo com um identificador único (ID), numerado, para o leitor conseguir associar cada *input* (

Tabela 15) à sua descrição de acordo com o *ecoinvent* na **Tabela 14**.

Tabela 14- Identificação dos outputs considerados na análise para o alimento composto

Designação do Processo	Fluxo de saída selecionados na base de dados do ecoinvent		Unidade
Pré-Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	200	kg
Gestação	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	1	kg
Aleitamento	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
Ração de entrada para leitões – 1ªFase	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	15	kg
Recria	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	30	kg
Engorda	<i>swine for slaughtering, live weight</i>	130	kg

Tabela 15 - Identificação dos inputs considerados na análise para o alimento composto

ID	Designação do Processo	Fluxo de entrada selecionados na base de dados do ecoinvent	Quantidade (fase)	Unidade
1	Pré-Gestação - Alimento Composto	<i>alfalfa-grass silage</i>	0,26	kg
		<i>barley grain, feed, organic</i>	2,58	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	0,02	kg
		<i>oat grain, feed</i>	0,92	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	0,63	kg
		<i>salt</i>	0,02	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	0,19	kg
		<i>sunflower seed</i>	0,02	kg
2	Gestação - Alimento Composto	<i>alfalfa-grass silage</i>	1,74	kg
		<i>barley grain, feed, organic</i>	17,10	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	0,099	kg
		<i>oat grain, feed</i>	6,09	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	4,18	kg
		<i>salt</i>	0,16	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	1,24	kg
		<i>sunflower seed</i>	0,16	kg
3	Aleitamento – Alimento Composto	<i>barley grain, feed, organic</i>	19,5	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	0,33	kg
		<i>oat grain, feed</i>	2,91	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	3,90	kg
		<i>salt</i>	0,18	kg
		<i>soybean oil, crude</i>	0,20	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	5,56	kg
		<i>sunflower seed</i>	1,01	kg
4	Alimento composto –	<i>barley grain, feed, organic</i>	28,75	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	0,16	kg

ID	Designação do Processo	Fluxo de entrada selecionados na base de dados do ecoinvent	Quantidade (fase)	Unidade
	Entrada 1ª Fase Leitões	<i>oat grain, feed</i>	6,05	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	5,75	kg
		<i>salt</i>	0,26	kg
		<i>soybean oil, crude</i>	0,29	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	8,71	kg
		<i>wheat seed, organic, for sowing</i>	6,56	kg
5	Recria - Alimento Composto	<i>barley grain, feed, organic</i>	71,25	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	1,15	kg
		<i>oat grain, feed</i>	15,62	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	17,1	kg
		<i>salt</i>	0,65	kg
		<i>soybean oil, crude</i>	0,71	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	17,33	kg
<i>wheat seed, organic, for sowing</i>	16,46	kg		
6	Engorda - Alimento Composto	<i>barley grain, feed, organic</i>	95	kg
		<i>calcium carbonate, precipitated</i>	1,67	kg
		<i>oat grain, feed</i>	24,81	kg
		<i>pea seed, organic, for sowing</i>	23,75	kg
		<i>salt</i>	0,87	kg
		<i>soybean oil, crude</i>	0,95	kg
		<i>soybean seed, organic, for sowing</i>	18,19	kg
		<i>wheat seed, organic, for sowing</i>	21,86	kg

Tabela 16 – Descrição dos inputs para os processos utilizados na análise de alimento composto, de acordo com o ecoinvent

ID	Designação do Processo	Processo ecoinvent selecionado da base de dados
1	Pré-Gestação - Alimento Composto	<i>alfalfa/grass silage production alfalfa-grass silage APOS, U - RoW</i>
		<i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i>
		<i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i>
		<i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i>
		<i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i>
		<i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i>
		<i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i>
		<i>sunflower production sunflower seed APOS, U - RoW</i>

ID	Designação do Processo	Processoecoinvent selecionado da base de dados
		<i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i>
2	Gestação - Alimento Composto	<i>alfalfa/grass silage production alfalfa-grass silage APOS, U - RoW</i> <i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i> <i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i> <i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i> <i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i> <i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i> <i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i> <i>sunflower production sunflower seed APOS, U - RoW</i> <i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i>
3	Aleitamento – Alimento Composto	<i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i> <i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i> <i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i> <i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i> <i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i> <i>soybean meal and crude oil production, mechanical extraction soybean oil, crude APOS, U - RoW</i> <i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i> <i>sunflower production sunflower seed APOS, U - RoW</i> <i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i>
4	Alimento composto – Entrada 1ªFase Leitões	<i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i> <i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i> <i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i>

ID	Designação do Processo	Processo ecoinvent selecionado da base de dados
		<p><i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i></p> <p><i>soybean meal and crude oil production, mechanical extraction soybean oil, crude APOS, U - RoW</i></p> <p><i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p>
5	Recria - Alimento Composto	<p><i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i></p> <p><i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i></p> <p><i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i></p> <p><i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i></p> <p><i>soybean meal and crude oil production, mechanical extraction soybean oil, crude APOS, U - RoW</i></p> <p><i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p>
6	Engorda - Alimento Composto	<p><i>barley grain, feed production, organic barley grain, feed, organic APOS, U - RoW</i></p> <p><i>calcium carbonate production, precipitated calcium carbonate, precipitated APOS, U - RoW</i></p> <p><i>oat grain, feed production oat grain, feed APOS, U - RoW</i></p> <p><i>pea seed production, organic, for sowing pea seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>salt production from seawater, evaporation pond salt APOS, U - GLO</i></p> <p><i>soybean meal and crude oil production, mechanical extraction soybean oil, crude APOS, U - RoW</i></p> <p><i>soybean seed production, organic, for sowing soybean seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p> <p><i>wheat seed production, organic, for sowing wheat seed, organic, for sowing APOS, U - RoW</i></p>

- **Cálculo do *input* Água ingerida**

Na **Tabela 17** apresentam-se os dados correspondentes ao fluxo de entrada “*Water PT*” que corresponde à água ingerida pelos animais em cada fase de vida usando os valores diários encontrados em Patience and Engele (2005). A diferença dos valores resulta das porcas gestantes terem necessidades superiores de ingestão de água devido à produção láctea ou outros fatores como: o calor, a fome ou o aborrecimento.

Tabela 17 – Cálculo da quantidade de água ingerida por Litros/Fase [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Duração da Fase	Água ingerida/dia	Água ingerida/fase
Pré-Gestação	21	30	630
Gestação	116	50	5800
Aleitamento	65	20	1300
Entrada (1ª Fase Leitões) – durante o aleitamento	50	1	50
Crescimento/Recria	95	4	380
Acabamento/Engorda	95	7	665
Unidades	Dias	Litros	Litros/Fase

- **Cálculo do *input* vacinações**

No OpenLCA este *input* é o *ascorbic acid*. Escolhemos este *input* porque faz parte no LCA dos produtos básicos farmacológicos.

Os cálculos efetuados tiveram por base a quantidade de vacinas dadas por fase e a quantidade dada por porco – **Tabela 18**

Tabela 18 – Cálculo da quantidade de vacinas injetadas por fase [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

	Duração da Fase	Quantidade vacinas	Quantidade injetada/porco (total)	Quantidade injetada/porco/fase
Pré-Gestação	21	4	14	0,014
Gestação	116	4	14	0,014
Aleitamento	65	3	12	0,012
Crescimento/Recria	95	6	11	0,011
Acabamento/Engorda	95	6	14	0,014
Unidades	dias	número	ml	kg

- **Cálculo do *input* transporte**

No OpenLCA este *input* é o *transport, tractor and trailer, agricultural*, que representa o transporte da farinha para a nossa Herdade, com base no tipo de

equipamento e informação providenciada pelo camionista que transporta o alimento composto para a Herdade da Barrosinha.

O transporte foi calculado sabendo a quantidade de alimento composto ingerida por porco por dia em Ton (0,002 Ton), os km que o camionista faz de Espanha até à Herdade (259 km) e o número de dias da fase do porco em acabamento (95 dias), ou seja: $0,002 \times 259 \times 95 = 49,21 \text{ Ton/km/fase}$

- **Cálculo do *input* Diesel**

No OpenLCA este *input* é o diesel, *burned in agricultural machinery* que se refere ao combustível gasto no trator da Herdade. O trator da Herdade gasta 5,5 L/hora consoante a faturação da empresa.

O trator trabalha quatro horas por dia, então $5,5 \text{ L/hora} \times 4 \text{ horas/dia} = 22 \text{ L/dia}$

Na engorda trabalha: $\frac{22 \text{ L/dia}}{13000 \text{ animais}} = 1,1 \times 10^{-3} \times 95 \text{ dias} = 0,10 \text{ L/fase/porco (2)}$

- **Cálculo do *output* das emissões das camas dos animais**

Após analisar a literatura, o artigo de F.-X. Philippe and Nicks (2015) dedicado ao sistema de produção intensivo aponta para emissões de CO_2 , CH_4 e N_2O para as camas de palha dos animais (*“Bedded floor – Straw”*). Deste modo usámos os valores de CH_4 e N_2O para o nosso estudo, expressos na **Tabela 19**. Não considerámos o valor de CO_2 porque no nosso sistema não existiu uma quantidade de chorumes semelhantes ao caso do artigo. Esta questão irá ser discutida mais à frente na secção das conclusões e discussões.

Tabela 19 – Efeito do tipo de substrato na cama dos animais, em emissões (porco⁻¹fase⁻¹) de CH_4 e N_2O [Fonte: dados recolhidos na exploração pela aluna]

Cama de Palha	Número de dias/fase	CH_4 (g)	N_2O (g)	kg CH_4 /fase	kg N_2O /fase
Pré-Gestação	21	9,2	2,27	0,19	0,05
Gestação	116	9,2	2,27	1,07	0,26
Aleitamento	65	9,2	2,27	0,60	0,15
Leitões desmamados	95	0,75	0,03	0,07	0,002
Engorda	95	0,88	0,68	0,08	0,06

Os cálculos referentes à **Tabela 19** que foram colocados no OpenLCA estão representados a seguir:

Pré-Gestação: $\frac{9,20}{1000} \times 21 = 0,1932 \text{ kg } CH_4 \text{ (3)}$

Pré-Gestação: $\frac{2,27}{1000} \times 21 = 0,04767 \text{ kg } N_2O \text{ (4)}$

$$\text{Gestação: } \frac{9,20}{1000} \times 116 = 1,0672 \text{ kg CH}_4 \text{ (5)}$$

$$\text{Gestação: } \frac{2,27}{1000} \times 116 = 0,26332 \text{ kg N}_2\text{O (6)}$$

$$\text{Aleitamento: } \frac{9,20}{1000} \times 65 = 0,598 \text{ kg CH}_4 \text{ (7)}$$

$$\text{Aleitamento: } \frac{2,27}{1000} \times 65 = 0,14755 \text{ kg N}_2\text{O (8)}$$

$$\text{Recria: } \frac{0,75}{1000} \times 95 = 0,07125 \text{ kg CH}_4 \text{ (9)}$$

$$\text{Recria: } \frac{0,03}{1000} \times 95 = 0,00285 \text{ kg N}_2\text{O (10)}$$

$$\text{Engorda: } \frac{0,88}{1000} \times 95 = 0,0836 \text{ kg CH}_4 \text{ (11)}$$

$$\text{Engorda: } \frac{0,68}{1000} \times 95 = 0,0646 \text{ kg N}_2\text{O (12)}$$

5.3.2.3. Avaliação de impacto de ciclo de vida (AICV)

A metodologia de AICV para este estudo centrou-se no impacto para as alterações climáticas provenientes das emissões de gases. Nessa medida, foi utilizado o GWP (*Global Warming Potentials*), desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O GWP permite comparar as emissões dos vários gases por relação direta da sua eficiência na radiação de calor e longevidade na atmosfera para com o equivalente efeito do CO_2 . Desta forma, todos os gases têm uma conversão direta para a unidade de $kgCO_2eq$. Nos resultados que se apresentam na próxima seção, foi utilizado o GWP 100 que representa esta relação tendo por base um horizonte temporal de 100 anos.

O método de impacto ambiental escolhido foi o Recipe 2016 v1.1 Midpoint (H). A metodologia Recipe (Huijbregts, 2017) divide a avaliação de impacto (LCIA) em LCA numa conversão entre as emissões e utilização de recursos do processo em vários indicadores: 18 intermédios (do inglês *midpoint*) e 3 finais (na versão inglesa como *endpoint*). Os indicadores finais estão no topo da hierarquia e resultam de uma combinação dos vários indicadores intermédios. Nesta dissertação, o foco da análise foi na capacidade de aquecimento global utilizando o indicador *midpoint* correspondente ao *Global Warming* que contém a listagem das emissões do sistema já na unidade de $kgCO_2eq$.

Do ponto de vista da ferramenta OpenLCA utilizada, foi necessário proceder à análise do processo *Fattening Pig – Pe* para a obtenção dos resultados sobre as emissões. O procedimento no programa corresponde a criar o sistema correspondente a todos os processos introduzidos e descritos nas seções anteriores (**Figura 37, Anexo C**). A **Figura 38, Anexo C**, mostra a seleção do método de afetação “definido no

processo” e o método de impacto ambiental “ReCiPe 2016 Midpoint (H) “. Na janela final escolhemos fazer a análise completa – “Analysis” e concluir – *Finish*.

Os resultados deste cálculo são apresentados na Secção 5, **Tabela 23**. De forma a fazer a avaliação por estágios da vida do animal, calcularam-se as emissões para cada fase do porco representada no OpenLCA, através da identificação e adição das emissões correspondentes a cada um dos processos.

6. Resultados e Discussão

6.1. Análise dos resultados do CFT

Após introdução de todos os dados, os resultados são:

- Emissões totais: 3,96M kg CO_2eq
- Emissões por unidade: 304,49 kg CO_2eq /produto acabado

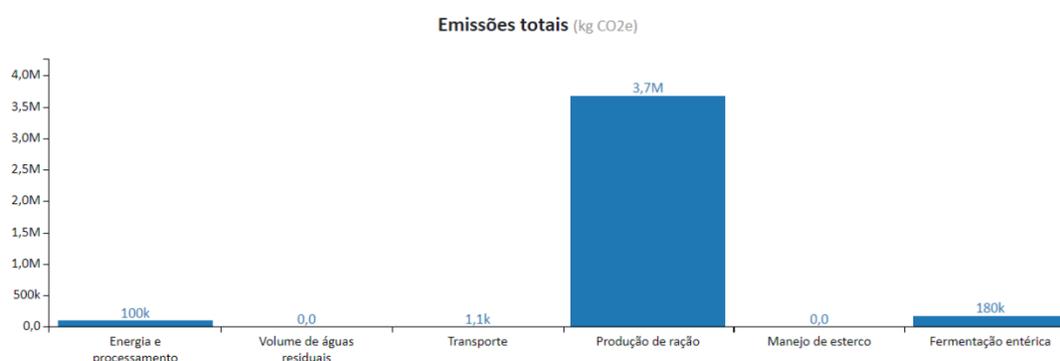


Figura 5 – Emissões Totais (kg CO_2eq) [imagem retirada do software Cool Farm Alliance (2022)]

Tabela 20 - Dados detalhados- Emissões de CO_2 , N_2O , CH_4 , Total de CO_2eq e por unidade (porco)

Fontes das emissões	CO_2 (kg)	N_2O (kg)	CH_4 (kg)	Total de CO_2eq (kg)	Por unidade (porco)
Uso de energia (campo)	3,4k	0	0	3,4k	0,3
Uso de energia (processamento)	96,5k	0	0	96,5k	7,4
Volume de águas residuais	0	0	0	0	0
Transporte	1,1k	0	0	1,1k	0,08
Produção de alimento composto	3,6M	0	0	3,6M	283
Gestão do estrume	0	0	0	0	0
Fermentação entérica	0	0	6,38k	178k	13

Na **Figura 5** é apresentado um gráfico de barras, em que as colunas que se destacam são as que têm maior impacto de CO_2eq , são elas: a produção de alimento composto, a fermentação entérica (que está relacionada com a ingestão de alimento

dos animais), o consumo de energia e por último o transporte. A **Tabela 20** apresenta um quadro resumo das emissões estudadas de CO_2 , N_2O , CH_4 , Total de CO_2eq em kg e por unidade de porco.



Figura 6 – Resumo dos resultados das Emissões por categoria [imagem retirada do software Cool Farm Alliance (2022)]

Ao observar a **Figura 6** podemos concluir que:

- Não existem emissões para o estrume, pois neste sistema não há mobilização de estrume.

- O alimento composto dos animais adultos não-produtivos (engorda) é que contribui mais para a emissão de $kg CO_2eq$.

- A energia de biodiesel contribui com 96,6% do total das emissões relativas à energia.

- Os animais adultos não-produtivos (engorda) contribuem com 76,4% das emissões relativas à fermentação entérica, enquanto que os adultos produtivos (reprodutoras e varrascos) contribuem com 3,3 %.

- Os camiões que transportam o alimento composto são os que mais contribuem para as emissões de transporte, com 68,1%.

- **Cálculo CO_2eq/kg de porco**

Temos 3,96 M $kg CO_2eq$ e 13000 animais, o que dá aproximadamente 304,49 $kg CO_2eq$ por produto acabado.

Ao abate os animais têm uma média de 130 kg, então:

$$\text{Emissões/kg de Peso Vivo} = \frac{\text{Total } CO_2}{\frac{\text{n}^\circ \text{ animais}}{\text{Kg peso ao abate}}} = 2,34 \text{ kg } CO_2eq/\text{kg de PV (13)}$$

Considera-se que o rendimento da carcaça destes animais é 79 %, então por kg de carne de porco temos aproximadamente 2,96 kg CO_2eq /kg de carcaça limpa.

6.2. Vantagens e limitações do CFTool

Esta ferramenta fornece uma pegada de GEE simples, mas abrangente, para uma exploração agrícola ou produto específico. A principal vantagem da utilização do CFT é a simplificação do processo de introdução de dados e a utilização mais direta ao utilizador. Os cálculos das emissões usam um método muito simplista na abordagem, o que facilita o utilizador comum na introdução de dados. Faz um estudo genérico de todas as culturas, pecuária e geografias. As emissões associadas ao gado, calculadas no CFT incluem as emissões incorporadas no alimento composto, a emissão de fermentação entérica e emissões de manejo do estrume.

Em termos dos resultados da análise, a produção de alimento composto assume-se como a principal causa de emissões com 3,7M kg CO_2eq /kg em termos de total para todo o ano de produção. Este valor representa cerca de 93% de todas as emissões (naturalmente tendo presente a limitação da ferramenta no sentido em que simplifica parte das emissões das várias parcelas).

6.3. Análise dos resultados do Glean-i

Após introdução de todos os dados, os resultados são:

Tabela 21 – Resultados Totais do sistema extensivoBio e intensivo

Sistema de produção	Emissões de GEE kg CO_2eq	Produção de Proteína (kg)	Alimento Ingerido (kg MS)
extensivoBio	420.036	34.055	1,2 m
Intensivo	17,9 m	318.022	7,3 m

Ao observarmos a **Figura 29**, podemos concluir que: o sistema extensivoBio gera menos emissões que o intensivo. Por outro lado, o sistema intensivo produz maior quantidade de proteína e requer maior quantidade de alimento ingerido (kgMS).

A composição da alimentação dos animais nos diferentes sistemas de produção pode afetar o fluxo de N_2O emitido para a atmosfera, em especial, a proteína consumida irá influenciar a digestão de azoto e as quantidades que são excretadas nos dejetos dos animais.

A quantidade de CO_2eq/kg proteína suína, no sistema extensivoBio é inferior ao sistema intensivo.

$$CO_2eq/kg \text{ proteína} = \frac{\text{Emissões GEE}}{\text{Produção de Proteína}} \quad (14)$$

extensivoBio: 12 kg CO_2eq/kg proteína

intensivo: 56 kg CO_2eq/kg proteína

As **Figura 7 e Figura 8** mostram o total de emissões dos GEE kg CO_2eq/ano para os sistemas extensivoBio e intensivo. Segundo a FAO(Cerquiglini et al., 2016), para calcular o CO_2eq , usa-se como potencial de aquecimento global para N_2O e CH_4 , 298 e 34, respetivamente. Assim temos para o sistema extensivoBio os seguintes cálculos, para elaborar os resultados da **Figura 7**:

$$\text{Total } N_2O \times 298 = 290821,18 \text{ kg } CO_2eq/ano \quad (15)$$

$$\text{Total } CH_4 \times 34 = 46506,9 \text{ kg } CO_2eq/ano \quad (16)$$

Para elaborar os resultados da **Figura 8**, sistema intensivo, temos:

$$\text{Total } N_2O \times 298 = 1250154,7 \text{ kg } CO_2eq/ano \quad (17)$$

$$\text{Total } CH_4 \times 34 = 10216102,06 \text{ kg } CO_2eq/ano \quad (18)$$

O sistema extensivoBio produz muito N_2O , em relação ao CO_2 e ao CH_4 , mas quando olhamos para o sistema intensivo, este produz os três indicadores em quantidades superiores.

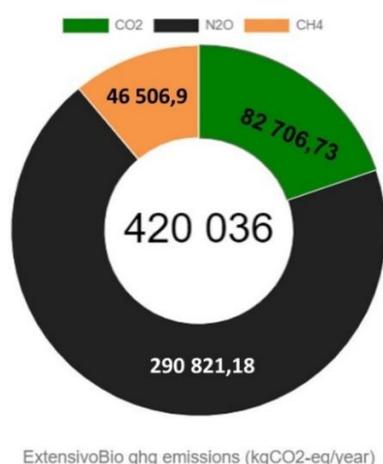


Figura 7 – Gráfico dos totais de GEE do extensivoBio [imagem retirada do software Cool Farm Alliance (2022)]

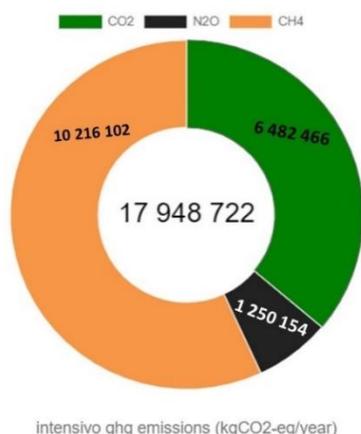


Figura 8 – Gráfico dos totais de GEE do intensivo[imagem retirada do software Cool Farm Alliance (2022)]

A **Tabela 22** apresenta o quadro resumo dos valores para os parâmetros dos dois sistemas de produção.

Há apenas um parâmetro em que a emissão de kgN₂O/ano no intensivo é menor que no extensivoBio, é referente à alimentação: N₂O de fertilizantes e resíduos de culturas.

Tabela 22 – Comparação de resultados dos sistemas de produção: ExtensivoBio e Intensivo

Parâmetros	ExtensivoBio	Intensivo	Unidade
Total emissões GEE	420.036	17.948.722	kg CO ₂ eq/ano
Emissões de GEE ligadas à produção de carne	420.036	17.948.722	kg CO ₂ eq/ano
Intensidade de emissão de carne	12	56	kg CO ₂ eq/kgProt
Total N ₂ O	975	4.195	kg N ₂ O /ano
Total CO ₂	82.706	6.482.466	kg CO ₂ /ano
Total CH ₄	1367	300.473	kg CH ₄ /ano
Sistema de produção de carne em peso de carcaça	259373	2.422.106	kg/ano
Número de cabeças	1074	6.226	número
Energia - uso de energia indireta de CO ₂	0	186.015	kg CO ₂ /ano
Energia - uso de energia direta de CO ₂	0	665.271	kg CO ₂ /ano
Alimentação: produção de alimentação de CO ₂	74.082	4.922.668	kg CO ₂ /ano
N ₂ O da gestão de estrume	810	2.078	kg N ₂ O/ano
Alimentação: N ₂ O do estrume aplicado e depositado	17	1.953	kg N ₂ O/ano
Alimentação: N ₂ O de fertilizantes e resíduos de culturas	148	163	kg N ₂ O/ano
CH ₄ : gestão de estrume	1.367	300.473	kg CH ₄ /ano
CH ₄ : fermentação entérica	2.159	11.315	kg CH ₄ /ano

- **Cálculo CO_2eq/kg de porco**

Após análise das **Tabela 19** e **Tabela 20**:

Para o sistema extensivoBio:

Temos 420036,06 kg CO_2eq/ano e 1074,05 número de cabeças, o que dá aproximadamente 391,08 kg CO_2eq por animal.

Ao abate os animais têm média de 130 kg, então:

$$\text{Emissões/kg de Peso Vivo} = \frac{\frac{\text{Total } CO_2}{n^{\circ} \text{ animais}}}{Kg \text{ peso ao abate}} = 3,0 \text{ kg } CO_2eq/kg \text{ de PV (19)}$$

Considera-se que o rendimento da carcaça destes animais é 79 %, então por kg de porco temos aproximadamente 3,8 kg CO_2eq/kg de carcaça limpa.

Para o sistema intensivo:

Temos 17948722,75 kg CO_2eq/ano e 6226,96 número de cabeças, o que dá aproximadamente 2882,4 kg CO_2eq por animal.

Ao abate os animais têm média de 120 kg, então:

$$\text{Emissões/kg de Peso Vivo} = \frac{\frac{\text{Total } CO_2}{n^{\circ} \text{ animais}}}{Kg \text{ peso ao abate}} = 24 \text{ kg } CO_2eq/kg \text{ de PV (20)}$$

Considera-se que o rendimento da carcaça destes animais é 70 %, então por kg de porco temos aproximadamente 34,31 kg CO_2eq/kg de carcaça limpa. Diga-se, no entanto, que este número foi obtido no GLEAM-i a partir de valores *default* da própria ferramenta, pelo que serve apenas de termo de comparação sem significado real para a exploração em estudo.

6.4. Vantagens e limitações do GLEAM-i

Antes de analisar os resultados da pegada carbônica é importante mencionar algumas das limitações que promoveram a exploração de uma análise mais completa no OpenLCA. Em primeiro lugar, o GLEAM-i só permite a seleção das opções de “quinta”, “intermédio” e “industrial”. O conceito de “quinta”, embora o mais próximo da realidade da Herdade da Barrosinha, uma vez que representa uma exploração agropecuária, pressupõe que os animais têm espaços fechados ao invés de parques. Adicionalmente, também não contabiliza a questão da produção biológica e todas as emissões que não são efetuadas pela redução de elementos químicos na produção dos ingredientes das rações.

Por fim, existem várias limitações relacionadas com os equipamentos das explorações como a fonte de energia utilizada e o tipo de transporte. A utilização de energia fotovoltaica reduz as emissões. No entanto, o LCA completo permite contabilizar

emissões envolvidas nos vários processos externos ao nosso sistema que são simplificados pela utilização dos parâmetros calculados.

Tendo por base as limitações identificadas nesta seção, a ferramenta GLEAM-i permitiu comparar diretamente o regime intensivo com o regime extensivo. Para o caso intensivo, obtivemos valores de 24 kg CO_2eq/kg em comparação com 3 kg CO_2eq/kg para o regime extensivo. Claramente, o software identifica uma grande diferença nos dois sistemas produtivos, embora haja um desfasamento da pegada do intensivo em relação ao encontrado na literatura. Avaliando a unidade funcional de kg de carcaça limpa, chegamos aos valores de 34,3 kg CO_2eq/kg em comparação com 3,8 kg CO_2eq/kg .

Uma questão importante, dados os diferentes níveis de produtividade e escalabilidade do regime intensivo e extensivo, é avaliar a pegada tendo por base a quantidade de proteína produzida. Nesse item, o sistema intensivo apresenta um valor de 56,3 kg CO_2eq/kg de proteína em comparação com 12 kg CO_2eq/kg . Esta comparação revela que, mesmo tendo em conta a maior produtividade do sistema intensivo, o regime extensivo consegue melhores resultados do ponto de vista ambiental com as devidas reservas pelas limitações enumeradas anteriormente.

6.5. Análise dos resultados do OpenLCA

Utilizando o estudo mais completo do OpenLCA, podemos analisar as contribuições para as emissões por principais focos tanto ao nível das atividades dos processos como quais as fases de crescimento dos animais que são mais problemáticas (Tabela 23).

Tabela 23 – Resultados finais do processo “Fattening Pig-Pe”: Emissões totais em kg CO_2eq/kg para cada processo, no OpenLCA

Processo	Impacto dos Processos Emissões Totais	Maior Impacto		Unidades
Período Seco	12,8	Período Seco	6,6	kg CO_2eq/kg
		Alimento Composto	1,1	kg CO_2eq/kg
		Suplementação (Cenouras + Batatas)	1,1	kg CO_2eq/kg
Gestação	58,4	Período Seco	0	kg CO_2eq/kg
		Gestação	36,3	kg CO_2eq/kg
		Alimento Composto	8,2	kg CO_2eq/kg
		Suplementação (Cenouras + Batatas)	0,4	kg CO_2eq/kg
Alimentação		Período Seco	0	kg CO_2eq/kg

Processo	Impacto dos Processos Emissões Totais	Maior Impacto		Unidades
	79,7	Gestação	0	kg CO ₂ eq/kg
		Aleitamento	20,3	kg CO ₂ eq/kg
		Alimento Composto	22,4	kg CO ₂ eq/kg
		Suplementação (Cenouras + Batatas)	0,7	kg CO ₂ eq/kg
Recria	135,3	Período Seco	0	kg CO ₂ eq/kg
		Gestação	0	kg CO ₂ eq/kg
		Aleitamento	0	kg CO ₂ eq/kg
		Recria	2,4	kg CO ₂ eq/kg
		Alimento Composto	18,5	kg CO ₂ eq/kg
		Suplementação (Cenouras + Batatas)	16,9	kg CO ₂ eq/kg
Engorda	206,5	Período Seco	0	kg CO ₂ eq/kg
		Gestação	0	kg CO ₂ eq/kg
		Aleitamento	0	kg CO ₂ eq/kg
		Recria	0	kg CO ₂ eq/kg
		Alimento Composto	17,5	kg CO ₂ eq/kg
		Suplementação (Cenouras + Batatas)	23,9	kg CO ₂ eq/kg
Total <i>Global Warming</i>		492, 69 kg CO ₂ eq/kg		

Do ponto de vista das atividades desenvolvidas que são responsáveis por uma grande parte das emissões, a produção de rações apresenta-se como um dos principais fatores para a pegada carbónica à semelhança de estudos equivalentes para o caso intensivo e extensivo. Na análise apresentada, a cevada contabiliza 45,6 kg CO₂eq/kg, 18,5 kg CO₂eq/kg para a produção de aveia, proteína de ervilha com 14,9 kg CO₂eq/kg, o trigo com 12,9 kg CO₂eq/kg e a soja com 21,9 kg CO₂eq/kg. A utilização dos valores totais esconde a proporcionalidade da utilização destes cereais. A cevada é o menor contribuidor em proporção dado que contribui com 45,6 kg CO₂eq/kg de porco, mas representa cerca de 50% da alimentação por alimento composto dos animais. No outro extremo, temos a utilização da soja que representa 21,9 kg CO₂eq/kg de porco, mas apenas perfaz cerca de 10% da alimentação. Sendo assim, uma potencial estratégia de mitigação das emissões seria a utilização de diferentes combinações de cereais

principalmente daqueles que forem produzidos a nível nacional evitando a utilização da soja. Esta conclusão aparece mencionado em artigos no estado da arte, como por exemplo em Eriksson et al. (2005). A utilização da soja tem também outros impactos ambientais como a desflorestação que não estão a ser analisados neste estudo.

A segunda componente responsável pela pegada carbónica é a gestão dos chorumes/camas com 12,8% das emissões totais a resultarem desta parcela com principal causa a fase da gestação e aleitamento. Uma potencial estratégia de mitigação destas emissões, sugerida em F.-X. Philippe and Nicks (2015) seria remover o estrume com mais frequência, idealmente com periodicidade diária, de forma a diminuir a libertação de emissões de gases dos suínos.

Por contraste, a componente respeitante aos alimentos compostos representa 23,1% de todas as emissões medidas em equivalente de dióxido de carbono. Neste termo, temos emissão de CH₄ e N₂O com fatores de equivalência bastante elevados a contribuírem para a parcela de 63,2 kg CO₂eq/kg.

Tendo por base as fases de crescimento dos animais, as conclusões sobre o impacto de cada estágio são em linha com o expectável, dado o elevado peso da alimentação. A fase de engorda representa uma emissão de 206,5 kg CO₂eq/kg, sendo responsável por 41,9% das emissões totais. As restantes fases estão ordenadas de forma inversa com a idade, isto é, crescimento com 135,3 kg CO₂eq/kg (27,5%), lactação com 79,6 kg CO₂eq/kg (16,2%) e finalmente a gestação com 71,2 kg CO₂eq/kg (14,5%). À semelhança da análise para as atividades, interessa perceber se a proporção absoluta das emissões está a ser enviesada pela sua duração. No entanto, é possível verificar que tal não acontece dado que na engorda e crescimento, com duração de 95 dias, os animais têm uma emissão de 2,2 kg CO₂eq/kg e 1,4 kg CO₂eq/kg diários, respetivamente. A fase da lactação é caracterizada por uma emissão de 1,2 kg CO₂eq/kg diários e finalmente a gestação totaliza 0,6 kg CO₂eq/kg por dia.

- **Cálculo CO₂eq/kg de porco**

Ao abate os animais têm média de 130 kg, então:

$$\text{Emissões/kg de Peso Vivo} = \frac{492,69}{\text{Kg peso ao abate}} = 3,8 \text{ kg CO}_2\text{eq/kg de PV (21)}$$

Considera-se que o rendimento da carcaça destes animais é 79 %, então por kg de porco temos aproximadamente 4,8 kg CO₂eq/kg de carcaça limpa.

6.6. Vantagens e limitações do OpenLCA

Dadas as limitações anteriormente identificadas para o CFTool e para o GLEAMi, o OpenLCA surgiu como alternativa para modelar de forma mais exata a exploração em estudo. Outro ponto em relação às ferramentas CFTool e GLEAM-i é que certos parâmetros de reprodução estão bastante desajustados do contexto português ou até de qualquer preocupação de bem-estar animal. A título de exemplo, o GLEAM-i considerava como parâmetro por defeito para o número de dias até à próxima parição com o valor de 24,8 dias o que está muito longe dos valores praticados na exploração intensiva de Maфра de 33 dias. Por outro lado, as ninhadas típicas são de 16 leitões que é superior ao apresentado de 11,5.

Importa também salientar outras limitações ou escolhas utilizadas na modelação. Embora todos os restantes valores tenham sido obtidos diretamente da contabilidade e em entrevista com os responsáveis do manejo dos animais, as emissões relacionadas com a palha e chorumes das camas não foi medida de forma experimental. Os valores utilizados correspondem à Tabela 7 do artigo F.-X. Philippe and Nicks (2015) que diz respeito ao sistema intensivo. Os autores de F.-X. Philippe and Nicks (2015) reuniram referências de vários trabalhos sobre a temática com valores semelhantes, mas com alguma variabilidade diária. Dado que o sistema extensivo a estudo não força os animais a estarem confinados, as palhas das camas recebem menos chorumes, resultando em menor quantidade de chorumes. A razão principal é que os animais optam por satisfazer esta necessidade no parque em campo aberto. A título comparativo, no sistema intensivo visitado de Maфра, as camas eram trocadas com frequência mínima semanal, enquanto na exploração da Herdade da Barrosinha as camas só são renovadas após dois meses nas maternidades (que corresponde com a altura de vazio sanitário). Nos parques de engorda, segue-se uma política semelhante só se fazendo a troca da palha quando os animais saem para o abate. Tendo presente esta diferença entre os dois sistemas e dado o CO_2 ser biogénico, o valor do CO_2 apresentado no artigo F.-X. Philippe and Nicks (2015) foi desconsiderado e optou-se pelo conjunto de dados completo de menor valor para a emissão de CH_4 e N_2O .

6.7. Comparação das ferramentas com a literatura

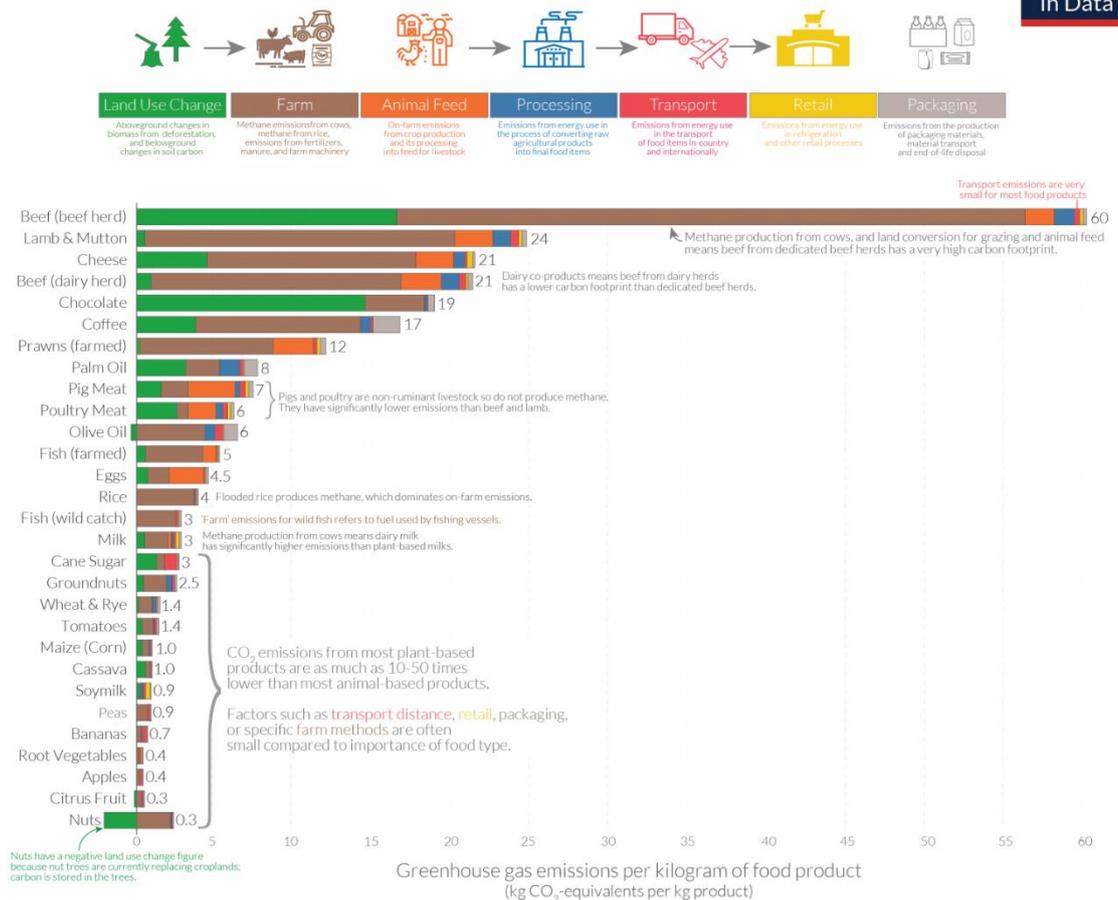
Estes valores obtidos para os sistema estudado podem ser enquadrados nos resultados de uma meta-análise massiva dos impactes da produção de alimentos publicados por *Joseph Poore* e *Thomas Nemecek*, na revista *Science* em 2018 (**Figura 9**). Esta investigação permitiu calcular a pegada de carbono do alimento, desde que é produzido até que é consumido. Foram usados dados de 119 países, assim como várias

variáveis, tais como o uso da terra (desflorestação para produzir pastagem), as emissões resultantes da produção, a alimentação para animais, o processamento do produto, o transporte, a distribuição e o embalamento.

Este estudo mostra que a quantidade de GEE gerados pelos alimentos varia consideravelmente em toda a cadeia de fornecimento de alimentos a nível global.

Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Our World in Data



Note: Greenhouse gas emissions are given as global average values based on data across 38,700 commercially viable farms in 119 countries. Data source: Poore and Nemecek (2018), Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. Images sourced from the Noun Project. OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Figura 9 – Visualização resumida dos resultados do estudo de Poore e Nemeck (2018) "Food: greenhouse gas emissions across the supply chain", publicado na revista Science (<https://ourworldindata.org/food-choice-vs-eating-local>)

Este estudo mostra que na carne de porco os fatores que influenciam a pegada de carbono são o processamento (matadouro), transporte, distribuição, embalamento e alterações do uso do solo para produzir alimento composto, dando um resultado de 7 kg CO₂eq/kg. Embora a **Figura 9** não permita avaliar as emissões por kg de porco sem contabilizar as fases após a exploração, por inspeção visual percebe-se que deveria ser um valor no intervalo entre 4 e 5. De acordo com a revisão de literatura, as explorações intensivas costumam ter valores de pegada carbónica nesta ordem de grandeza à

exceção do exemplo da exploração alemã onde os autores descontaram os efeitos do estrume por substituição de fertilizantes químicos.

Os valores apresentados neste estudo para o porco em regime extensivo para kg de peso vivo cifram-se 2,34 kg CO_2eq/kg usando a ferramenta CFTool, 3 kg CO_2eq/kg no GLEAM-i e 3,79 kg CO_2eq/kg quando implementado todo o processo no OpenLCA. Estes valores são bastante competitivos em relação aos estudos de intensivo apresentados na revisão de literatura em que o caso do México (Villavicencio-Gutiérrez et al., 2022) apresentava 3,42 kg CO_2eq/kg e no caso alemão de 3,22 kg CO_2eq/kg (Reckmann et al., 2013).

Em termos de resultados por peso de carcaça limpa, as várias ferramentas apresentam valores de 2,96 kg CO_2eq/kg (CFTool), 3,8 kg CO_2eq/kg (GLEAM-i) e 4,8 kg CO_2eq/kg (OpenLCA) que estão em linha com os resultados para o porco ibérico produzido em Espanha de 4,37-6,19 kg CO_2eq/kg consoante o horizonte temporal considerado.

7. Conclusão e trabalho futuro

A problemática atual das alterações climáticas requer um entendimento sobre os sistemas biológicos e naturais complexos e a forma como interagem no planeta. No conjunto destes sistemas, as produções de animais para consumo de carne são uma classe que requer um conhecimento mais aprofundado de forma a poder desenhar políticas efetivas de mitigação de emissões. Em particular, nesta dissertação foi estudado o caso de uma exploração extensiva com pastagem permanente que opera na região do Alentejo em modo biológico para aferir a possibilidade destes sistemas serem alternativas aos sistemas intensivos em termos de emissões.

Uma primeira contribuição é toda a descrição do sistema da Herdade da Barrosinha com todas as fases pelas quais passam os animais, bem como as condições de manejo e de alimentação, acompanhados pelos dados numéricos recolhidos com base na contabilidade da empresa. Foram conduzidos três estudos com as ferramentas CFTool, GLEAM-i e OpenLCA. O CFTool, enquanto ferramenta simplificada, permite dar apoio a agricultores e outros agentes económicos que se estão a iniciar no cálculo de métricas de sustentabilidade dado exigir uma quantidade relativamente pequena de dados. Concluiu-se uma pegada carbónica de 2,34 kg CO_2eq/kg de peso vivo, que fica substancialmente abaixo dos valores típicos encontrados na literatura. Esta contribuição é útil para os vários agentes económicos, embora deva ser encarada com reserva dadas as limitações da aplicação.

Na sequência da análise com o CFTool, foi apresentado um estudo equivalente com a ferramenta GLEAM-i que, apesar de manter alguma simplicidade no uso, possui mais opções para aproximar a análise do caso real e comparar diretamente os sistemas intensivos e extensivos com todos os parâmetros relativos a estas explorações. Os resultados indicam que a exploração extensiva, embora com um menor rendimento por hectare, tem uma menor pegada carbónica correspondendo a 12,5% do regime intensivo hipotético quando usada a unidade funcional de kg de carne de peso vivo. O software GLEAM-i permite também calcular as emissões por kg de proteína, verificando-se se a menor produtividade do sistema extensivo tem efeitos nesta unidade de medida. A conclusão aponta para que o extensivo tenha uma pegada correspondente a 21% da pegada do intensivo. É de realçar que esta comparação difere em muito dos estudos apresentados na revisão de literatura desta dissertação.

Uma última contribuição desta dissertação foi a implementação no programa OpenLCA que permite uma representação mais fidedigna de todas as características da Herdade da Barrosinha. O valor das emissões cifra-se em 3,8 kg CO_2eq/kg de peso vivo, o que está em linha com os valores calculados para os regimes intensivo em vários locais do planeta, como apresentado na revisão bibliográfica. Este valor aponta que o regime em sistema extensivo pode ser competitivo a nível de produção e emissões com a desvantagem de uma maior ocupação de área. No entanto, existem outros benefícios tipicamente apontados a este sistema como a manutenção de biodiversidade, proteção de espécies de flora autóctone (caso do sobreiro em Portugal) que não podem ser negligenciadas, apesar de terem ficado fora do âmbito desta análise. Os resultados do OpenLCA apontam também a fase de engorda como a parcela mais poluente na pegada final com grande impacto atribuído ao uso de alimentos compostos com soja que tem de ser importada. Uma medida de diminuição da pegada associada a este sistema poderia passar por encontrar alternativas para a constituição destas farinhas.

A presente dissertação deixa algumas direções possíveis de trabalho futuro. Em primeiro lugar, nem todos os processos e fluxos estão disponíveis no OpenLCA para a geografia portuguesa ou para a classificação biológica dos produtos. A introdução destes parâmetros na base de dados do OpenLCA pode melhorar a precisão do estudo eliminando muitas das simplificações escolhidas ao modelar processos pelos elementos mais próximos da base de dados. Outro tópico que merece maior investigação é o impacto dos chorumes na pegada total. No presente estudo, foram considerados valores originalmente obtidos em regime intensivo, devido à inexistência de estudos para sistemas baseados em pastoreio. De futuro será importante conduzir ensaios experimentais ou utilizar modelos, como por exemplo os fornecidos pelo IPCC (Hatfield et al., 2006), para encontrar fatores de emissão adaptados à realidade dos sistemas

extensivos. Uma última limitação é a inexistência de processos unitários como a autoprodução de energia fotovoltaica e processos representativos das várias vacinas. As emissões relativas à energia fotovoltaica contabilizam também a componente de distribuição e conversão de potência que não acontecem aquando de produção no próprio local de consumo. Para modelar as vacinas foi utilizado um processo de ácido ascórbico que é um componente dos tipos de fármacos utilizados mas não completamente representativo dos constituintes de cada vacina. Pode concluir-se, por todas as modelações feitas utilizando processos que tendem a ser mais poluentes, que a pegada apresentada deverá ser uma estimativa por excesso. Acesso a processos unitários mais representativos pode tornar a avaliação ainda mais favorável para o sistema em estudo.

Para além destas limitações, a presente dissertação levanta ainda novas questões a serem consideradas como trabalho futuro. Em primeiro lugar, dada a geografia influenciar bastante as emissões, poderia ser executada uma análise semelhante para explorações de suínos intensivas em Portugal de forma a ter uma comparação mais justa e uma aferição do verdadeiro diferencial de emissões se for alterado um sistema de produção de um regime para o outro. Adicionalmente, seria útil realizar uma análise semelhante para uma exploração intensiva em modo biológico na mesma região. Tal análise permitiria separar os efeitos na pegada do cariz extensivo da produção para uma mesma geografia, uma vez que haveria uma análise comparativa de duas explorações em modo biológico que diferiam apenas no carácter extensivo ou intensivo da produção. No contexto deste tese, foi apenas possível comparar o sistema estudado com valores de referência internacionais, dado que modelar sistemas intensivos é um tema completo para outra dissertação. Um segundo ponto que merece uma investigação mais profunda prende-se com o sequestro de carbono aplicado pela prática de ter os animais com pastagem permanente. No artigo de Theurl et al. (2020), mencionado na revisão bibliográfica, outros sistemas equivalentes para ruminantes atingem até valores negativos se considerado este efeito, o que poderá apresentar-se como uma estratégia de combate em vez de mitigação. Porém, os efeitos mecânicos dos suínos no solo em regimes extensivos teria que ser levado em consideração, por forma a verificar se existiria um balanço positivo ou negativo de acumulação de carbono.

8. Referências Bibliográficas

- Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M., & Marchesano, K. (2019). Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, 105, 525–543.
- APA. (2021). *Inventário Nacional de Emissões 2021 - Agência Portuguesa do Ambiente*. APA, Amadora.
- Augere-granier, M.-L. (2020). The EU pig meat sector. Em *European Parliamentary Research Service*. European Commission, Alemanha.
- Bellini, S. (2021). 7. The pig sector in the European Union. Em *Understanding and combatting African Swine Fever* (pp. 183–195). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Cardenas, A. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031*. OECD's iLibrary and FAO Document Repository, Luxembourg.
- Cerquiglini, C., Banti, V., & Hart, N. (2016). Food Outlook - Biannual report on global food markets. Em *FAO Trade and Markets Division*. Rome.
- Cheng, M., McCarl, B., & Fei, C. (2022). Climate change and livestock production: a literature review. *Atmosphere*, 13(1), 140.
- Cool Farm Alliance. (2022). *Cool Farm Tool*. Copyright 2013-2023. <https://app.coolfarmtool.org/account/login/?next=/>, visitado em 10.01.2023
- Eriksson, I. S., Elmquist, H., Stern, S., & Nybrant, T. (2005). Environmental systems analysis of pig production: The impact of feed choice. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10(2), 143–154.
- FAO. (2007). The state of food and agriculture paying farmers for environmental services. Em *The State of Food and Agriculture*. FAO, Roma. <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>
- FAO. (2009). Livestock in the balance - The state of food and agriculture. Em *The State of Food And Agriculture - Livestock in the balance*. FAO, Roma. <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>
- FAO. (2022). *Global Livestock Environmental -Assessment Model*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>
- Ferrão, P. C. (2012). Ecologia industrial: princípios e ferramentas. Em *Engenharia Sanitária e Ambiental* (1ª Edição, 2009, Vol. 17). IST Press, Lisboa.
- FPAS. (2020). Balanço Anual da Suinicultura Portuguesa - 2020. Em *Federação Portuguesa da Associação de Suinicultores*. Montijo.

- Gabriel, M. M. (2022). *CERTIS - Controlo e Certificação, LDA*. www.Certis.pt, visitado a 28.12.2022.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Greendelta. (2022). OpenLCA. Em *Copyright* 2022. <https://www.openlca.org/download/>, visitado a 15.02.2022
- Groenigen, K. J., Osenberg, C. W., & Hungate, B. A. (2011). Increased soil emissions of potent greenhouse gases under increased atmospheric CO₂. *Nature*, 475(7355).
- Hatfield, J. L., Johnson, D. E., Bartram, D., Gibb, D., & Martin, J. H. (2006). *Chapter 10 - Emissions from livestock and manure management - IPCC2006*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.
- Henson, J., Price, H., Williamson, S., & McKeith, A. G. (2018). Effects of Various Levels of Protein, Lysine, Fat, and Fiber on Swine Growth and Pork Quality. *Meat and Muscle Biology*, 1(3).
- Hollas, C. E., Bolsan, A. C., Chini, A., Venturin, B., Bonassa, G., Cândido, D., Antes, F. G., Steinmetz, R. L. R., Prado, N. v., & Kunz, A. (2021). Effects of swine manure storage time on solid-liquid separation and biogas production: A life-cycle assessment approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111472.
- Hörtenhuber, S. J., Schaubberger, G., Mikovits, C., Schönhart, M., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Anders, I., Andre, K., & Hennig-Pauka, I. (2020). The effect of climate change-induced temperature increase on performance and environmental impact of intensive pig production systems. *Sustainability*, 12(22), 9442.
- Huijbregts, et al. (2017). *ReCiPe 2016 v1.1 - A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level*. National Institute for Public Health and the Environment, Netherlands.
- INE. (2020). *Recenseamento Agrícola 2019 - resultados preliminares*. www.ine.pt, visitado em 27.03.2022
- ISO 14044. (2006). ISO 14044:2006(en), Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Em *International Organization for Standardization*. Geneva.
- Lamnatou, C., Ezcurra-Ciauriz, X., Chemisana, D., & Plà-Aragonés, L. M. (2022). Life Cycle Assessment (LCA) of a food-production system in Spain: Iberian

- ham based on an extensive system. *Science of The Total Environment*, 808, 151900.
- Lee, B. X., Kjaerulf, F., Turner, S., Cohen, L., Donnelly, P. D., Muggah, R., Davis, R., Realini, A., Kieselbach, B., & MacGregor, L. S. (2016). Transforming our world: implementing the 2030 agenda through sustainable development goal indicators. *Journal of public health policy*, 37, 13–31.
- Lyu, Y., Raugei, M., Zhang, X., Mellino, S., & Ulgiati, S. (2021). Environmental cost and impacts of chemicals used in agriculture: An integration of energy and Life Cycle Assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111604.
- Malhi, G. S., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability*, 13(3), 1318.
- McAuliffe, G. A., Chapman, D. v, & Sage, C. L. (2016). A thematic review of life cycle assessment (LCA) applied to pig production. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 12–22.
- McLeod, A. (2011). *World livestock 2011-livestock in food security*. Food and agriculture organization of the united nations (FAO), Nepal.
- Mitloehner, F. (2019). What is carbon sequestration and how does it work? *Clear Center Newsletter*. <https://clear.ucdavis.edu/explainers/what-carbon-sequestration>, visitado a 18.07.2022
- Morais, T. G., Teixeira, R. F. M., & Domingos, T. (2018). The effects on greenhouse gas emissions of ecological intensification of meat production with rainfed sown biodiverse pastures. *Sustainability*, 10(11), 4184.
- Morais, T. G., Teixeira, R. F. M., Lauk, C., Theurl, M. C., Winiwarter, W., Mayer, A., Kaufmann, L., Haberl, H., Domingos, T., & Erb, K.-H. (2021). Agroecological measures and circular economy strategies to ensure sufficient nitrogen for sustainable farming. *Global Environmental Change*, 69, 102313.
- Morais, T. G., Teixeira, R. F. M., Rodrigues, N. R., & Domingos, T. (2018). Carbon footprint of milk from pasture-based dairy farms in Azores, Portugal. *Sustainability*, 10(10), 3658.
- Ndue, K., & Pál, G. (2022). Life Cycle Assessment Perspective for Sectoral Adaptation to Climate Change: Environmental Impact Assessment of Pig Production. *Land*, 11(6), 827.
- Noya, I., Villanueva-Rey, P., González-García, S., Fernandez, M. D., Rodriguez, M. R., & Moreira, M. T. (2017). Life Cycle Assessment of pig production: A case study in Galicia. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4327–4338.

- Patience, J., & Engele, K. (2005, Novembro 7). *Consumo de Água*. https://www.3tres3.com.pt/artigos/consumo-de-agua_408/, visitado a 11.06.2022
- Philippe, F.-X., & Nicks, B. (2015). Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 10–25.
- Quercus. (2021, Março 6). *Tipos de Agricultura Sustentável*. <https://quercus.pt/tipos-de-agricultura-sustentavel/>, visitado a 06.03.2021
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.-P., Suh, S., Weidema, B. P., & Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment international*, 30(5), 701–720.
- Reckmann, K., Traulsen, I., & Krieter, J. (2013). Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany. *Livestock Science*, 157(2–3), 586–596.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2(2), 1–8.
- Ruckli, A. K., Dippel, S., Durec, N., Gebaska, M., Guy, J., Helmerichs, J., Leeb, C., Vermeer, H., & Hörtenhuber, S. (2021). Environmental sustainability assessment of pig farms in selected european countries: Combining lca and key performance indicators for biodiversity assessment. *Sustainability*, 13(20).
- Sands, R. (2022). Climate Change. Em *Economic Research Service U.S. Department of Agriculture*. <https://www.ers.usda.gov/topics/natural-resources-environment/climate-change/>, visitado a 08.08.2022
- Teixeira, R. (2010). *Sustainable Land Uses and Carbon Sequestration: The Case of Sown Biodiverse Permanent Pastures Rich in Legumes*. Doctoral dissertation, Instituto Superior Técnico.
- Teixeira, R., Domingos, T., Canaveira, P., Avelar, T., Basch, G., Belo, C. C., Calouro, F., Crespo, D., Ferreira, V. G., & Martins, C. (2008). Carbon sequestration in biodiverse sown grasslands. *Options Méditerranéennes– Sustainable Mediterranean Grasslands and Their Multi-Functions*, A-79, 123–126.
- Teixeira, R., Domingos, T., Fernandes, S. C., Paes, P., & de Carvalho, A. N. (2010). Promoting innovative solutions for soil carbon sequestration: the case of sown biodiverse pastures in Portugal. *Proceedings of the Gira*, 9–10.
- Theurl, M. C., Lauk, C., Kalt, G., Mayer, A., Kaltenegger, K., Morais, T. G., Teixeira, R. F. M., Domingos, T., Winiwarter, W., Erb, K. H., & Haberl, H. (2020). Food

systems in a zero-deforestation world: Dietary change is more important than intensification for climate targets in 2050. *Science of the Total Environment*, 735.

Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., & Rocha, J. (2021). Evolution of agricultural production in Portugal during 1850–2018: A geographical and historical perspective. *Land*, 10(8).

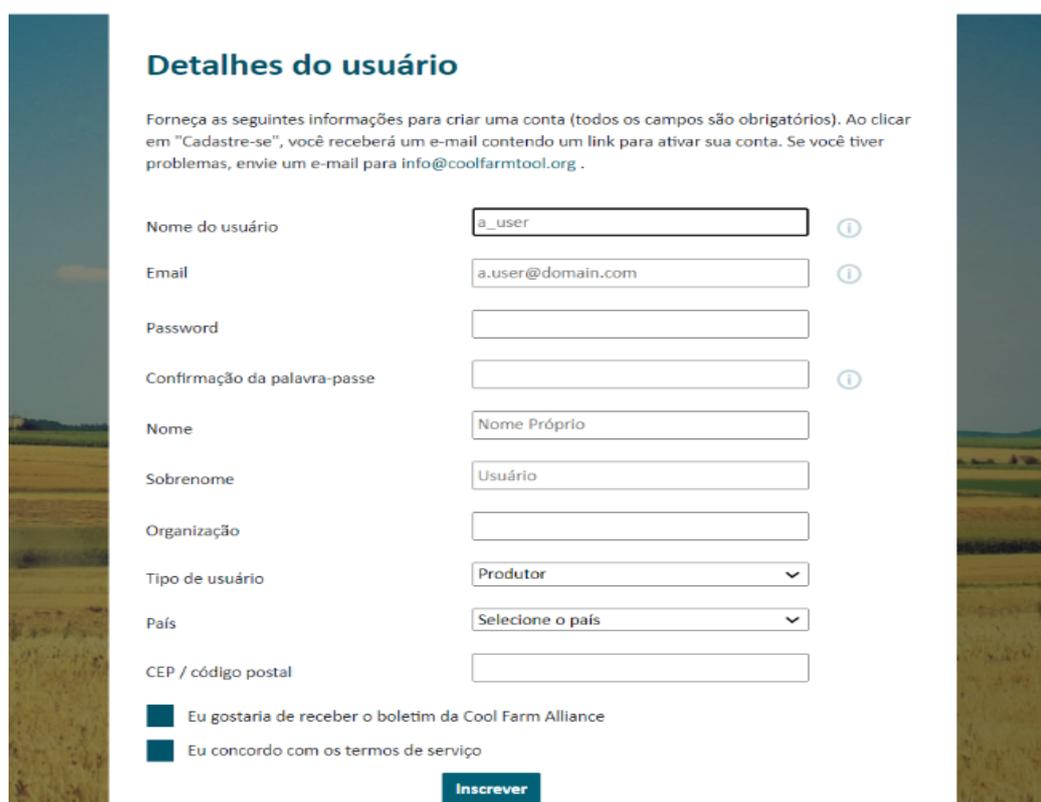
Villavicencio-Gutiérrez, M. R., Rogers-Montoya, N. A., Martínez-Campos, R., Gómez-Tenorio, G., & Martínez-Castañeda, F. E. (2022). The environmental performance of different pork production scenarios: a life cycle assessment study. *Tropical Animal Health and Production*, 54(1).

Zira, S., Rydhmer, L., Ivarsson, E., Hoffmann, R., & Rööös, E. (2021). A life cycle sustainability assessment of organic and conventional pork supply chains in Sweden. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 21–38.

Anexo A

Guia para acesso ao site do Cool Farm Tool v1.5.1

Quando acedemos ao site do Cool Farm Tool (<https://app.coolfarmtool.org/account/register/>), e para explorar a ferramenta é necessário preencher o formulário, como podemos observar na **Figura 10**. Após criar conta o site remete-nos para o “login”, como se pode ver na **Figura 11**. Na página de login, no separador “Minhas avaliações” existem 3 submenus dentro de 3 menus para escolher. As opções são: Culturas (todas as culturas, específico para batatas e específico para o arroz); pecuária (corte (carne); laticínios e outros animais) e o último menu que faz a avaliação de toda a fazenda (biodiversidade), como se pode observar na **Figura 12**.



Detalhes do usuário

Forneça as seguintes informações para criar uma conta (todos os campos são obrigatórios). Ao clicar em "Cadastre-se", você receberá um e-mail contendo um link para ativar sua conta. Se você tiver problemas, envie um e-mail para info@coolfarmtool.org.

Nome do usuário	<input type="text" value="a_user"/>	?
Email	<input type="text" value="a.user@domain.com"/>	?
Password	<input type="password"/>	
Confirmação da palavra-passe	<input type="password"/>	?
Nome	<input type="text" value="Nome Próprio"/>	
Sobrenome	<input type="text" value="Usuário"/>	
Organização	<input type="text"/>	
Tipo de usuário	<input type="text" value="Produtor"/>	
País	<input type="text" value="Selecione o país"/>	
CEP / código postal	<input type="text"/>	

Eu gostaria de receber o boletim da Cool Farm Alliance

Eu concordo com os termos de serviço

Figura 10 – Preenchimento do formulário para acesso ao site <https://app.coolfarmtool.org/account/register/>



Figura 11 – Log in no site <https://app.coolfarmtool.org/account/login/?next=/>

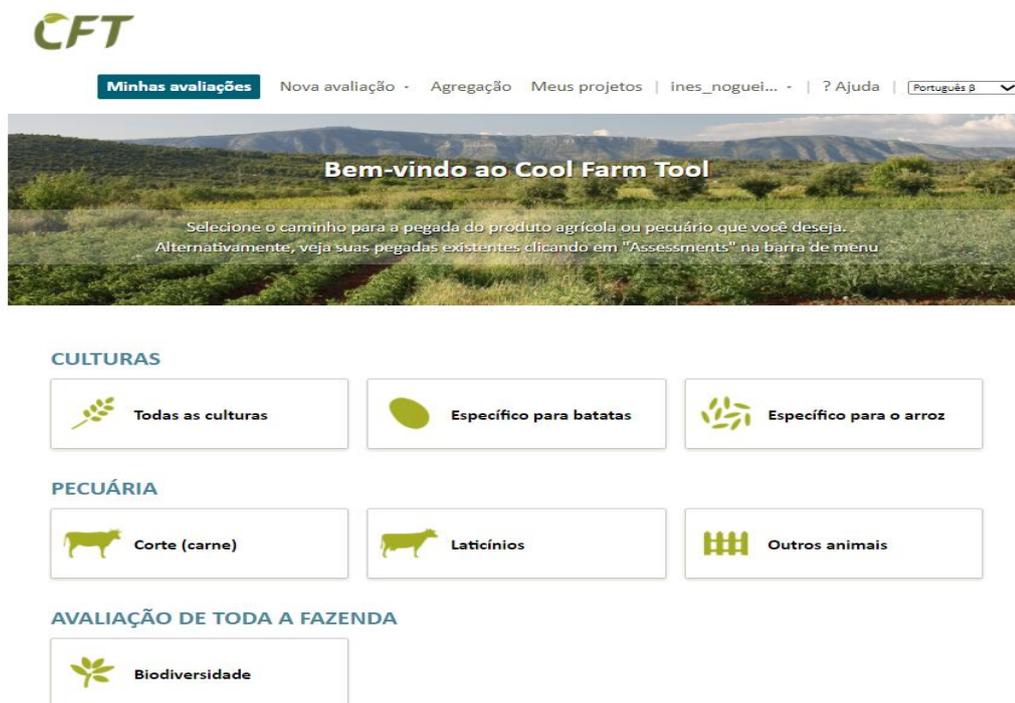


Figura 12 - Menu de introdução da página Cool Farm Tool

No separador “ines_nogueira” (corresponde ao nome atribuído quando se preenche o formulário) selecionamos “configurações da fazenda” (Figura 13).

Após seleção, somos direcionados para o preenchimento das configurações da fazenda, onde é necessário identificar: o local (identificando no mapa), o clima, definir a temperatura média anual, o tamanho da quinta (pequeno, médio, grande), a intensidade (baixo, médio, alta – foi escolhido média, varia entre 500-3000€/ha), a especialização: suínos/outros, e a identificação da fazenda: Herdade da Barrosinha (**Figura 14**).

Após preenchimento dos dados da “fazenda”, vamos novamente à barra de menu e escolhemos o separador “nova avaliação” onde iremos selecionar a categoria “outros animais” (**Figura 15**). Os quatro separadores seguintes sobre Informação Geral, Rebanho e Alimentação, Energia e Processamento e Transporte permitem preencher a informação relativa à nossa análise (**Figura 16**).

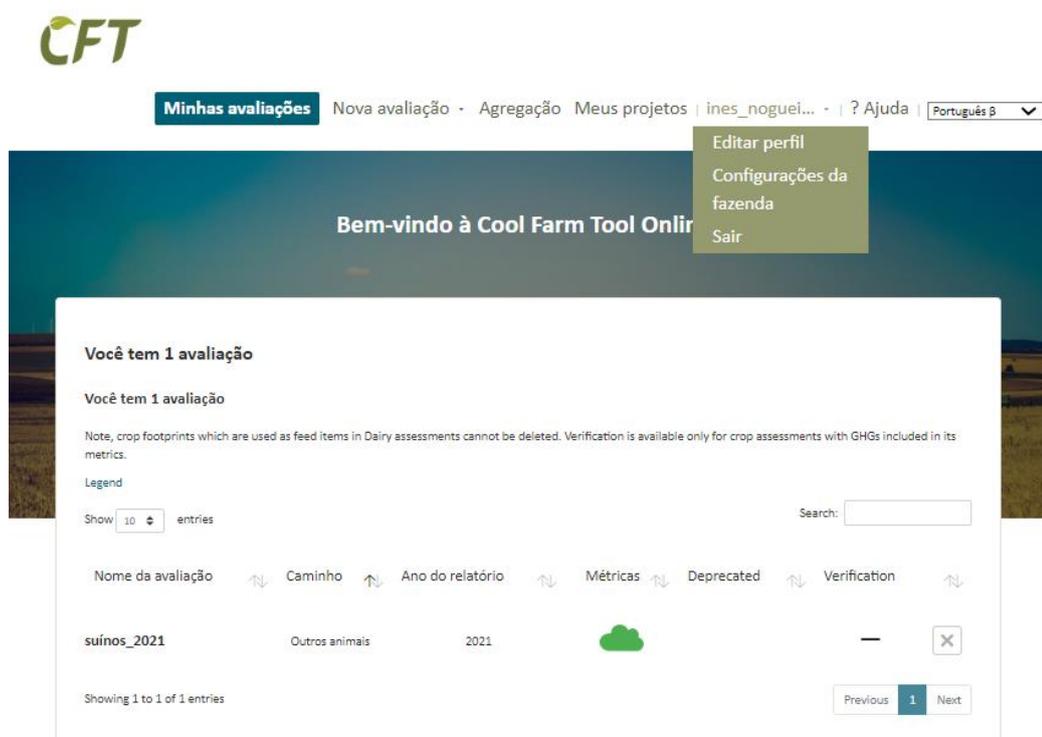


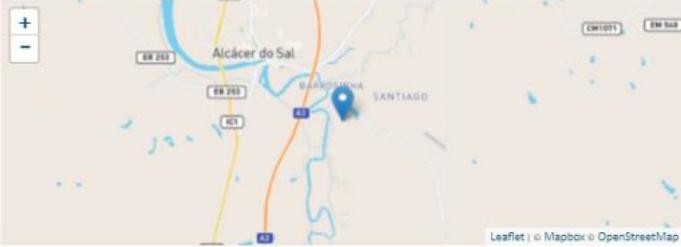
Figura 13 Acesso ao menu “Configurações da Fazenda”

Configurações da fazenda

Especifique as características da terra onde a cultura selecionada é cultivada. As características da área de cultivo têm efeitos diretos sobre a pegada de carbono da cultura.

Fazenda:

País:



Lat / lon: [Mostrar informações detalhadas](#)

Clima:

Temperatura média anual: [Mostrar detalhes de geofootprint](#)

Tamanho (opcional):

Intensidade (opcional):

Especialização (opcional):

Identificador da Fazenda (opcional):

[Personalizar as propriedades da carne bovina](#)

Figura 14 – Configurações da Fazenda

Todas as culturas

Específico para batatas

Específico para o arroz

Corte (carne)

Laticínios

Outros animais

Biodiversidade

Configuração

Especifique as características sobre a produção de carne

Fazenda:

País:



Lat / lon:

Clima:

Temperatura média anual:

Tamanho (opcional):

Intensidade (opcional):

Especialização (opcional):

Identificador da Fazenda (opcional):

Figura 15 – Nova avaliação – Outros animais

suínos_2021

Outros Animais · Suínos · Produto acabado: 13.000 unidades · Variedade: ~

[Compartilhar](#) [Mais...](#)

Geral

Rebanho e alimentação

Energia e processamento

Transporte

Resultados

100%
Completo

1. Informação geral

Entre nas propriedades básicas de pecuária para começar.

Tipo de criação de bovinos

Suínos

Ano

2021

Nome da avaliação

suínos_2021

Quantidade de produto acabado

13.000

unidades

1.1 Co-produtos

Você produz algum co-produto?

Notas do usuário

Adicionar comentários sobre esta seção

Voltar

Salvar como

Salvar & continuar

Resumo

Variedade	Suínos
Ano	2021
Produto acabado	13.000 unidade
Emissões de GEE	
Total	3.958.308 kg CO2e
Energia e processamento	3%
Volume de águas residuais	0%
Transporte	0%
Produção de ração	93%
Manejo de esterco	0%
Fermentação entérica	4%

Figura 16 – Preenchimento do separador Geral

Ao longo do preenchimento de toda a informação necessária ao estudo, como se mostra na **Figura 16**, o lado direito da página apresenta um quadro resumo das Emissões de GEE. À medida que acrescentamos valores, as barras ganham percentagens, o que influenciará o número total de emissões e o número por unidade de produto acabado (segunda opção).

No separador Rebanho e Alimentação (**Figura 17**, **Figura 18**, **Figura 19**) os campos de preenchimento são: número de animais para cada fase (Fase Juvenil - Leitões até 50 kg; Fase Produtiva Adulta - Fêmeas reprodutoras + Machos reprodutores e Fase não-produtiva adulta - Porcos de engorda); a duração da fase; o consumo de Matéria Seca – MS em kg; o consumo de pastagem (%); a mistura do alimento composto (ingredientes) e a quantidade de pastagem (alta, média ou baixa).

Geral	Rebanho e alimentação	Energia e processamento	Transporte
-------	------------------------------	-------------------------	------------

Fase Juvenil

Número de animais: ⓘ

Duração da fase: ▾

Pastoreio

Os animais nesta fase da vida obtêm alguma nutrição do pastoreio?

Porcentagem de pastagem: % ⓘ

Tipo de pastagem: ▾

Qualidade do pastagem: ▾

Mistura de ração

1	<input type="button" value="X Remove"/>
Componente de alimentação	<input type="text" value="Temperate Grasslar"/> ▾
Porcentagem	<input type="text" value="40"/> % <input type="range" value="40"/>
2	<input type="button" value="X Remove"/>
Componente de alimentação	<input type="text" value="Trigo"/> ▾
Porcentagem	<input type="text" value="10"/> % <input type="range" value="10"/>
3	<input type="button" value="X Remove"/>
Componente de alimentação	<input type="text" value="Milho"/> ▾
Porcentagem	<input type="text" value="10"/> % <input type="range" value="10"/>

Figura 17 - Preenchimento da informação

Emissões de GEE

Total ▼
3.958.308 kg CO₂e

Energia e processamento	3%
Volume de águas residuais	0%
Transporte	0%
Produção de ração	93%
Manejo de esterco	0%
Fermentação entérica	4%

Consumo de matéria seca

DMI diário por cabeça

quilogramas ▼
ⓘ

Manejo de esterco

1
X Remover

Tipo (selecione o tipo) ▼

Porcentagem 100 %

Dias por ano ⓘ

+ adicionar manejo de esterco

(Figura 19.1– Continuação do preenchimento da informação para a Fase Juvenil)

Fase produtiva adulta

Número de animais ⓘ

Duração da fase ▾

Pastoreio

Os animais nesta fase da vida obtêm alguma nutrição do pastoreio?

Porcentagem de pastagem % ⓘ

Tipo de pastagem ▾

Qualidade do pastagem ▾

Mistura de ração

1 X Remove

Componente de alimentação ▾

Porcentagem %

2 X Remove

Componente de alimentação ▾

Porcentagem %

3 X Remove

Componente de alimentação ▾

Porcentagem %

Figura 18 - Preenchimento da informação para Fase produtiva adulta

X Remover

4

Componente de alimentação Sunflower ▼

Porcentagem 10 %

+ adicionar ração

Consumo de matéria seca

DMI diário por cabeça 25 quilogramas ▼ ⓘ

Manejo de esterco

X Remover

1

Tipo (selecione o tipo) ▼

Porcentagem 100 %

Dias por ano 365 ⓘ

+ adicionar manejo de esterco

(Figura 20.1 Continuação preenchimento da informação para Fase produtiva adulta)

Fase não-produtiva adulta

Número de animais 13000 ⓘ

Duração da fase 3 meses ▼

Pastoreio

Os animais nesta fase da vida obtêm alguma nutrição do pastoreio?

Porcentagem de pastagem 60 % ⓘ

Tipo de pastagem Pastagem aberta ▼

Qualidade do pastagem Alta ▼

Mistura de ração

X Remover

1

Componente de alimentação Batata ▼

Porcentagem 20 %

X Remover

2

Componente de alimentação Aveia ▼

Porcentagem 10 %

Figura 19 - Preenchimento da informação: Fase não-produtiva adulta

X Remover

3

Componente de alimentação ▼

Porcentagem %

X Remover

4

Componente de alimentação ▼

Porcentagem %

+ adicionar ração

Consumo de matéria seca

DMI diário por cabeça ▼ ⓘ

Manejo de esterco

X Remover

1

Tipo ▼

Porcentagem %

Dias por ano ⓘ

(Figura 21.1 – Continuação do preenchimento: Fase não-produtiva adulta)

3.1 Uso de energia

Selecione a fonte de energia e digite a quantidade de energia utilizada para este grupo de animais.

1 X Remove

Fonte:

Utilização:

Categoria: ⓘ

Rótulo:

2 X Remove

Fonte:

Utilização:

Categoria: ⓘ

Rótulo:

3.2 Águas residuais

Você tem instalações que produzem águas residuais contendo componentes orgânicos? ⓘ

Notas do usuário ⓘ

Adicionar comentários sobre esta seção

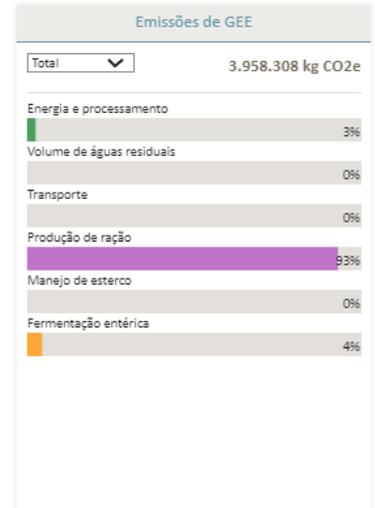


Figura 20 - Preenchimento do separador Energia e Processamento

Transporte ⓘ

1		X Remove
Modo	<input type="text" value="LGV diesel rodoviário (veículo leve de mercadoria)"/>	▼
Peso	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="toneladas"/> ▼
Distância	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="quilômetros"/> ▼
Rótulo	<input type="button" value="Adicionar Rótulo"/>	
<input type="button" value="+ Duplicar"/>		

2		X Remove
Modo	<input type="text" value="LGV diesel rodoviário (veículo leve de mercadoria)"/>	▼
Peso	<input type="text" value="1,5"/>	<input type="text" value="toneladas"/> ▼
Distância	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="quilômetros"/> ▼
Rótulo	<input type="button" value="Adicionar Rótulo"/>	
<input type="button" value="+ Duplicar"/>		

Figura 21 – Preenchimento do separador Transporte

Guia para acesso ao site do *Gleam-i v2.0*

Quando acedemos ao site do GLEAM-i, o primeiro formulário a preencher é definir a região e o país que queremos analisar (**Figura 22**). Para iniciar a análise clicar em “start simulation” e de seguida escolher a espécie animal em estudo (vaca, búfalo, ovelha, cabra, galinha e porco), observado na **Figura 23**. Seleccionamos a imagem do porco e temos para escolher três sistemas de produção (**Figura 24**):

- i) Exploração (*Backyard*): Parcialmente fechado, sem piso de cimento, ou se houver algum pavimento, este é feito com material local. Telhado e suporte feito de materiais locais (por exemplo, tijolos de barro, palha, madeira)
- ii) Intermédio (*Intermediate*): Parcialmente fechado, sem paredes (ou de um material local, se presente), piso sólido de cimento, telhado de aço e suporte
- iii) *Industrial*: Totalmente fechado, piso cimento ripado, telhado e suporte de aço, tijolo, cimento, paredes de aço ou madeira.

Os sistemas que escolhemos foram a quinta e o industrial, para podermos comparar os dois no final da análise.

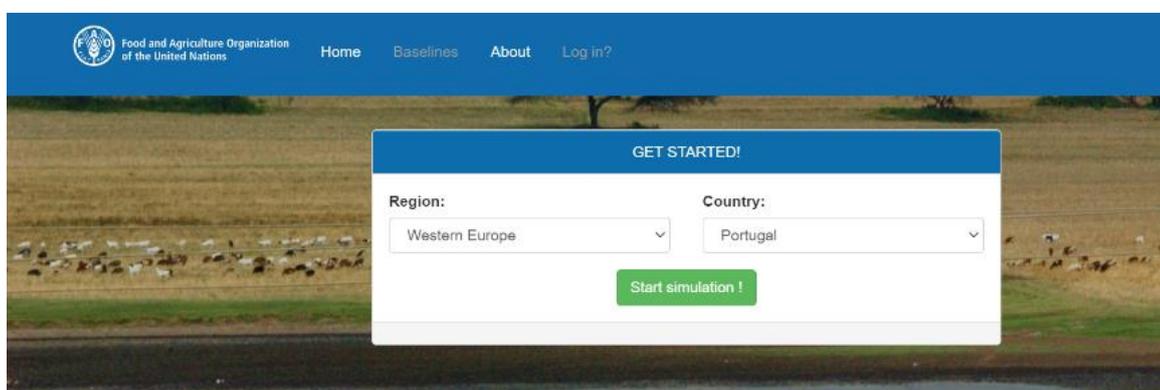


Figura 22 – Acesso inicial ao site <https://gleami.apps.fao.org/>. Seleção da Região e do País.

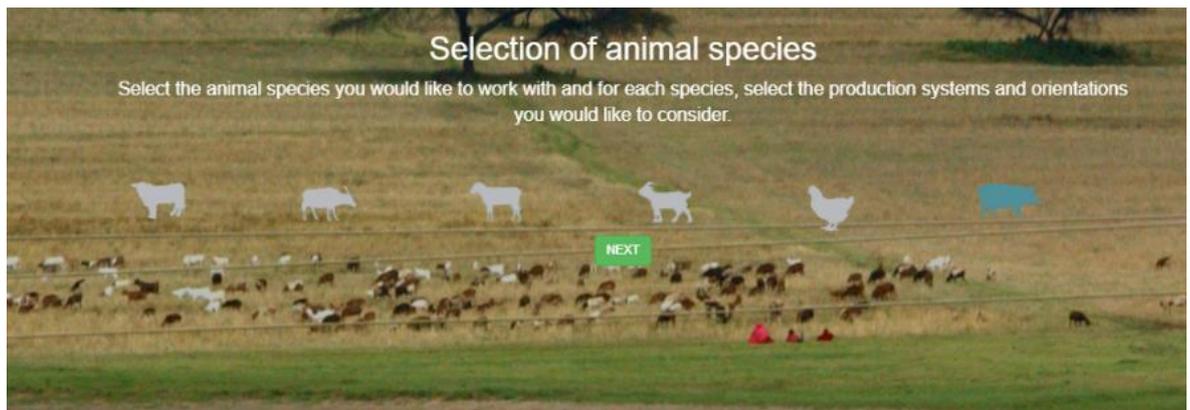


Figura 23 – Seleção da espécie animal que vamos estudar.

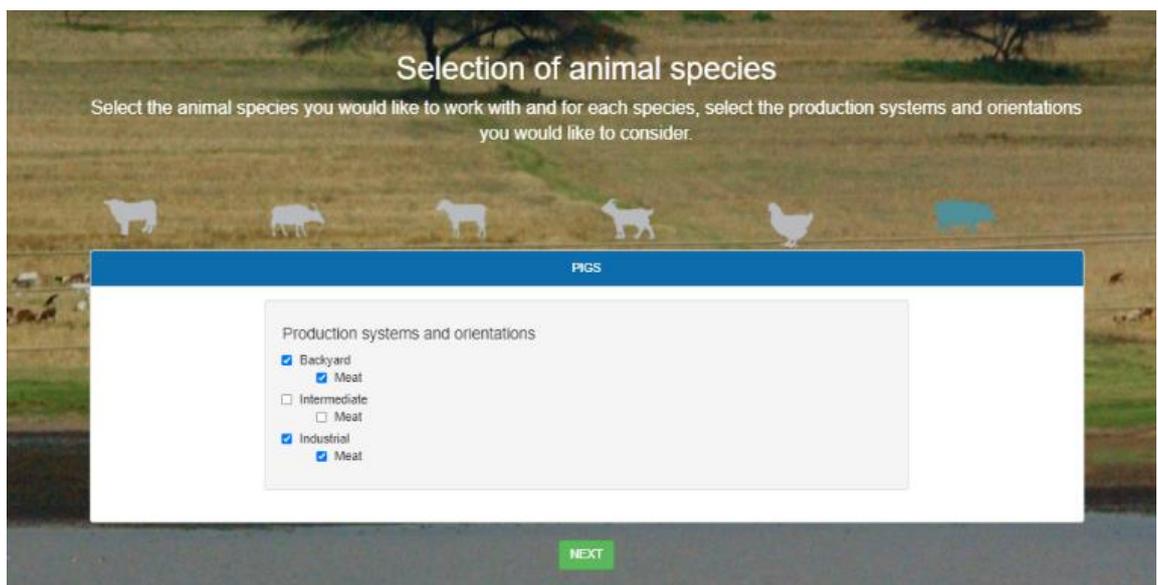


Figura 24 – Seleção dos sistemas de Produção estudo.

Após seleção dos dois sistemas de produção, o menu que se segue é a seleção dos módulos (**Figura 25**): Rebanho (*Herd*); Ração (*Feed*) e Gestão de Estrume (*Manure management*).

Cada módulo tem os seguintes parâmetros para escolher (**Figura 26**, **Figura 27**, **Figura 28**):

- Rebanho: número de animais, peso, mortalidade e fertilidade, produção;
- Alimentação: porcos (alimentação da quinta, alimentação intermedia e industrial);
- Estrume.

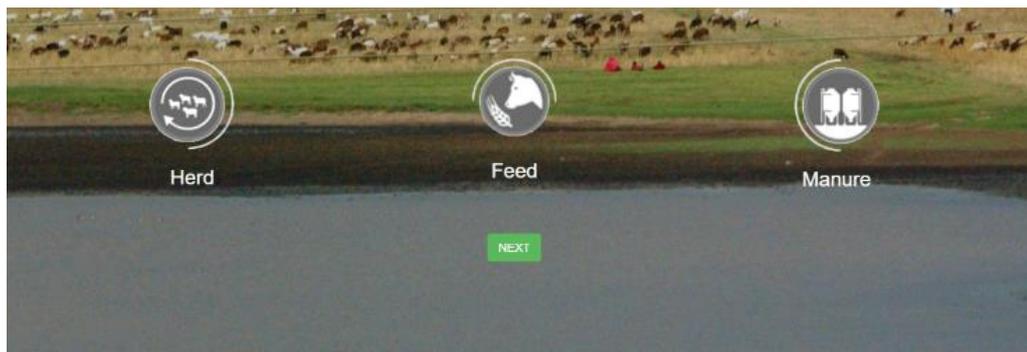


Figura 25 – Seleção dos parâmetros a estudar por módulos.

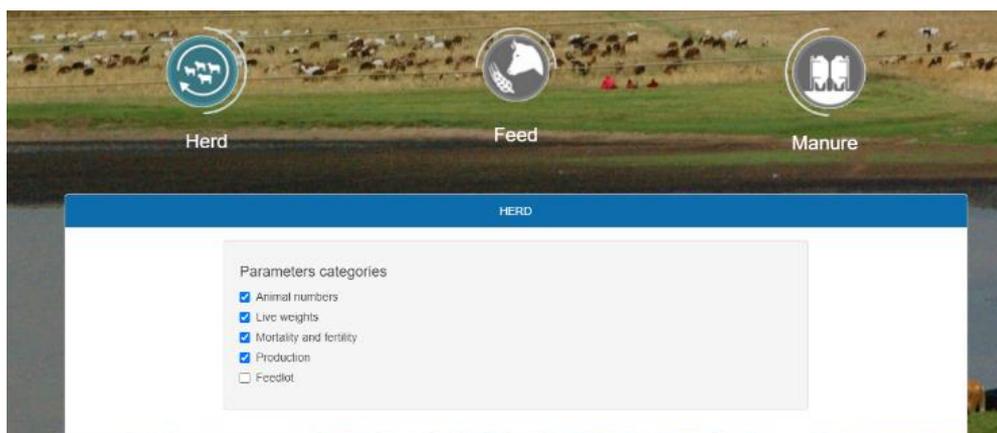


Figura 26 – Módulo Rebanho

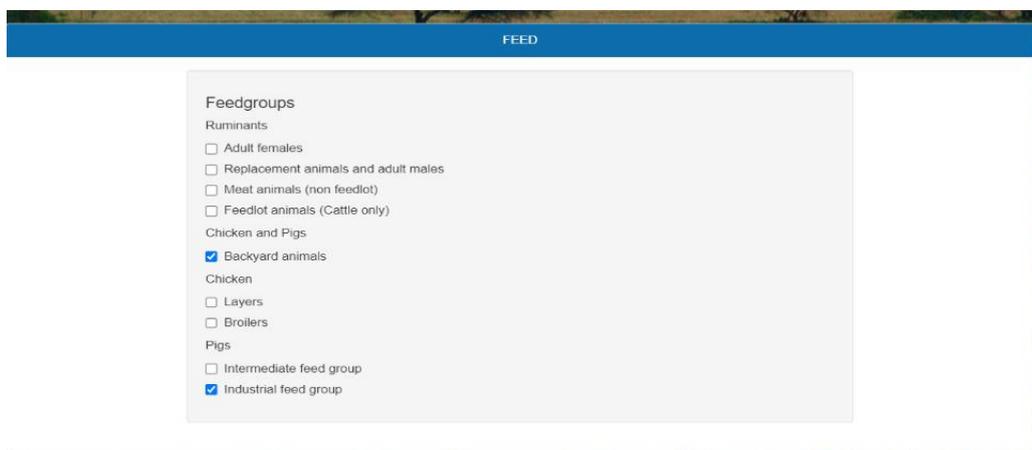


Figura 27 – Seleção da Alimentação

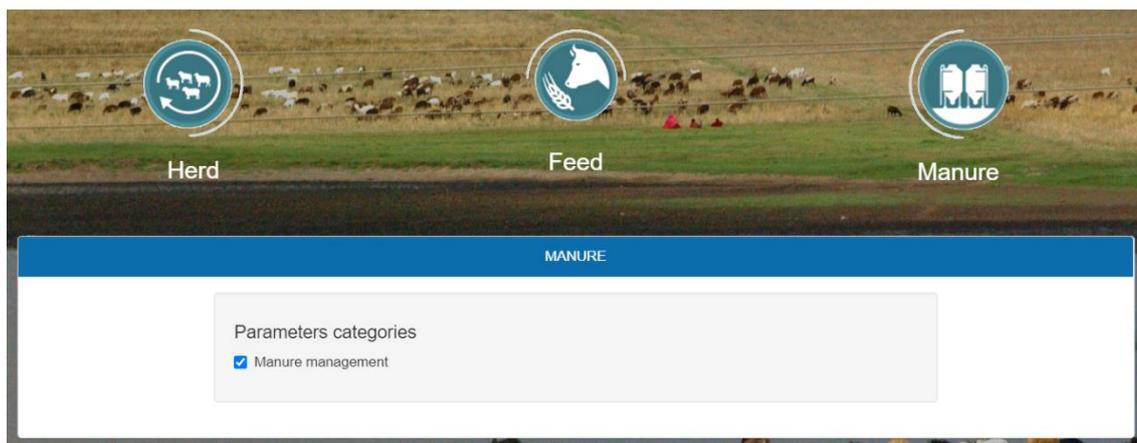


Figura 28 – Módulo da Produção de Estrume

O passo seguinte foi criar uma linha de base de dados ou selecionar uma que já tenhamos criado (**Figura 29**).

Deste modo clicamos em “*skip*” e somos direcionados para o menu da **Figura 30** onde criámos os dois cenários em análise: extensivoBio e intensivo.

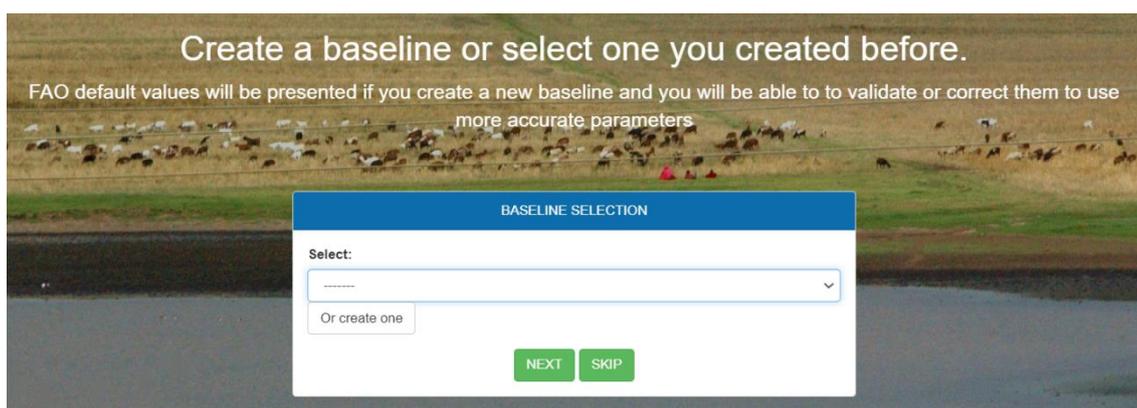


Figura 29 – Seleção da linha de base. Sem linha base - Skip

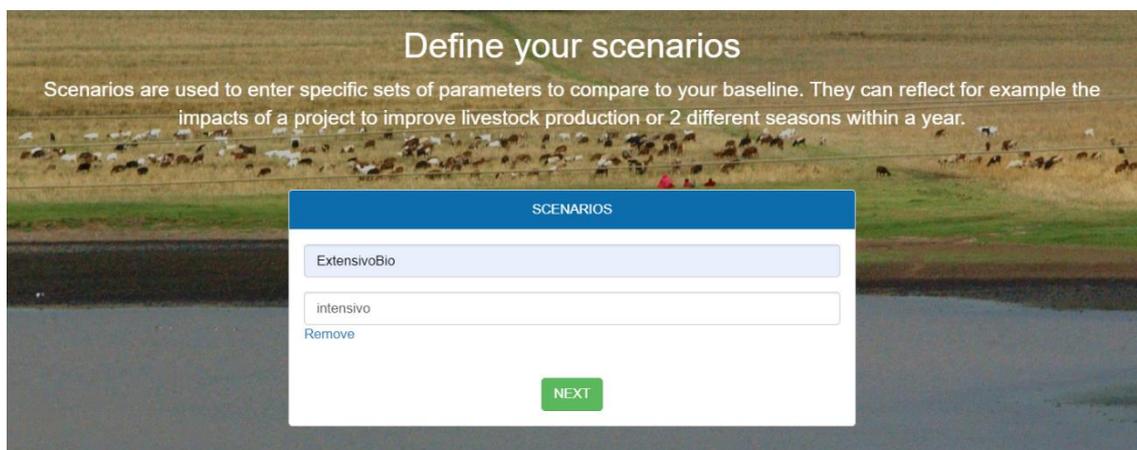


Figura 30 – Definir cenários

No ecrã aparece uma tabela para preenchermos com valores dos sistemas de produção já definidos. Primeiro escolhemos a opção *Backyard* para introduzir valores na coluna do extensivoBio (**Figura 31**), deixando a coluna do intensivo a zeros. Depois trocamos o indicador para Industrial e preenchemos a coluna do intensivo (**Figura 32**).

system	orientation	parameter	unit	default	ExtensivoBio	intensivo
Backyard	Meat	Number of animals (Adult Males)	#	744.00	6	0
Backyard	Meat	Number of animals (Adult Females)	#	11,166.00	200	0
Backyard	Meat	Daily weight gain of fattening animals	kg/day	0.40	1	0
Backyard	Meat	Weight of weaned piglets	kg	6.00	30	0
Backyard	Meat	Weight at birth	kg	1.00	1	0
Backyard	Meat	Live weight (Adult Males)	kg	120.00	300	0
Backyard	Meat	Live weight (Adult Females)	kg	105.00	150	0
Backyard	Meat	Live weight of animal at slaughter (Fattening animals for meat production)	kg	90.00	135	0
Backyard	Meat	Gestation period duration	day	115.00	116	0
Backyard	Meat	Weaning age	day	50.00	65	0
Backyard	Meat	Lactation period duration	day	50.00	65	0
Backyard	Meat	Mortality of fattening animals	%	3.00	3	0
Backyard	Meat	Replacement rate of males	%	10.00	50	0
Backyard	Meat	Mortality rate of weaned piglets	%	5.00	4	0
Backyard	Meat	Days between parturition and next pregnancy	day	63.13	86	0
Backyard	Meat	Litter size	#	9.00	10	0
Backyard	Meat	Replacement rate of adult females	%	10.00	14	0
Backyard	Meat	Fertility of adult females	#/year	1.60	1.6	0
Backyard	Meat	Death rate of young females	%	17.00	10	0
Backyard	Meat	Death rate of adult animals	%	2.00	5	0

Figura 31 – Introdução dos dados dos animais para Backyard - extensivoBio

Herd: Pigs datasets									
Industrial									
system	orientation	parameter	unit	default	ExtensivoBio	intensivo			
Industrial	Meat	Number of animals (Adult Males)	#	6,333.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>			
Industrial	Meat	Number of animals (Adult Females)	#	158,331.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="750"/>			
Industrial	Meat	Weight of weaned piglets	kg	7.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>			
Industrial	Meat	Weight at birth	kg	1.20	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>			
Industrial	Meat	Daily weight gain of fattening animals	kg/day	0.66	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.5"/>			
Industrial	Meat	Live weight (Adult Females)	kg	225.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="150"/>			
Industrial	Meat	Live weight (Adult Males)	kg	265.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="300"/>			
Industrial	Meat	Live weight of animal at slaughter (Fattening animals for meat production)	kg	116.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="120"/>			
Industrial	Meat	Gestation period duration	day	115.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="115"/>			
Industrial	Meat	Weaning age	day	34.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="28"/>			
Industrial	Meat	Lactation period duration	day	34.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="28"/>			
Industrial	Meat	Mortality of fattening animals	%	4.70	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5"/>			
Industrial	Meat	Replacement rate of males	%	80.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="80"/>			
Industrial	Meat	Mortality rate of weaned piglets	%	3.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>			
Industrial	Meat	Days between parturition and next pregnancy	day	24.81	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="33"/>			
Industrial	Meat	Litter size	#	11.50	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="18"/>			
Industrial	Meat	Replacement rate of adult females	%	22.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="29"/>			
Industrial	Meat	Fertility of adult females	#/year	2.10	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2.1"/>			
Industrial	Meat	Death rate of young females	%	15.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>			
Industrial	Meat	Death rate of adult animals	%	3.40	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>			

Figura 32 – Introdução dos dados dos animais para Industrial - intensivo

Feed: Pigs datasets									
Backyard									
system	orientation	feedgroup	parameter	unit	default	ExtensivoBio	intensivo		
Backyard	Meat	Backyard animals	Leguminous beans	%	1.25	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="10"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from millet	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Residual plant material such as stems from banana	%	1.25	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	By-product from oil production other than soy, cottonse	%	1.38	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	FISHMEAL	%	0.05	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from wheat (Triticum aestivum).	%	2.94	<input type="text" value="9.2"/>	<input type="text" value="9.2"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from rice	%	8.75	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Crop residues from sugarcane	%	36.07	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Dry by-product from grain industries	%	6.64	<input type="text" value="10.44"/>	<input type="text" value="10.44"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Fresh grass	%		<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>		
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from barley (Hordeum vulgare)	%	2.92	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="40"/>		

Figura 33 – Dados do módulo de ração para a percentagem de cada ingrediente de alimento composto para o cenário extensivoBio

Backyard	Meat	Backyard animals	Fruit from banana trees	%	1.25	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	By-products from cottonseed	%	3.50	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Molasses	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Pellets from cassava (Manihot esculenta) roots	%	0.15	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from sorghum	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Crop residue from leguminous plants cultivation	%	2.80	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Oil palm kernel expeller	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	SYNTHETIC	%	0.02	<input type="text" value="0.06"/>	<input type="text" value="0.06"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Household food waste and other organic material used as feed	%	20.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Grains from maize (Zea mays)	%	10.75	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Beans from soy	%	0.04	<input type="text" value="7.66"/>	<input type="text" value="7.66"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	By-products from soy	%	0.25	<input type="text" value="0.4"/>	<input type="text" value="0.4"/>
Backyard	Meat	Backyard animals	Wet by-product from grain industries	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

(Figura 35.1 – Continuação do preenchimento dos dados para o alimento composto do cenário extensivoBio)

Feed: Pigs datasets									
system	orientation	feedgroup	parameter	unit	default	ExtensivoBio	intensivo		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Grains from wheat (Triticum aestivum).	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Grains from rice	%	20.00	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Crop residues from sugarcane	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Dry by-product from grain industries	%	5.00	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Fresh grass	%		<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Grains from barley (Hordeum vulgare)	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Fruit from banana trees	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	By-products from cottonseed	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Molasses	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Pellets from cassava (Manihot esculenta) roots	%	15.00	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>		
Industrial	Meat	Industrial feed group	Grains from sorghum	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Figura 34 - Dados para preenchimento do módulo de ração para a percentagem de cada ingrediente de alimento composto para o cenário intensivo

Industrial Meat	Industrial feed group	Crop residue from leguminous plants cultivation	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Oil palm kernel expeller	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	SYNTHETIC	%	2.00	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Household food waste and other organic material used as feed	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Grains from maize (Zea mays)	%	24.00	<input type="text" value="24"/>	<input type="text" value="24"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Beans from soy	%	4.00	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	By-products from soy	%	25.00	<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="25"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Wet by-product from grain industries	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Leguminous beans	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Grains from millet	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	Residual plant material such as stems from banana	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	By-product from oil production other than soy, cottonse	%	0.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Industrial Meat	Industrial feed group	FISHMEAL	%	5.00	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>

(Figura 36.1- Continuação do preenchimento dos dados do módulo de ração para a percentagem de cada ingrediente de alimento composto para o cenário intensivo)

system	orientation	parameter	unit	default	ExtensivoBio	Intensivo
Backyard	Meat	Pit storage	%	5.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Daily spread	%	5.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Anaerobic digester	%	5.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Dry lot	%	15.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Uncovered anaerobic lagoon	%	5.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Pasture/Range/Paddock	%	5.00	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>
Backyard	Meat	Short pit storage (less than 1 month)	%	15.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Solid storage	%	15.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Backyard	Meat	Liquid/Slurry	%	30.00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 35 – Dados necessários no módulo de estrume para o extensivoBio

system	orientation	parameter	unit	default	ExtensivoBio	Intensivo
Industrial	Meat	Pasture/Range/Paddock	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Short pit storage (less than 1 month)	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Solid storage	%	2.20	2.2	2.2
Industrial	Meat	Liquid/Slurry	%	9.00	9	9
Industrial	Meat	Pit storage	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Daily spread	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Anaerobic digester	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Dry lot	%	0.00	0	0
Industrial	Meat	Uncovered anaerobic lagoon	%	88.80	88.8	88.8

Figura 36 – Dados necessários no módulo de estrume para o intensivo

Obtenção dos resultados da análise no LCA

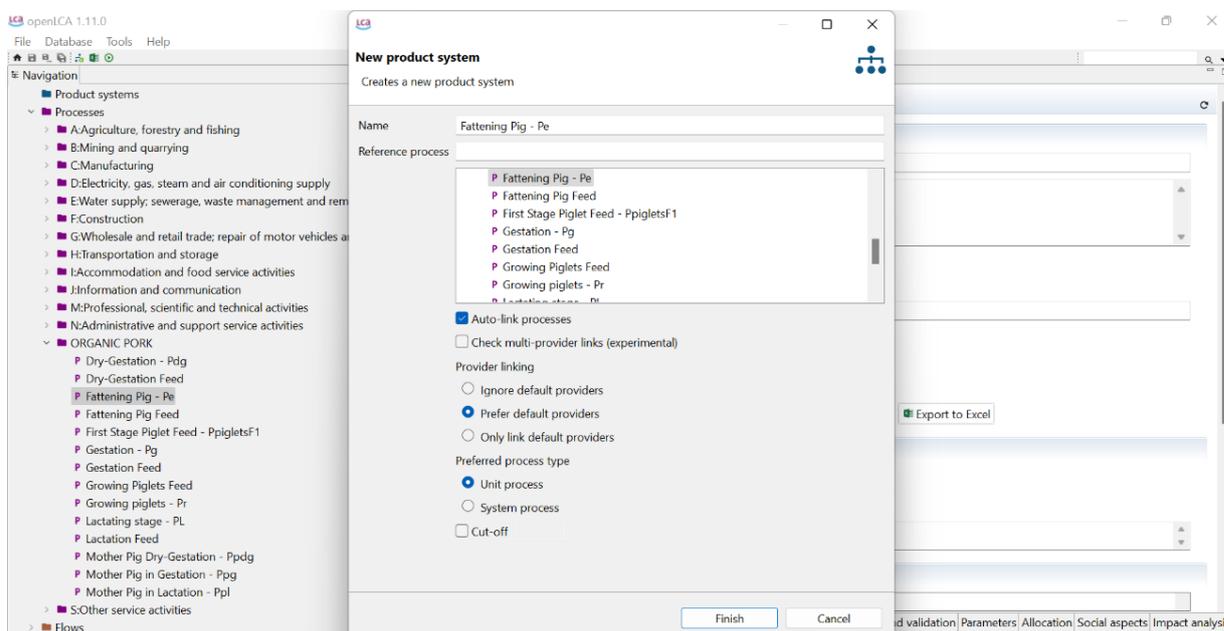


Figura 37- Criar no produto do sistema

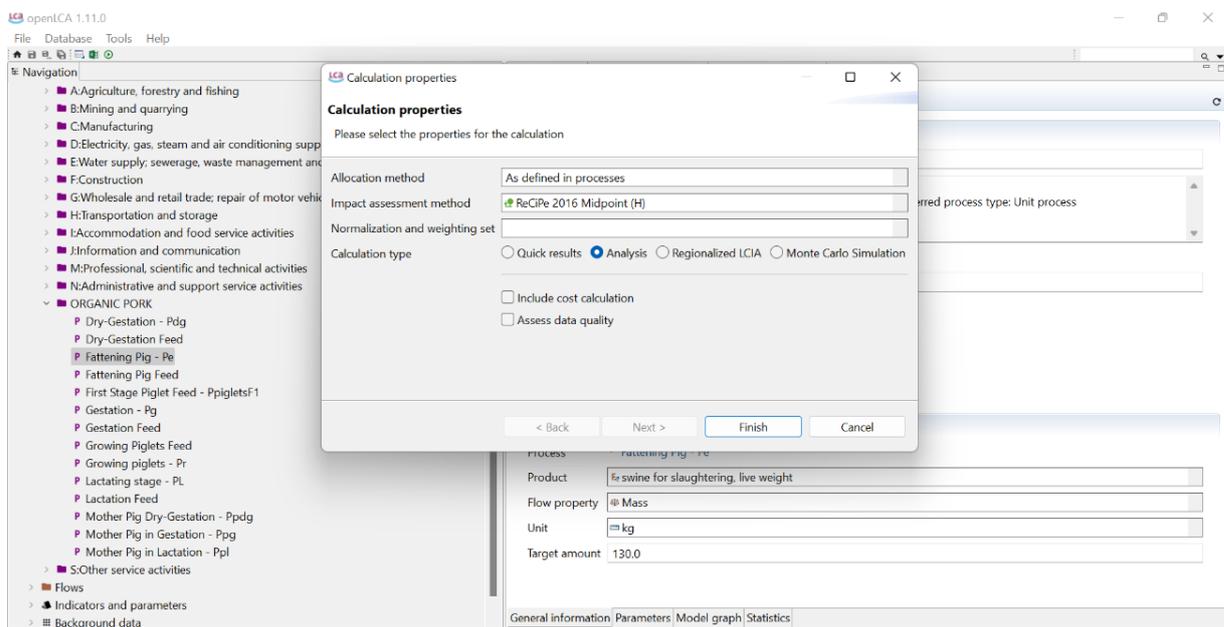


Figura 38 - Propriedades do cálculo

Anexo D

Tabelas Nutricionais da empresa que fornece o alimento composto biológico

Cereals Montoya, De Heus, SA

					
				ES-ECO-002-CM AGRICULTURA UE/NO	
Pode ser utilizado na Produção Orgânica, de acordo com Os regulamentos da UE, nº 834/2007 e R 889/2008					
PORCFEED ORGANIC PORCAS EM GESTAÇÃO GRA GRANEL					
RAÇÃO COMPOSTA DE PORCAS EM GESTAÇÃO					
COMPOSIÇÃO:					
Materia-prima Agrícola Orgânica		97.74%	Componentes e níveis analíticos		
Cevada			Umidade	10.37%	
Aveia			Cinzas	4.86%	
Farinha de soja			Proteína bruta	12.99%	
Ervilha			Óleos Brutos e Gordura	0.21%	
Óleo de soja			Fibra bruta	8.15%	
			Cálcio	0.60%	
			Fósforo	0.56%	
			Sódio	0.20 %	
			Lisina	0.63%	
			Metionina	0.19%	
M.P. No Agraria		2.06%			
Fosfato bicálcico dihidrato					
Carbonato de cálcio anhidro					
Sal marina		0.20%			
ADITIVOS (por quilo de ração)					
Vitamins, provitamins e substâncias quimicamente definido con efeito semelhante					
Vitamina A 3a672a	12.000,00UI U.I		Oligoelementos ou compostos de oligoelementos:		
Vitamina D3 3a671	2.000 U.I		Ferro (carbonato de ferro (II)) 3b101	120mg	
Vitamina E (acetato de alfa-tocofenilo) 3a700	50 mg		Cobre (sulfato de cobre (II) penta-h) 3b405	7 mg	
			Manganés (óxido de manganés (II)) 3b502	50 mg	
			Zinco (óxido de zinco) 3b603	100 mg	
			Iodo (iodato de cálcio anhidro) 3b202	1,5mg	
			Selénio (selenito sódico granulado) 3b802	0,25 mg	
Digestivos:					
Endo-1,3(4) Beta glucanasa EC 3.2.1.6	1.500 U.I				
Endo-1,4 Beta xilanasa EC 3.2.1.8	1.100 U.I				
Comercializado por: DE HEUS NUTRICIÓN ANIMAL, S.A.U. Plaza de la Mina 1, 4ª derecha -15004- A Coruña Nº Registro de Alimentação Animal: alfaESP15058001 Certificación comercialización productos ecológicos: EN TRÁMITE E-mail: pedidos@deheus.com www.deheus.com Telefonos: (+34) 910107117 y (+34) 664475554 Fabricado por: Nº Registro de Alimentação Animal: ESP02000256 Certificación producción ecológica: CM19AAE-13					
			Use dentro de quatro meses de sua fabricação LOTE Nº: PESO NETO: granel		



ES-ECO-002-CM
AGRICULTURA UE/NO

Pode ser utilizado na Produção Orgânica, de acordo com os regulamentos da UE, nº 834/2007 e R 889/2008

PORCFEED ORGANIC PORCAS EM LACTAÇÃO GRA GRANEL

RAÇÃO COMPOSTA DE PORCAS EM LACTAÇÃO

COMPOSIÇÃO:

<u>Materia-prima Agrícola Orgânica</u>	96,73%	<u>Componentes e níveis analíticos</u>	
<i>Cevada</i>		<i>Umidade</i>	10,20%
<i>Aveia</i>		<i>Cinzas</i>	5,69%
<i>Ervilha</i>		<i>Proteína bruta</i>	15,47%
<i>Trigo</i>		<i>Óleos Brutos e Gordura</i>	2,29%
<i>Farinha de soja</i>		<i>Fibra bruta</i>	6,03%
<i>Óleo de soja</i>		<i>Cálcio</i>	0,90%
		<i>Fósforo</i>	0,62%
<u>M.P. No Agraria</u>	2,82%	<i>Sódio</i>	0,20 %
<i>Fosfato bicálcico dihidrato</i>		<i>Lisina</i>	0,84%
<i>Carbonato de calcio anhidro</i>		<i>Metionina</i>	0,26%
<u>Sal marina</u>	0,45%		
<u>ADITIVOS (por quilo de ração)</u>		<u>Oligoelementos ou compostos de oligoelementos:</u>	
<u>Vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definido com efeito semelhante</u>		<i>Ferro (carbonato de ferro (II)) 3b101</i>	120mg
<i>Vitamina A 3a672a</i>	12.000,00UI U.I	<i>Cobre (sulfato de cobre (II) penta-h) 3b405</i>	7 mg
<i>Vitamina D3 3a671</i>	2.000 U.I	<i>Manganês (óxido de manganês (II)) 3b502</i>	50 mg
<i>Vitamina E (acetato de alfa-tocofe-rol) 3a700</i>	50 mg	<i>Zinco (óxido de zinco) 3b603</i>	100 mg
		<i>Iodo (iodato de cálcio anhidro) 3b202</i>	1,5mg
		<i>Selênio (selenito sódico granulado)3b802</i>	0,25 mg
<u>Digestivos:</u>			
<i>Endo-1,3(4) Beta glucanasa EC 3.2.1.6</i>	1.500 U.I		
<i>Endo-1,4 Beta xilanas EC 3.2.1.8</i>	1.100 U.I		

Comercializado por:
DE HEUS NUTRICIÓN ANIMAL, S.A.U.
Plaza de la Mina 1, 4ª derecha -15004-A Coruña
Nº Registro de Alimentação Animal: alfaESP15058001
Certificación comercialización productos ecológicos: **EN TRÁMITE**
E-mail: pedidos@deheus.com
www.deheus.com

Telefones: (+34) 910107117 y (+34) 664475554
Fabricado por:
Nº Registro de Alimentação Animal: ESP02000256
Certificación producción ecológica: CM19AAE-13

Use dentro de quatro meses de
sua fabricação LOTE Nº: 291221/131
PESO NETO: granel



ES-ECO 002-OM
Agricultura UE NO UE

Puede utilizarse en la Producción Ecológica, según los Reglamentos de la (CE), Nº 834/2007 Y R 889/2008

PORCOS ENTRANDO EM FASE

PIENSO COMPLETO DESTINADO A LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS ENTRANDO EM FASE

COMPOSICIÓN:

M.P. Agraria Ecológica

97,65%

Cebada
Haba de Soja en torta de presión
Guisante
Trigo
Avena
Guisante
Aceite de soja

M.P. No Agraria

1,88%

Fosfato Dicalcico
Carbonato de calcio

Cloruro de Sodio

0,45

ADITIVOS (por kilo de pienso)

Vitaminas, provitaminas y sustancias

QUÍMICAMENTE DEFINIDAS DE EFECTO ANÁLOGO

Vitamina A 3a672a 8668 U.I
Vitamina D3 3a671 2000 U.I
Vitamina E (acetato de todo-rac- α -tocoferil) 3a700 24 mg

Componentes y niveles analíticos

Humedad 10,02%
Cenizas 45,00%
Proteína Bruta 16,00%
Grasa Bruta 3,80%
Fibra bruta 5,80%
Calcio 0,60%
Fósforo 0,59%
Sodio 0,20%
Lisina 0,86%
Metionina 0,24%

Oligoelementos o compuestos de oligoelementos:

Hierro, (sulfato de hierro (II) monohidratado), 3b10380 mg
Cobre, (sulfato de cobre (II) pentahidratado), 3b405 13,33 mg
Manganeso (óxido manganeso (II)), 3b502 40 mg
Zinc, (óxido de zinc), 3b603 85 mg
Selenio (selenito sódico), E8 0,25 mg
Yodo (3b202) (iodato cálcico anhidro) 0,8

Digestivos:

Endo-1,3(4) Beta glucanasa EC 3.2.1.6 1.500 U
Endo-1,4 Beta xilanas EC 3.2.1.8 1.100 U

Conservese en sitio fresco y seco

Fabricado por

Nº Registro Alimentación Animal: ESP02000256

E-mail: calidad@piensosecolucat.es

Cif-B-02480879

Teléfonos: 967266458/695837327

Utilicese antes de los cuatro meses desde la fecha de su su fabricación LOTE Nº:

PESO NETO: Granel



Pod ser utilizado na Produção Orgânica, de acordo com os Regulamentos da (CE), nº 834/2007 e R 889/2008

PORCFEED ORGANIC CRECIMIENTO GRA GRANEL

RAÇÃO COMPOSTA DE PORCOS EM CRESCIMENTO

COMPOSIÇÃO:

Matéria-prima Agrícola Orgânica

97,17 %

Cevada
Farinha de soja
Ervilha
Trigo
Aveia
Óleo de soja

Componentes e níveis analíticos

Umidade 9,97 %
Cinzas 5,38 %
Proteína bruta 15,17 %
Óleos Brutos e Gordura 2,50 %
Fibra bruta 5,91 %
Cálcio 0,79 %
Fósforo 0,55 %
Sódio 0,20 %
Lisina 0,82 %
Metionina 0,22 %

M.P. No Agraria

2,37 %

Fosfato bicálcico dihidrato
Carbonato de calcio anhidro

Sal marina

0,46 %

ADITIVOS (por quilo de ração)

Vitaminas, provitaminas e substâncias

quimicamente definido con efeito semelhante

Vitamina A 3a672a 6.500 U.I
Vitamina D3 3a671 1.500 U.I
Vitamina E (acetato de alfa-tocofe-ri) 3a700 25 mg

Oligoelementos ou compostos

de oligoelementos:

Ferro (carbonato de ferro (III)) 3b101 80 mg
Cobre (sulfato de cobre (II) penta-h) 3b405 10 mg
Manganês (óxido de manganês (II)) 3b502 40 mg
Zinco (óxido de zinco) 3b603 85 mg
Iodo (iodato de cálcio anhidro) 3b202 0,8 mg
Selénio (selenito sódico granulado) 3b802 0,25 mg

Digestivos:

Endo-1,3(4) Beta glucanasa EC 3.2.1.6 1.500 U.I
Endo-1,4 Beta xilanas EC 3.2.1.8 1.100 U.I

Comercializado por:

DE HEUS NUTRICIÓN ANIMAL, S.A.U.
Plaza de la Mina 1, 4ª derecha -15004- A Coruña
Nº Registro de Alimentação Animal: alfaESP15058001
Certificación comercialización productos ecológicos: EN TRÁMITE
E-mail: pedidos@deheus.com
www.deheus.com
Telefonos: (+34) 910107117 y (+34) 664475554

Fabricado por:

Nº Registro de Alimentação Animal: ESP02000256
Certificación producción ecológica: CM19AAE-13

Use dentro de quatro meses de
sua fabricação LOTE Nº:

PESO NETO: ver fatura

