



FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE
2019/2020**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS PADRÕES DE CONSUMO
ALIMENTAR DA POPULAÇÃO PORTUGUESA E DE CENÁRIOS
DE MITIGAÇÃO**

RAFAELA MARTINS DA SILVA

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

Presidente do Júri: Cidália Maria de Sousa Botelho
Professora Auxiliar do Departamento de Química da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto

Orientador Académico: Belmira de Almeida Ferreira Neto

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

Co-orientador: Sara Simões Pereira Rodrigues
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da
Universidade do Porto

julho 2020

© Rafaela Silva, 2020

Resumo

Os padrões alimentares possuem uma relevância primordial na contribuição para as alterações climáticas. O reconhecimento sobre qual o efeito da alimentação portuguesa possui é fundamental para possibilitar a sensibilização e consequentemente a definição de estratégias para mitigação do impacte ambiental. É reconhecida a importância que o consumo de fontes de proteína animal possui na emissão de gases com efeito de estufa, sendo estas emissões o fator de base para as alterações climáticas. No entanto, apesar do incremento substancial da informação disponível sobre os impactes ambientais associados aos diferentes tipos de dieta humana, a concretização de medidas para redução do impacte é um tema recorrente e ainda carece de substanciação para implementação.

Na cultura portuguesa, há pratos confeccionados com alimentos típicos sendo, muitas vezes, difícil alterar estes hábitos porque as pessoas não estão sensibilizadas para os impactes ambientais associados ao próprio consumo alimentar. A presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o impacte ambiental, utilizando a metodologia da pegada de carbono, associado ao consumo nacional de alimentos fornecedores de proteína animal (carne, pescado, lacticínios e ovos). Esta pegada é calculada usando os padrões atuais de consumo pela população adulta portuguesa (através do consumo total nacional e usando um caso de estudo dos pratos servidos nos almoços da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) mas também usando cenários de mitigação das emissões de gases com efeito de estufa). Adicionalmente, perspetiva-se a identificação de opções para a sustentabilidade ambiental associada ao consumo alimentar de uma Instituição de Ensino Superior, bem como, de um modo mais geral para o consumo nacional.

Com este objetivo foram avaliados dois casos de estudo. O primeiro usou os dados do Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (IAN-AF), que possibilita a quantificação dos consumos nacionais de 24 alimentos, incluindo seis tipos de carne, catorze de pescado e os restantes relativos a ovos e lacticínios. Um segundo caso quantifica os consumos de alimentos fornecedores de proteína animal que ocorrem durante a refeição principal (almoço, considerando apenas o prato principal) na cantina da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Em paralelo, foram recolhidos da bibliografia os valores da pegada de carbono associados a cada um dos alimentos em foco e, como resultado, foi calculada a pegada de carbono para cada alimento, integrantes da dieta alimentar nacional, expressando-se o valor da pegada em massa de dióxido de carbono *per capita*.

Com base na análise dos resultados foram construídos e avaliados cenários, para os dois casos em estudo, de modo a explorar as estratégias de sustentabilidade ambiental e de sensibilização com vista à mitigação das emissões de gases com efeito de estufa. Os seis

cenários construídos, que promovem a substituição alimentar das fontes de proteína, permitem quantificar a taxa potencial para a redução do impacto ambiental associado.

Os cenários analisados produziram resultados bastante satisfatórios para as taxas de redução potenciais. Os cenários mais interessantes para a FEUP e para o consumo nacional são os cenários 1, 2 e 3, cuja finalidade foi, respetivamente, a substituição total da carne de vaca e porco por peru, frango e coelho, a substituição total da carne por pescado e a substituição total da carne por ovos. No cenário 4 o total da carne de vaca é substituída pelos outros tipos de carne. Este cenário também apresenta um resultado bastante promissor com cerca de 25% de redução para ambos os casos. O cenário 6 avalia o efeito de importar carne de vaca apenas de Espanha e os resultados revelam, para este cenário, um pequeno potencial de redução.

Relativamente à FEUP, foram obtidos valores de potencial redução de 56% e para o consumo nacional a redução máxima obtida foi de 39%. Estas medidas são bastante ambiciosas no que se refere à aplicabilidade das mesmas pelo que é importante realçar que, mesmo a medida com menor percentagem de redução de impacto, apresenta uma redução entre 13% e 14%. Esta medida é aquela que se considera que tem mais fácil aplicação tanto a nível nacional como da cantina da FEUP, a qual pretende a substituição de metade do consumo da carne de vaca por outros tipos de proteína animal. Conclui-se que o caminho para a redução do impacto ambiental associado ao consumo de alimentos fornecedores de proteína animal se deve focar na redução do consumo de carne bovina, substituindo, sempre que possível, esta fonte proteica por outro tipo de alimento.

Abstract

The food sector has a major contribution to climate change. The recognition of the effect that the food standards of the Portuguese population have is fundamental to allow an awareness and consequently a definition of strategies to mitigate the environmental impact. It is recognized that the consumption of animal protein sources has greenhouse gas emissions, which are the basic factors for climate change. However, despite substantially increasing the information available on the environmental impacts associated with different types of human diet, the implementation of measures to reduce impact is a recurring theme and still lacks knowledge to be implemented.

In Portuguese culture, there are rooted traditional dishes, often difficult to change these habits because people are not aware of the impacts associated with their own food consumption. The main objective of this dissertation is to evaluate the environmental impact, using a carbon footprint methodology, associated with the national consumption of foods that provide animal protein (meat, fish, dairy products and eggs). This is calculated using the current consumption patterns of the Portuguese population (through total national consumption and using a case study of lunches served at the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP)), but also using scenarios to mitigate the greenhouse gas effect). Additionally, it is identified environmental sustainability options associated with the food consumption of a Higher Education Institution, but also the national consumption.

For this purpose, two case studies were evaluated. The first used data from the Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (IAN-AF), which makes it possible to quantify the national consumptions of 24 foods, including six types of meat, fourteen of fish and the rest being related to eggs and dairy products. A second case quantifies the consumption of animal protein suppliers that occur during the main meal (lunch) in the canteen of FEUP. In parallel, the carbon footprint values associated with each of the foods were collected from the bibliography and, as a result, the carbon footprint for each food, part of the national diet, was calculated, expressing the footprint value in mass of carbon dioxide *per capita*.

Based on the analysis of the results, scenarios are constructed and evaluated, for the two cases studies, in order to explore the strategies of environmental sustainability and raising awareness to mitigating greenhouse gas emissions. The six built scenarios, which promote the food substitution of protein sources, allow to quantify the potential rate for the reduction of the associated environmental impact.

The analyzed scenarios produced very satisfactory results for the potential reduction rates. The most interesting scenarios for FEUP and for national consumption are scenarios 1, 2 and 3, whose purpose was the total substitution of cow and pork for turkey, chicken and rabbit,

total substitution of meat for fish and total substitution of meat for eggs, respectively. Scenario 4 - total substitution of cow for other types of meat - also shows a very promising result, with a reduction of about 25% for both cases. Scenario 6 - importing cow from Spain only - shows insignificant results in terms of reduction potential.

Regarding FEUP, values of potential reduction were 56% and, for national consumption, the maximum reduction obtained was 39%. These measures are quite ambitious with regard to their applicability, so it is important to note that, even the measure with the lowest percentage of impact reduction, presents a reduction between 13% and 14%. This measure is the one that is considered to have the easiest application both at national level and at FEUP's canteen, which aims to replace half of the consumption of cow with other types of animal protein. It is concluded that the path to reduce the environmental impact associated with the consumption of animal protein suppliers should focus on reducing the consumption of cow, replacing, whenever possible, this protein source with another type of food.

Agradecimentos

À minha Orientadora Professora Belmira Neto e à minha Co-orientadora Professora Sara Rodrigues por todo o apoio, paciência e aprendizagens transmitidas.

À Stefania de Abreu e ao Tiago Monteiro, amigos de faculdade, que me deram um apoio incondicional e me ajudaram a concretizar cada desafio ao longo destes 5 anos, dando-me a mão e nunca me deixando baixar os braços.

Aos meus amigos de vida que sempre me deram força e incentivo durante todas as alturas mais difíceis e compreenderam as noites que não compareci a jantares para poder estudar.

Ao meu namorado por estar comigo em todas as etapas da minha vida. Por estar presente nesta fase de crescimento profissional e pessoal e, por festejar comigo cada vitória como se fosse sua.

À minha Mãe pelo colo nos momentos difíceis.

Ao meu Pai pela força de ser aquilo que eu quiser e pelos valores que me transmitiu.

Ao meu Pai de coração por me amparar e me fazer sentir que estou a caminhar na direção certa.

E, por último, um agradecimento a todos os que se cruzaram comigo durante estes cinco anos. Com cada um de vós aprendi algo que, de alguma forma, me mudou e moldou à pessoa que sou hoje. Foram anos de lutas e vitórias diárias que levarei para sempre no meu coração.

A todos, muito obrigada!

Índice

Resumo	iii
Abstract	v
Agradecimentos	vii
Índice	viii
Lista de figuras	x
Lista de tabelas	xi
Lista de Abreviaturas	xii
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	6
1.3 Estrutura e organização da dissertação	7
Capítulo 2 Padrões alimentares nacionais e o Ambiente	8
2.1 Consumo nacional de alimentos fornecedores de proteína animal	8
2.1.1 Metodologias existentes para avaliar o consumo nacional	8
2.1.2 Descrição do IAN-AF	9
2.1.2.1 Consumo de pescado, ovos, carne e laticínios	10
2.2 Consumo de alimentos na cantina da FEUP	13
2.3 Definição da Pegada de Carbono	14
2.3.1 Metodologias utilizadas para quantificar a Pegada de Carbono	15
2.4 Problemática ambiental associada aos padrões de consumo humano de alimentos fornecedores de proteína animal	16
Capítulo 3 Quantificação das pegadas de carbono dos alimentos fornecedores de proteína animal ..	26
3.1 Pegada de carbono das carnes	27
3.1.1 Carne de vaca	27
3.1.2 Carne de porco	28
3.1.3 Carne de frango	29
3.1.4 Carne de ovelha e cabra	29
3.1.5 Carne de peru	30
3.1.6 Carne de coelho	30
3.2 Pegada de carbono do pescado	31
3.2.1 Bacalhau	31
3.2.2 Pescada	31
3.2.3 Salmão	32
3.2.4 Atum	32
3.2.5 Carapau	32
3.2.6 Sardinha	32
3.2.7 Outros peixes: Cavala, Dourada, Robalo, Peixe Espada, Polvo, Lula, Camarão e Tamboril	33
3.3 Pegada de carbono dos laticínios	34

3.3.1	Leite	34
3.3.2	Queijo	34
3.3.3	logurtes	35
3.4	Pegada de carbono dos ovos	35
3.5	Resultados da pegada de carbono: para o consumo nacional diário, per capita	39
3.6	Resultados da pegada de carbono associada aos almoços na cantina da FEUP	40
Capítulo 4 Avaliação de Cenários		42
4.1	Avaliação de Cenários	42
4.1.1	Cenário 1. Substituição total da carne de vaca e de porco por peru, frango e coelho ..	44
4.1.2	Cenário 2. Substituição total da carne por pescado	45
4.1.3	Cenário 3. Substituição total da carne por ovos.....	46
4.1.4	Cenário 4. Substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne	47
4.1.5	Cenário 5. Reduzir o consumo de carne de vaca para metade optando pelos outros tipos de carne, pescado e ovos.....	48
4.1.6	Cenário 6. (cenário exploratório) Alteração da origem da carne de vaca.....	49
4.2	Análise dos resultados da avaliação dos cenários.....	51
Capítulo 5 Limitações, conclusões e perspetivas futuras		55
Referências Bibliográficas		58
ANEXOS.....		66

Lista de figuras

Figura 1. Emissões mundiais de gases com efeito de estufa em 2017	1
Figura 2 Emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia, por setor, em 2017.	2
Figura 3 Emissões de dióxido de carbono equivalente, em Portugal e por setor para 2017.	4
Figura 4 Contribuição dos alimentos para a emissão dos gases com efeito de estufa	5
Figura 5 Pegada de carbono associada aos diferentes alimentos.	38
Figura 6 Emissões de dióxido de carbono equivalente, por dia e <i>per capita</i> associados aos diferentes tipos de alimento em estudo com base no consumo nacional de proteína animal pela população Portuguesa no ano de 2015/2016	39
Figura 7 Importações de produtos agrícolas e agroalimentares pelos principais países de origem em 2015	50

Lista de tabelas

Tabela 1 Consumo bruto e edível nacional de alimentos fornecedores de proteína animal em gramas, por dia, <i>per capita</i>	11
Tabela 2 Exemplo da quantidade de proteína presente nos alimentos	13
Tabela 3 Consumo, em gramas de alimento por mês, de fontes de proteína na cantina da FEUP	14
Tabela 4 Etapas a considerar no relatório para contabilização das emissões de GEE de um produto ...	15
Tabela 5 Principais aspetos especificados nos documentos de referência usados para o cálculo da pegada de carbono: Protocolo GHG e ISO 14067:2008	16
Tabela 6 Revisão bibliográfica com foco na problemática ambiental associada ao consumo de proteína animal	18
Tabela 7 Valores Mínimo, Médio e Máximo das Pegadas de Carbono consideradas para cada alimento...	36
Tabela 8 Consumo total e pegadas de carbono relativas aos almoços servidos na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019	41
Tabela 9 Consumos e pegadas de carbono usados para os cálculos dos diferentes tipos de cenário considerados para Portugal e para a cantina da FEUP	44
Tabela 10 Resultados para o cenário 1.	45
Tabela 11 Resultados obtidos para o cenário 2.....	46
Tabela 12 Resultados obtidos para o cenário 3.....	47
Tabela 13 Resultados para o cenário 4.	48
Tabela 14 Resultados para o cenário 5.	49
Tabela 15 Distância e pegadas de carbono associadas ao transporte entre Portugal e os diferentes países analisados.	51
Tabela 16 Resultados obtidos para o cenário 6.....	51
Tabela 17 Potencial de redução obtidos para cada cenário, no caso da cantina da FEUP e do consumo nacional	52

Lista de Abreviaturas

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
BAP	Balança Alimentar Portuguesa
CO ₂	Dióxido de Carbono
EEA	Acordo do Espaço Económico Europeu
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
IAN-AF	Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NUTS	Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
ONU	Organização das Nações Unidas
PCP	Pegada de Carbono de um Produto
RNU	Registo Nacional de Utentes
SASUP	Serviços de Acção Social da Universidade do Porto
SNS	Serviço Nacional de Saúde
UE	União Europeia
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>

Capítulo 1 Introdução

1.1 Enquadramento

As alterações climáticas são um dos problemas ambientais mais preocupantes devido aos potenciais efeitos diretos e indiretos no meio. Segundo a Organização das Nações Unidas, o aquecimento global induzido pelas emissões de dióxido de carbono está a acelerar as alterações climáticas, tendo estas aumentado 50% relativamente a 1990 [1]. Este fenómeno pressupõe medidas que mitiguem os seus efeitos. O dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e hidrofluorcarbonetos são os gases contribuidores para o efeito de estufa que são mais emitidos mundialmente. A sua origem é essencialmente devida às atividades humanas. A Figura 1, apresenta a contribuição relativa mundial de cada uma das emissões destes gases durante o ano de 2017 [2].

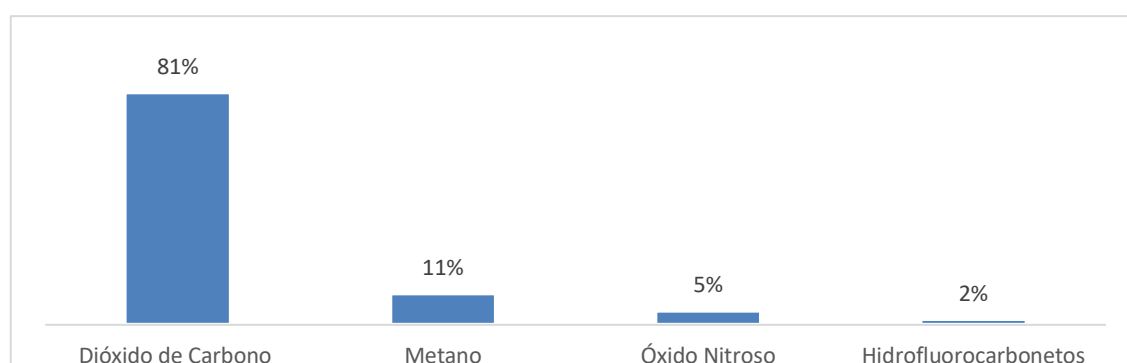


Figura 1. Emissões mundiais de gases com efeito de estufa em 2017 [2].

O dióxido de carbono é o gás com efeito de estufa com maior expressão nas emissões, sendo este valor igual a 81% das emissões de GEE. Os 2%, não contemplados no gráfico, restantes para perfazer o total de 100% são relativos a emissões de perfluorcarbonetos, uma mistura não especificada de perfluorcarbonetos e hidrofluorcarbonetos, hexafluoreto de enxofre e trifluoreto de nitrogénio. As principais atividades que contribuem para estas emissões incluem, por exemplo, a combustão de fósseis (carvão, petróleo e gás), a deflorestação e as emissões associadas ao setores agrícola e agropecuário [2].

Dados de 2017, relativos às fontes de emissão de gases com efeito de estufa dos 28 países da União Europeia, mostram que a agricultura é uma das atividades com um importante contributo para as emissões de CO₂. Este setor contribui com 8,72% das emissões de dióxido de carbono da UE. Na

Figura 2 são apresentadas as principais atividades que contribuem para a emissão de gases poluentes [2].

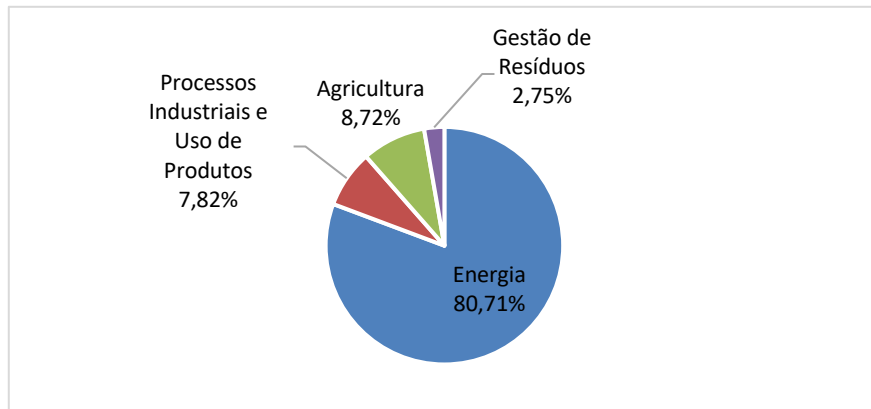


Figura 2 Emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia, por setor, em 2017 [2].

A agricultura e agropecuária têm sido consideradas uma das principais causas dos problemas ambientais da atualidade. A partir da segunda metade do século XX, com a revolução agrícola, passou a haver uma artificialização dos ecossistemas que se articulam em seis práticas básicas usadas na produção: monoculturas, revolvimento de solos, uso de fertilizantes sintéticos, controle químico de pragas e doenças, irrigação e manipulação dos genomas de plantas. Esta revolução promoveu uma forte desconexão entre a agricultura e os ecossistemas naturais ao serem adicionados de forma intensiva, fertilizantes e maquinaria pesada. Desta forma surgiu um modelo de produção agrícola baseado na utilização de energia não renovável, derivada essencialmente de combustíveis fósseis.

Orientada essencialmente para maximizar a produtividade física e desenvolver alimentos no menor prazo possível, a agricultura industrial compromete as produções futuras pela conjugação de três frentes relevantes para o impacto negativo sobre o meio ambiente:

1. Degradação e perda de recursos naturais essenciais para a reprodução dos sistemas: solo, água e biodiversidade;
2. Emissão de Gases com Efeito Estufa, que é umas das principais causas de alteração nos padrões climáticos globais;
3. Desarticulação de culturas e modos de vida locais responsáveis pelo uso social e pela conservação dos recursos naturais em longo prazo.

A agricultura industrial tem vindo a trazer custos ambientais significativos, alguns dos quais serão abordados de seguida.

- a) **Solos:** A agricultura industrial tem vindo a degradar hectares de solos a cada ano, diminuindo a drasticamente fertilidade dos mesmos [3].
- b) **Água:** A agricultura consome atualmente cerca de 70% da água bombeada de rios, lagos e aquíferos do mundo. As áreas irrigadas no planeta triplicaram entre 1950 e 2003 e 55% do total desta água é desperdiçada na agricultura. Para além desta

problemática, os cursos de água têm vindo a ser amplamente poluídos por agentes químicos resultantes da agricultura industrial [3].

- c) **Biodiversidade:** A perda da biodiversidade traz riscos consideráveis para o futuro da agricultura e da alimentação. Com o uso excessivo de pesticidas e a alteração dos processos de produção para outros mais mecanizados, várias espécies extinguiram-se. Outro problema associado à agricultura industrial são os organismos geneticamente modificados que contribuem também para a extinção de várias espécies. [3].
- d) **Poluição química:** A artificialização extrema dos agro-sistemas, cuja atividade mais evidente são as monoculturas extensivas, provoca elevados níveis de desequilíbrio ecológico que favorecem a explosão de populações de determinados organismos. Estes seres vivos são usualmente designados como pragas, uma vez que são responsáveis pela destruição de culturas. De forma a eliminar o impacto negativo associado a estes animais, desenvolveram-se produtos químicos. A aplicação destas substâncias tóxicas no solo gera impactos ambientais profundos. A contaminação dos cursos de água por fertilizantes é outra fonte de poluição associada à agricultura industrial. Estima-se que apenas 50% dos nutrientes contidos nesses fertilizantes sejam absorvidos pelas plantas cultivadas, sendo a outra metade absorvida por outras plantas descarregadas na água [3].
- e) **Emissão de Gases com Efeito Estufa (GEE):** As monoculturas permitem a padronização necessária para o aumento de escala de produção, transformação e transporte de alimentos. Tendo em conta as etapas de produção, processamento, embalagem, cozedura e transporte de alimentos, estes processos constituem uma parcela significativa da emissão de GEE [3].

Relativamente a Portugal, os dados oficiais apresentados na Figura 3 indicam que, em 2017, quase 10% das emissões de dióxido de carbono equivalente foram emitidas por atividades relacionadas com a agricultura, sendo que estas emissões estão associadas ao aumento das emissões relativas à criação de gado bovino, ovino e de aves [4].

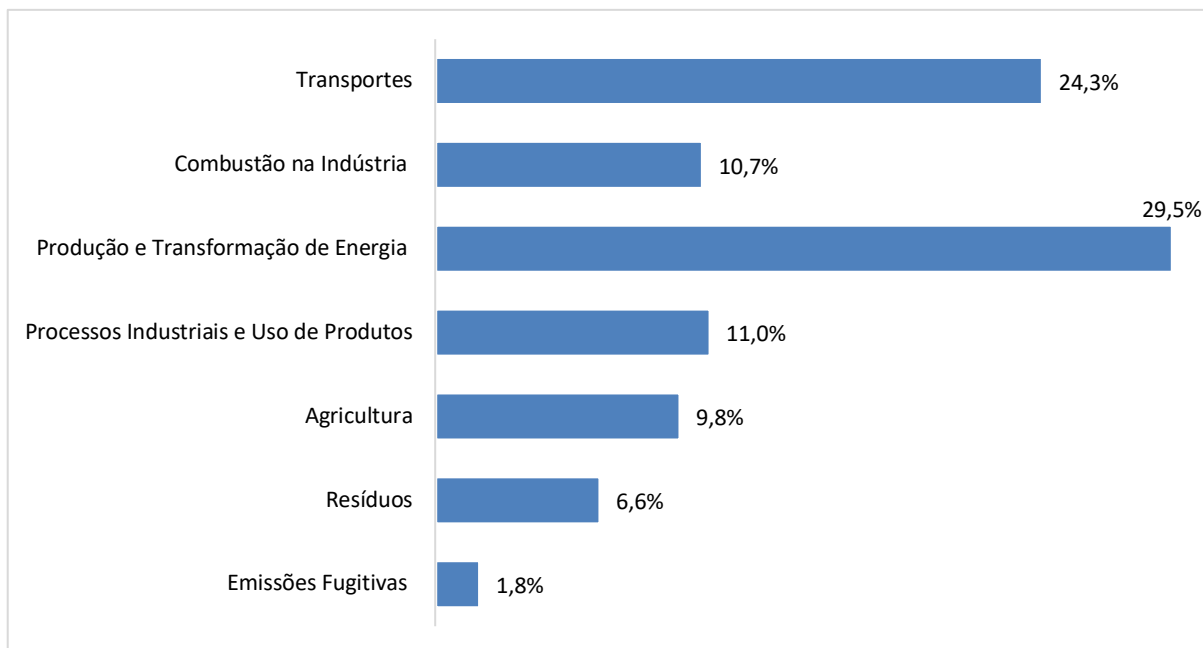


Figura 3 Emissões de dióxido de carbono equivalente, em Portugal e por setor para 2017 [4].

O setor da energia, incluindo os transportes, são os principais responsáveis pelas emissões de gases com efeito de estufa sendo representado cerca de 73% das emissões nacionais no ano de 2017. A produção de energia e os transportes são as fontes mais importantes representando, respetivamente, cerca de 30% e 24% do total das emissões nacionais. Nos anos mais recentes, regista-se uma inversão desta tendência, com o aumento de 8,4% das emissões dos transportes entre 2013 e 2017. Os processos industriais e uso de produtos, agricultura e resíduos têm um peso aproximado, representando 11%, 10% e cerca de 7%, respetivamente [4]. A produção de gado é uma das atividades associadas à agricultura com maior contribuição para o impacto. A esta atividade corresponde cerca de 57% da contribuição de gases com efeito de estufa provenientes da produção alimentar. A contribuição da produção de alimentos para a emissão de gases com efeito de estufa encontra-se especificada na Figura 4 [5]. Verifica-se que os alimentos de origem animal possuem uma elevada contribuição relativa. Depois da grande contribuição da produção de carne, constata-se que a contribuição da produção do leite corresponde a cerca de 18%, a produção de pescado a cerca de 6% e dos ovos a 3%.

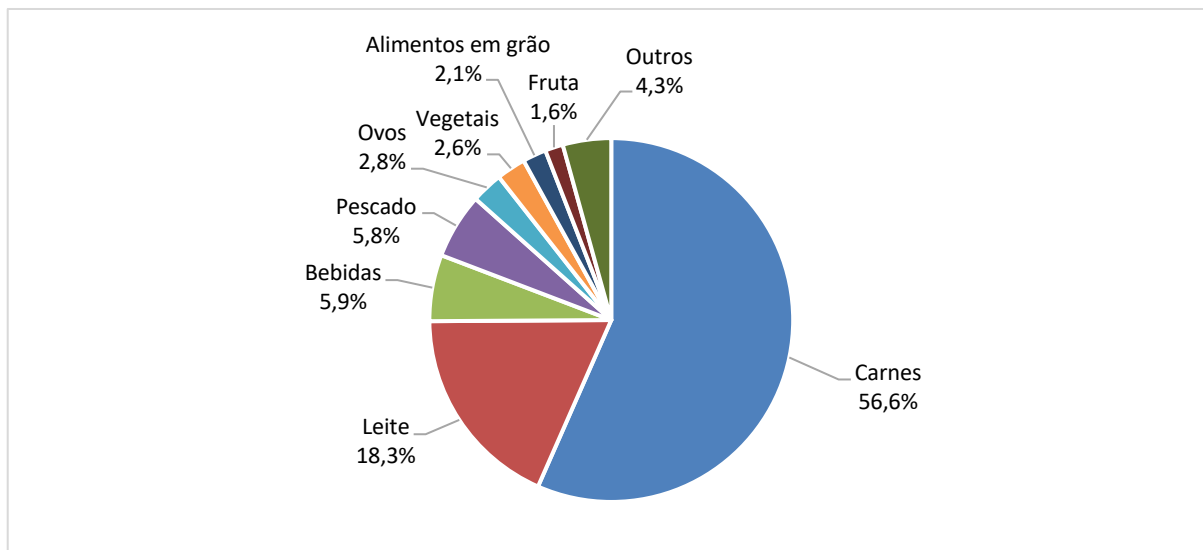


Figura 4 Contribuição dos alimentos para a emissão dos gases com efeito de estufa [5].

A produção de carne e leite são os grandes contribuidores para a emissão de gases com efeito de estufa por parte da produção agropecuária de alimentos para consumo humano. Para além disso, segundo a ONU, a produção intensiva de alimentos tem consequências nefastas para o meio ambiente ao empobrecer o solo e os ecossistemas marinhos. Mais ainda, a exploração excessiva dos recursos naturais coloca em perigo a segurança alimentar e o abastecimento de água potável em diversos países. Deste modo, a Organização das Nações Unidas considera imprescindível uma mudança do modelo produtivo e dos hábitos alimentares, apostando numa dieta mais equilibrada e com alimentos locais para diminuir o gasto de energia e, conseqüentemente, as emissões de dióxido de carbono [1].

Uma das ferramentas utilizadas para avaliar o impacto ambiental é a Avaliação do Ciclo de Vida- ACV. Esta é uma metodologia utilizada para avaliar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, incluindo o *design*, extração de matérias-primas, produção, uso/consumo e atividades de fim de vida [6].

Existem diversos impactos associados à produção alimentar, sendo um dos principais o transporte dos alimentos. Este impacto contribui para a acidificação das águas e acumulação de nutrientes que levam à sua eutrofização. Por outro lado, traz também consequências negativas na qualidade do ar, nomeadamente alterações na camada do ozono e, conseqüentemente, a poluição atmosférica.

Mais ainda, a produção alimentar realizada de forma intensiva promove alterações no uso de terra e sobrecarga dos recursos naturais. Estes e outros impactos podem ser avaliados através das categorias de impacto ambiental quantificadas pela metodologia ACV. De um modo geral, a bibliografia que foca os impactos ambientais associados aos alimentos tende a concentrar-se nas emissões de gases com efeito estufa para avaliar a sustentabilidade ambiental da cadeia de produção alimentar [7]. Esta simplificação é realizada devido à categoria de impacto aquecimento global, avaliada pela pegada de carbono, ser a principal problemática ambiental relacionada com as

alterações climáticas. Sendo a agricultura uma das atividades com grande impacto na categoria de alterações climáticas, a redução destas emissões é fundamental para mitigação das alterações climáticas. Tal como constatado anteriormente, a produção dos alimentos que são os principais fornecedores de proteína animal (carne, pescado, ovos e laticínios) no consumo humano, representam mais de metade da contribuição na emissão de GEE provenientes do setor agropecuário. Sendo estes alimentos fontes proteicas, é interessante avaliar o impacto do seu consumo em Portugal. Através do consumo destas fontes de proteína animal a nível nacional, é possível avaliar as emissões de dióxido de carbono associado ao consumo humano e identificar quais os alimentos com maior representatividade na dieta alimentar, de modo a sensibilizar e identificar estratégias para a redução das emissões de gases com efeito de estufa. Esta análise permite não só perceber quais as áreas mais importantes de estudo, mas também avaliar a relação entre os atuais padrões de consumo humano de fontes de proteína animal e o Ambiente.

Pretende-se com esta dissertação avaliar o consumo, por parte da população portuguesa, de fontes proteicas de origem animal, nomeadamente no consumo de carne, pescado, ovos e laticínios, e, conseqüentemente, quantificar o impacto ambiental que lhe está associado. São avaliadas duas vertentes do consumo: a nacional e outra usando como caso de estudo as ementas servidas ao almoço na cantina da FEUP (fornecidas pelos SASUP) relativo ao mês de outubro de 2019. A escolha da cantina da FEUP, ao invés de outra, prende-se essencialmente por uma questão de maior empatia com a mesma. A quantificação do impacto ambiental dos consumos é avaliada usando como indicador a Pegada de Carbono. Por fim são identificados e avaliados o potencial de redução da pegada para cenários de mitigação das alterações climáticas para modificações no consumo de fontes de proteína animal em Portugal e para a cantina da FEUP.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar a pegada de carbono associada ao consumo nacional de fontes de proteína animal pela população adulta portuguesa e, conseqüentemente, identificar e avaliar cenários de redução deste impacto no ambiente.

Os objetivos específicos são listados de seguida:

1. Quantificação do consumo nacional de fontes de proteína animal, por tipo de alimento, e da pegada de carbono associada;
2. Identificação e avaliação de cenários com vista à redução da pegada de carbono para:
 - a) o panorama do consumo alimentar humano nacional efetivo para a população adulta e b) com base em ementas servidas na cantina da FEUP durante o mês de outubro de 2019. Os cenários avaliados focam os seguintes aspetos: substituição total da carne de vaca e de porco por peru, frango e coelho, substituição total da carne por pescado, substituição total da carne por ovos, substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne, redução do consumo de carne de vaca para metade com

substituição pelos outros tipos de carne e pescado e, por último, importação da carne de vaca única e exclusivamente por Espanha.

Na definição destes cenários procurou-se explorar diversas possibilidades para potenciar maximizando a redução efetiva no impacte ambiental da dieta humana nacional. Os cenários identificados, apesar de construídos partindo do pressuposto que o valor nutricional de proteína seria idêntico e estaria garantido na substituição, não são só por si uma recomendação para alteração da dieta nacional de acordo com estes cenários. Esta viabilização requer uma legitimação de um profissional de saúde da área de nutrição.

1.3 Estrutura e organização da dissertação

De seguida é apresentada a estrutura desta tese, encontrando-se descritos cada um dos capítulos de forma sucinta.

Este Capítulo 1, introduz a temática associada ao impacte ambiental do setor alimentar, define os objetivos propostos, a estrutura e a organização da dissertação.

No Capítulo 2, é apresentado sucintamente o trabalho realizado pela equipa IAN-AF- Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física. Para além disso, são apresentados os consumos nacionais e capitações da cantina da FEUP de pescado, carne, ovos e lacticínios, bem como as metodologias existentes para a obtenção destes dados. Neste capítulo, são apresentadas algumas metodologias para a avaliação da pegada de carbono, bem como a sua definição. Para além disso, nele consta também a revisão bibliográfica do tema, onde estão apresentadas as conclusões sobre o impacte ambiental associado ao consumo de alimentos obtidos de fontes de proteína animal.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada e os resultados da quantificação da pegada de carbono associada ao consumo de fontes de proteína animal no panorama nacional e na cantina da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Para além disso, também são analisadas, alimento a alimento (carne, peixe, lacticínios e ovos), as contribuições de cada alimento para os resultados da pegada de carbono, sendo os resultados discutidos com base na pesquisa bibliográfica e retiradas as respetivas conclusões.

No Capítulo 4 são apresentados diferentes cenários que pretendem potenciar a redução do impacte ambiental associado ao consumo alimentar nacional para os dois casos: consumo em Portugal e consumo na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019. Com objetivo de quantificar o potencial de redução são avaliadas potenciais substituições entre os diferentes alimentos considerados, tendo por base uma mesma equivalência proteica, de modo a se compreender, mais amplamente, o impacte associado a estas alterações.

Ao longo do Capítulo 5, são identificadas as limitações encontradas, são apresentadas as conclusões deste trabalho e listadas as perspetivas futuras para trabalhos a serem realizados sob este tema.

Capítulo 2 Padrões alimentares nacionais e o Ambiente

Os consumidores portugueses atualmente estão mais exigentes no que toca às escolhas alimentares devido à crescente preocupação com os processos de produção alimentar. As evoluções do contexto social, económico e tecnológico foram um dos impulsos à mudança dos hábitos alimentares e de consumo, que demonstra uma maior preocupação com a origem e sustentabilidade dos alimentos [8].

Há um crescente número de estudos sobre os potenciais benefícios ambientais e de saúde das chamadas dietas sustentáveis, principalmente em países desenvolvidos. Alguns estudos concluem que a mudança das dietas atuais para uma variedade de padrões mais sustentáveis pode proporcionar benefícios ambientais proporcionais à magnitude da redução de carne (principalmente de ruminantes) e produtos lácteos [9].

2.1 Consumo nacional de alimentos fornecedores de proteína animal

2.1.1 Metodologias existentes para avaliar o consumo nacional

A recolha de dados para avaliar o consumo nacional pode ser feita de forma indireta ou direta.

Em relação à forma indireta, há duas metodologias que podem ser realizadas:

- I. Através da Balança Alimentar Portuguesa- BAP, desenvolvida periodicamente pelo Instituto Nacional de Estatística- INE, que permite fornecer a disponibilidade alimentar *per capita* e a sua evolução em Portugal, através do cálculo das variações nas exportações, importações e produção nacional de géneros alimentícios;
- II. Através do Inquérito aos Orçamentos Familiares, desenvolvido pelo INE, que avalia as aquisições de alimentos numa amostra representativa dos agregados familiares residentes no País.

A avaliação direta decorre através de Inquéritos Alimentares Nacionais - realizados pelo IAN-AF - e implica a observação dos consumos regulares de grupos representativos da população [10].

2.1.2 Descrição do IAN-AF

O Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física é o resultado obtido através de um consórcio realizado entre investigadores nacionais e internacionais. Envolve especificamente nove entidades, sendo o promotor a Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Para além disso, o projeto conta também com o apoio de várias instituições internacionais e europeias, entre as quais serve de exemplo, a Direção Geral de Saúde e a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos [10].

O IAN-AF foi financiado pelo Programa de Iniciativas em Saúde Pública, *EEA-Grants*. Resulta de um memorando de entendimento celebrado entre o Estado Português e os países doadores do Mecanismo Financeiro do Espaço Europeu. Tem como intuito contribuir para a redução das desigualdades económicas e sociais na saúde.

Este consórcio recolheu informação nacional sobre o consumo alimentar (incluindo a ingestão nutricional e dimensões de segurança e insegurança alimentares) e sobre a atividade física e fez a relação dos resultados obtidos com saúde, estabelecendo ligações que os relacionassem com fatores socioeconómicos.

O Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física teve como principais objetivos não só avaliar o consumo alimentar nacional, bem como perceber quais os alimentos, nutrientes, suplementos alimentares/ nutricionais e outros comportamentos alimentares de risco. Pretende também perceber a quantidade de contaminantes alimentares e riscos biológicos associados, bem como algum tipo de insegurança alimentar por parte dos inquiridos. Para além disso, este também avalia os níveis de atividade física e caracteriza as dimensões alimentares e antropométricas por região, condição socioeconómica e de acordo com outros determinantes em saúde [10].

A base amostral do inquérito é o Registo Nacional de Utentes (RNU) do Serviço Nacional de Saúde (SNS) e a população alvo é a população residente em Portugal com idade compreendida entre os 3 meses e os 84 anos de idade.

O trabalho de amostragem foi realizado por etapas, as quais se encontram referidas de seguida:

- a) Estratificação pela Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos - NUTS (Norte, Centro, Lisboa, Alentejo, Algarve, Madeira e Açores);
- b) Seleção aleatória das Unidades Funcionais de Saúde de cada região;
- c) Seleção aleatória de pessoas registadas em cada Unidade de Saúde, de acordo com o sexo e grupos etários.

O trabalho de colheita de informação decorreu nos 4 trimestres entre 2015 e 2016. O IAN-AF realizou entrevistas presenciais e *online*, recolhendo dados de dois dias alimentares completos para cada indivíduo através dos mais diversos meios de quantificação (ex. fotografias e medidas caseiras) de forma a se obter a informação mais fidedigna possível. Toda a informação recolhida foi inserida numa plataforma eletrónica especialmente criada para o efeito.

A base amostral do IAN-AF foi o Registo Nacional de Utentes, sendo os dados obtidos utilizados na presente dissertação para quantificar o consumo nacional de carne, pescado, ovos e lacticínios. [10]

2.1.2.1 Consumo de pescado, ovos, carne e lacticínios

Os dados do consumo nacional de pescado, ovos, carne e lacticínios foram fornecidos pelo IAN-AF, sendo estes divididos em dois tipos de informação: consumo bruto e consumo edível.

O consumo edível é o consumo, em massa por dia *per capita*, dado como a parte de alimento que pode ser integralmente utilizado, isto é, desprovido dos materiais que se rejeitam por inutilizáveis, quer em cru, quer no momento da preparação, antes ou durante as operações culinárias, quer no prato, ao ser consumido, ou seja, é o valor do que foi efetivamente ingerido [11].

O consumo bruto é o consumo, em massa por dia *per capita*, que inclui todos os materiais que se rejeitam por serem inutilizáveis, em qualquer fase de consumo do alimento.

Estes dados foram obtidos como explicado no ponto 2.1.2. da presente tese.

As fontes de proteína animal selecionadas para serem avaliadas na presente dissertação foram baseadas na conjugação de dois fatores com maior relevância para o estudo em causa: valores obtidos para o consumo nacional e pegadas de carbono existentes na bibliografia.

A metodologia utilizada consiste em somar todo o tipo de partes e/ou constituintes do alimento consumido (como por exemplo, coxa de frango, miúdos de frango, etc.), tanto na forma edível, como na forma bruta, em separado. Este procedimento foi realizado para cada um dos grupos/subgrupos de alimentos em análise até se obter o valor de consumo global, em gramas, por dia, *per capita*.

Para além disso, foi necessário aplicar um fator de correção ao consumo, uma vez que existem alimentos que, ao não estarem especificados, impediram a agregação direta a um grupo/subgrupo específico (ex: fiambre, não especificado). No seguimento deste raciocínio, determinou-se a percentagem de cada grupo/subgrupo e, adicionou-se, na mesma proporção, os alimentos não especificados na categoria em que se inseriam (carne e pescado, especificamente).

No caso do pescado, o fator de correção foi aplicado a todas as espécies consideradas em análise na presente tese. Todos os outros tipos de pescado, ainda que com consumo residual, foram tidos em conta no fator de correção aplicado.

No caso dos ovos, leite e produtos lácteos não houve necessidade de aplicar este fator de correção, pelo que os valores de consumo utilizados são reais.

Importa realçar que foram excluídos todo o tipo de consumo associados ao leite em pó para crianças, uma vez que a presente tese tem como foco o consumo nacional da população adulta.

Na Tabela 1 encontram-se os valores de consumo por alimento, tendo sido aplicado o fator de correção descrito anteriormente, para o consumo nacional das diversas fontes de proteína animal. Este consumo encontra-se disposto por consumo bruto ou edível. As Figuras do Anexo I apresentam a percentagem de consumo de cada grupo de alimentos: carne, pescado, lacticínios e ovos. Na Figura I.1 e I.2 (Anexo I) encontram-se representadas graficamente as percentagens de carne consumida, dispostas por tipo de carne analisada, primeiramente remetendo ao consumo bruto e, de seguida, ao consumo na forma edível. Nas Figuras I.3 e I.4 (Anexo I) encontra-se o consumo de peixe em Portugal, disposto em percentagem de consumo bruto e edível, respetivamente.

Tabela 1 Consumo bruto e edível nacional de alimentos fornecedores de proteína animal em gramas, por dia, *per capita*

Alimento	Consumo (g/dia/ indivíduo)			
	Real		Com fator de correção	
	Bruto	Edível	Bruto	Edível
Leite	142,58	142,58	32,35	31,33
Iogurtes	55,31	55,31	54,68	50,97
Frango	55,06	39,31	60,33	43,69
Porco	49,91	45,85	3,00	2,25
Vaca	29,53	28,18	16,69	16,36
Bacalhau	21,68	14,67	4,02	2,65
Queijo	18,61	16,99	18,61	16,99
Ovos	16,94	15,63	16,94	15,63
Peru	15,23	14,72	15,23	14,72
Pescada	12,49	11,29	12,49	11,29
Salmão	8,31	6,24	8,51	6,24
Carapau	7,53	3,97	22,21	14,67
Atum	7,22	5,88	7,71	3,97
Sardinha	5,29	3,15	7,40	5,88
Dourada	5,00	2,61	3,28	1,83
Lula	4,28	2,41	5,13	2,61
Robalo	4,14	2,11	4,24	2,11
Camarão	3,90	2,14	12,80	11,29
Peixe Espada	3,72	2,17	5,42	3,15
Coelho	3,67	2,39	3,81	2,17
Cavala	3,20	1,83	2,37	1,34
Tamboril	2,75	1,63	4,38	2,41
Cabra e Ovelha	2,74	2,03	4,00	2,14
Polvo	2,31	1,34	2,82	1,63

Como seria expectável, as variações do consumo de carne em bruto e edível têm valores aproximados. Isto prende-se com o facto da parte excluída do animal ser bastante aproximada em todos os tipos de carne.

Considerando como valor de análise o consumo bruto nacional, a carne mais consumida em Portugal é o frango que ocupa cerca de 35% do consumo nacional, seguida da carne de porco com cerca de 32% e da carne de vaca com 19% de consumo.

No caso do pescado, tal como aconteceu com a carne, as variações entre o consumo bruto e edível são mínimas. Apesar disso, no caso do pescado, esta variação torna-se ainda menos expressiva do que no caso da carne. Explica-se este facto com a menor quantidade de alimento considerado como resíduo no caso dos pescados, ou seja, grande porção do pescado é considerado edível.

Analisando o consumo bruto do pescado, o bacalhau ocupa a maior fatia do consumo nacional com 24%, seguido da pescada com 18% e do atum e salmão com 10%.

Em relação aos lacticínios, o que é consumido em grande porção é o leite. Este alimento ocupa, em percentagem, mais de metade do consumo de lacticínios nacional. O leite tem 66% de consumo, os iogurtes 26% e o queijo 8%. Excluem-se na presente tese todos os outros tipos de derivados de leite.

Com valores muito altos, tendo em conta a ordem de grandeza dos outros tipos de alimentos considerados, verifica-se que o leite é a fonte de proteína animal com consumo nacional mássico mais elevado. Por outro lado, a carne de cabra e ovelha têm o consumo nacional mais reduzido, em termos globais. Na Figura I.6 (Anexo 1) encontra-se o gráfico de dados representativo da Tabela 1, onde se consegue distinguir o consumo bruto do consumo edível, bem como analisar cada tipo de alimento considerado. As variações entre o consumo bruto e o consumo edível dos alimentos em estudo são mínimas, no entanto, mais expressivas para a carne. Por outro lado, como se comprovou pela tabela anterior, o consumo de leite é muito elevado quando comparado com qualquer outro tipo de fonte proteica considerada. Esta diferença pode relacionar-se com a quantidade de leite necessária a consumir para se obter a mesma quantidade de proteína de carne ou pescado, por exemplo. Na Tabela 2 encontra-se a quantidade de proteína presente em 100 gramas de alimento.

Tabela 2 Exemplo da quantidade de proteína presente nos alimentos [12]

Alimento	Quantidade de proteína (g /100 g alimento)
Leite de vaca UHT meio gordo	3,3
logurte meio gordo, natural	4,2
Queijo flamengo	28
Bife de vaca (valor médio de acém, alcatra e lombo) cru	20,9
Peito de peru com pele cru	23
Lombo de porco cru	22,2
Bacalhau fresco cru	17,8
Sardinha meio gorda crua	18,9
Salmão cru	16,2
Ovo (de galinha) inteiro cru	13,0

Estes valores são meramente informativos e pretendem relacionar a quantidade de proteína presente nos alimentos. Esta diferença só é considerável para o caso dos lacticínios. Como consta na roda dos alimentos, a substituição da carne por pescado ou ovos é perfeitamente aceitável, em termos proteicos, uma vez que a variação deste valor é mínima. O mesmo não acontece para o caso dos lacticínios [13].

Por outro lado, também se poderá relacionar com o facto de que usualmente o consumo de leite é feito em porções maiores (pode servir de exemplo um copo de leite ou uma coxa de frango, quantificados em gramas). A partir da Figura 5 verifica-se também a diferença bastante elevada entre o consumo de carne e o consumo de pescado, ocupando o primeiro, a maior fatia de consumo nacional diário.

2.2 Consumo de alimentos na cantina da FEUP

As ementas referentes aos almoços da cantina da FEUP foram fornecidas pelos SASUP - Serviços de Ação Social da Universidade do Porto - referentes ao mês de outubro de 2019. Para além das ementas foram fornecidas também as capitações das fontes de proteína, bem como o número de refeições servidas para os pratos: carne, pescado e dieta. Na Tabela 1 do Anexo I encontra-se a ementa dos almoços, bem como as referentes capitações associadas a cada prato. Na Tabela I.2 (Anexo 1) encontra-se o número de refeições servidas na cantina da FEUP durante o mês de outubro de 2019. Na Figura I.7 (Anexo I) encontra-se o consumo da cantina da FEUP.

De um modo geral, a fonte proteína animal mais consumida na cantina da FEUP é o peru, seguido da carne de vaca. O consumo de queijo, ovos, leite e camarão é mínimo quando comparado com os alimentos mencionados anteriormente. Na Tabela 3 encontram-se os consumos referentes aos diferentes tipos de fontes de proteína da cantina da FEUP. Apenas se faz a avaliação do prato principal, excluindo valores referentes a sopa e sobremesas.

Tabela 3 Consumo, em gramas de alimento, referentes ao mês de outubro de 2019 de fontes de proteína na cantina da FEUP

Fontes de proteína	Consumo Total (g alimento/ mês)
Peru	1955
Vaca	1200
Cavala	250
Carapau	240
Sardinha	240
Coelho	230
Frango	211
Pescada	200
Outros peixes	175
Porco	141
Salmão	140
Bacalhau	80
Atum	80
Ovos	32
Queijo	21
Camarão	20
Leite	14

2.3 Definição da Pegada de Carbono

A Pegada de Carbono (*Carbon Footprint*) é uma ferramenta de avaliação ambiental que pode ser aplicada a bens e serviços e que se traduz na quantificação das emissões que contribuem para o efeito de estufa e expressão deste valor em massa de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). De um modo geral, engloba as etapas associadas a um produto ao longo do seu ciclo de vida [14] e inclui as emissões diretas, associadas à combustão de combustíveis fósseis, fornecimento de matérias primas, transformação, transporte e incluindo, muitas vezes, as fases de utilização, destino final e fim de vida do produto.

A quantificação da pegada de carbono possibilita o entendimento e potencia a identificação de ações para mitigar as emissões de GEE durante o ciclo de vida do produto [15]. O interesse em utilizar este indicador é a sua simplicidade de cálculo sendo que a aplicação deste indicador permite a comparação ou “*benchmarking*” entre processos produtivos, produtos ou serviços e, conseqüentemente, possibilita a identificação de ações de melhoria [16]. Relativamente à pegada de carbono associada aos alimentos, esta permite uma análise comparativa entre os diferentes tipos de alimento e, ao conjugá-la com diferentes padrões de consumo, expressar o impacto associado às emissões de CO₂ equivalente, por dia, *per capita*.

2.3.1 Metodologias utilizadas para quantificar a Pegada de Carbono

Existem várias ferramentas para o cálculo das pegadas de carbono para produtos, indivíduos, empresas e outras organizações. As metodologias comumente usadas para calcular as pegadas de carbono de uma organização incluem o Protocolo de GEE e a ISO 14064:2008 [14]. Este protocolo foi elaborado em 1998 com o objetivo de uniformizar padrões, ferramentas e relatórios de análise dos GEE a nível mundial. Estabelece uma padronização, para uso global, da avaliação das emissões de gases com efeito de estufa, incluindo a participação entre empresas, organizações não-governamentais e organizações governamentais.

O *Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard* é o documento elaborado especificamente para produtos [17] que fornece requisitos e orientações para quantificar um inventário de emissões de GEE de um produto específico e, com o seu resultado, aumentar a consciencialização sobre a forma de reduzir estas emissões ao longo das fases do ciclo de vida do produto. Na Tabela 4 encontram-se descritas, sucintamente, as etapas a considerar na contabilização das emissões de GEE, sendo que o protocolo engloba um capítulo dedicado a cada uma das etapas necessárias para a elaboração do relatório.

Tabela 4 Etapas a considerar no relatório para contabilização das emissões de GEE de um produto [17]

Etapas a considerar na contabilização das emissões de GEE de um produto	
1.	Definir os objetivos do projeto
2.	Revisão dos princípios
3.	Revisão dos fundamentos
4.	Definir o âmbito
5.	Definição das fronteiras
6.	Recolha dos dados e avaliação da qualidade dos dados
7.	Alocação (se necessário)
8.	Avaliar incerteza
9.	Cálculo dos resultados do inventário
10.	Verificação dos resultados
11.	Resultados
12.	Identificar oportunidades de redução

A ISO 14067:2008 é uma norma usada para a quantificação da pegada de carbono dos produtos. Este documento detalha princípios, requisitos e diretrizes para a quantificação da Pegada de Carbono de produtos, bens e serviços, com base nas emissões de GEE ao longo de seu ciclo de vida. É baseado em princípios, requisitos e diretrizes identificados nas normas internacionais existentes sobre Avaliação do Ciclo de Vida, ISO 14040 e ISO 14044, e visa definir requisitos específicos para a quantificação de uma Pegada de Carbono de produtos total ou parcial (caso alguma das etapas do ciclo de vida possa ser excluída no processo de quantificação) [15]. A Tabela 5 apresenta uma visão geral das diferenças entre estes dois documentos que fornecem requisitos e diretrizes sobre as decisões a serem tomadas de forma a conduzir o estudo da pegada de carbono. As decisões envolvem, não só, a definição de objetivos e estrutura, estratégias de recolha de dados, bem como, questões específicas

relevantes, como por exemplo, a mudança do uso de solo, captação do dióxido de carbono, emissões de carbono biogénico e eletricidade obtida a partir de fontes de energia renovável. Em cada estudo são definidos o que se deve mapear no estudo de forma a encontrar o documento incluindo a metodologia mais adequada ao seu estudo [18].

Tabela 5 Principais aspetos especificados nos documentos de referência usados para o cálculo da pegada de carbono: Protocolo GHG e ISO 14067:2008 [19]

Especificações e Requerimentos		Protocolo GHG	ISO 14067
Fronteiras do Ciclo de vida		Do berço ao túmulo	Do berço ao túmulo Do berço à porta De porta a porta Ciclo de Vida parcial
Bens de Capital		<u>Excluídos</u> mas incentivados a serem incluído quando relevante	Excluídos se não afetarem significativamente as conclusões gerais
Carbono Biogénico	Armazenamento de Carbono	Para a abordagem do berço à porta considera-se o armazenamento de carbono biogénico	Se o armazenamento de carbono for calculado, então deve ser indicado mas não incluído no o resultado da CF
Outras Conclusões	Mudança no uso do solo	Fornecer orientação para determinação de impactes atribuíveis	<ul style="list-style-type: none"> A mudança direta no uso do solo deve ser documentado separadamente A mudança indireta do uso de solo deve ser considerado
	Outras exclusões	<ul style="list-style-type: none"> Outras exclusões incluem o transporte de trabalhadores para o local de trabalho e transporte individual dos consumidores para o ato de compra; Consumos de energia humana para o processo e animais que prestam serviços de transporte 	
Alocação		<ul style="list-style-type: none"> Evitando alocação por subdivisão de processo e redefinindo a unidade funcional ou expansão do sistema Relações físicas Métodos de alocação económica 	
Potencial de Aquecimento Global		100 anos	

2.4 Problemática ambiental associada aos padrões de consumo humano de alimentos fornecedores de proteína animal

A problemática ambiental associada ao consumo alimentar potencia ações individuais conscientes, informadas e preocupadas com questões ambientais para uma mudança em direção a uma sociedade mais sustentável. Os pequenos passos começam, por exemplo, no

quotidiano das aquisições onde o consumidor começa a tomar consciência de que as suas escolhas têm impacte no ambiente. O consumidor verde foi amplamente definido como aquele que, além da variável qualidade/preço, inclui, na sua escolha, a variável ambiental, preferindo produtos com menor impacte ambiental. Os padrões alimentares podem fazer variar substancialmente o consumo de recursos e o impacte ambiental de uma determinada população. Mudanças na dieta, como o aumento do consumo de vegetais e o consumo reduzido de produtos de origem animal, reduzem a pegada de carbono. A adesão de uma determinada população aos padrões definidos pelas entidades reguladoras, através do consumo das proporções e composição de alimentos definidas na Roda dos Alimentos pode, portanto, não apenas influenciar a saúde humana, mas também o meio ambiente [20]. A produção de alimentos é uma importante fonte de emissão de gases com efeito estufa. Mudanças nos padrões de dieta podem, portanto, proporcionar benefícios para o meio ambiente e para a saúde. No entanto, há incerteza sobre a magnitude desses impactes, e sobre que mudanças são necessárias para alcançá-los. [21]

Alguns estudos informam sobre a alta relevância do consumo de proteína animal para a magnitude do impacte ambiental das dietas humanas. Nesse sentido, foram recolhidos seis estudos com foco na emissão de GEE provenientes de alimentos como fonte proteica. Uns focam os benefícios da dieta mediterrânica, outros da dieta ocidental e alguns fazem a comparação entre vários tipos de dieta. Os estudos analisados avaliam as pegadas associadas aos padrões de consumo alimentar para vários países com dietas distintas (Espanha, Dinamarca, Canadá, Estados Unidos da América, Japão, Tailândia, França, entre outros) e outros exploram as alterações dos impactes resultado de variações nas dietas humanas.

Tabela 6 Revisão bibliográfica com foco na problemática ambiental associada ao consumo de proteína animal

Autor	Objetivo	País	Método	Conclusões
Sáez-Almendros, S. [21]	O objetivo do estudo foi analisar o contexto da população espanhola em termos de emissões de GEE, uso de terra, consumo de energia e de água. Para além disso, comparou-se a dieta espanhola com a ocidental.	Espanha	<p>As pegadas de carbono dos padrões alimentares estudados foram calculadas a partir da composição da dieta de cada padrão alimentar para cada grupo.</p> <p>As composições alimentares foram obtidas a partir de diferentes fontes, incluindo fontes de balanço alimentar e pesquisas de consumo das famílias.</p> <p>As pegadas de carbono dos grupos alimentares foram obtidas a partir de diferentes avaliações do ciclo de vida.</p>	O aumento da adesão ao padrão mediterrânico, em Espanha, reduzirá as emissões de gases com efeito estufa (72%). Por outro lado, a adesão a um padrão alimentar ocidental implica um aumento em todos esses fatores entre 12% e 72%. Os produtos de origem animal contribuíram significativamente para aumentar as pegadas dos padrões de dieta. Portanto, os padrões de dieta ocidental, com uma alta contribuição de produtos de origem animal, como carne e laticínios, apresentam maiores valores de pegada.
Saxe, H. . [22]	<p>Este estudo compara o aquecimento global de duas dietas nórdicas com a dieta dinamarquesa, utilizando a ferramenta: Avaliação do Ciclo de Vida.</p> <p>Para uma comparação justa, todas as dietas foram modificadas para conter a mesma quantidade total de energia e proteína por pessoa, por ano.</p>	Dinamarca	<p>As emissões de GEE de alimentos e bebidas foram calculadas através da avaliação do ciclo de vida. A unidade funcional foi de 1 kg de comida ou bebida produzida disponível no supermercado local.</p> <p>Os cálculos incluíram as emissões de GEE associadas a todas as atividades e uso de materiais do solo ao supermercado. Todos os GEE antropogénicos foram convertidos em equivalentes de CO₂ de acordo com o IPCC (2007).</p>	Este estudo conclui que uma mudança para as dietas nórdicas apoia a mitigação das alterações climáticas devido ao seu conteúdo com menos alimentos de produção animal e mais frutas e vegetais. Para além disso, o estudo também conclui que há uma redução nas emissões de CO ₂ quando são comprados os alimentos localmente. Por outro lado, a substituição dos produtos consumidos por alimentos com origem biológica fazem aumentar a pegada de carbono associada à dieta.
Vidal, R. [23]	Quantificação da pegada de carbono de 18 dietas, baseada em dados detalhados provenientes do Hospital <i>Juan Ramón</i> (Espanha) e de outras dietas terapêuticas estimadas pelo Hospital Clínico de Benidorm (Espanha).	Espanha	<p>As emissões de GEE foram recolhidas através da avaliação do ciclo de vida dos diferentes tipos de alimento considerados.</p> <p>A pegada de carbono foi calculada para 18 dietas hospitalares para uma variedade de pacientes. O menu de referência corresponde à dieta normal fornecida aos pacientes que não têm necessidades alimentares especiais.</p>	Concluíram que o tipo de dieta tem um impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa. Uma dieta mediterrânica está associada a um menor impacto ambiental do que as dietas com mais carne, em particular carne vermelha. Nesse sentido, a conclusão do estudo assenta que, em termos de proteína animal, a carne de vaca é a principal responsável pela

Autor	Objetivo	País	Método	Conclusões
				emissão dos gases com efeito de estufa relacionados com os 18 tipos de dieta analisados.
Vázquez-Rowe, I. [24]	Calcular as pegadas de carbono das dietas da população peruana. O principal objetivo deste estudo é analisar os impactes ambientais de um conjunto de 47 perfis de dieta alimentar peruana, incluindo cenários geográficos e socioeconómicos.	Peru	Foi utilizada a Avaliação do Ciclo de Vida como estrutura metodológica para obter os impactes gerais dos componentes nos padrões alimentares observados e os dados primários relacionados à composição das dietas foram recolhidos no Instituto Nacional de Estatística do Peru (INEI). Os inventários dos ciclos de vida dos diferentes produtos que fazem parte da dieta peruana foram obtidos a partir de um conjunto de artigos científicos e relatórios anteriores sobre a produção de alimentos. A metodologia utilizada no cálculo das emissões de GEE foi IPCC 2013.	<p>Os resultados demonstram que existem certas diferenças em termos de consumo de alimentos de uma perspetiva geográfica, com padrões de consumo distintos de alimentos no litoral norte, nas terras altas dos Andes e na bacia amazónica.</p> <p>Concluiu-se que a carne vermelha é responsável por 34% das emissões de CO₂ equivalente associados à alimentação no Peru, sendo as carnes brancas responsáveis por 14% e a compra de alimentos fora da área de residência 12%.</p> <p>Os resultados deste estudo demonstraram que ações em termos de redução da perda de alimentos ou substituição de carne de ruminante na dieta por outros produtos alimentares menos intensivos em carbono e ricos em proteínas podem reduzir consideravelmente as emissões <i>per capita</i>. Por exemplo, se 20% do consumo de proteína à base de carne bovina na dieta média peruana fosse substituído pelo consumo de quinoa, na mesma proporção de proteína, as emissões de GEE poderiam ser reduzidas em 30,9 kg CO₂ e <i>per capita</i> a cada ano, o equivalente a 973 mil toneladas de CO₂ e por ano em todo o Peru.</p>

Autor	Objetivo	País	Método	Conclusões
Van Dooren, C. [25]	O objetivo principal deste estudo foi explorar as relações entre dietas nutricionalmente saudáveis e ecologicamente sustentáveis.	Holanda	O cálculo das emissões de GEE dos alimentos mais consumidos nas dietas foi concluído usando uma Avaliação do Ciclo de Vida. No estudo exploraram as possibilidades de futuras diretrizes alimentares integradas que ajudem os consumidores a fazer escolhas alimentares informadas com base em valores ecológicos e nutricionais. Desenvolveu-se um sistema de pontuação para saúde e sustentabilidade. Posteriormente, testou-se seis dietas diferentes: a holandesa média atual, holandesa oficial recomendada, semi-vegetariana, vegetariana, vegana e mediterrânea. padrões alimentares específicos.	Este estudo demonstrou que a ingestão de uma dieta saudável recomendada em conformidade com as Diretrizes Dietéticas Holandesas resulta numa dieta de sustentabilidade mais elevada, seguida da dieta mediterrânea. Concluiu-se que a redução de proteínas animais é a opção ideal que relaciona a saúde e a sustentabilidade. Os resultados deste estudo, traduzidos em prática, significam que os consumidores podem optar por reduzir as emissões de gases de efeito estufa de maneira mais eficaz através da: <ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de carne e laticínios; • Comer mais alimentos à base de plantas ou mudar para uma dieta pesco-vegetariana.
Aleksandrowicz L. [9]	Revisão de estudos que analisam os impactes ambientais de dietas de ingestão média atual. Os padrões alimentares considerados são com vista numa alimentação mais sustentável. No total foram revistos 9265 artigos sendo que apenas 63 foram considerados.	Estados Unidos	Considerou-se apenas os impactes ambientais: emissões de GEE, uso da terra e uso da água. Os bancos de dados utilizados foram <i>Scopus</i> , <i>ProQuest</i> , <i>PubMed</i> , <i>Web of Science</i> e <i>Science Direct</i> . Os critérios de inclusão para os estudos foram os seguintes: quantificação de mudanças nas emissões de GEE, ou uso da água, entre a ingestão média no nível da população e a proposta de sustentabilidade sustentável padrões alimentares. Utilizaram balanços alimentares para compreender as dietas de referência. Os três indicadores ambientais foram selecionados com base numa triagem dos indicadores disponíveis na literatura. Dos artigos, extraíram dados que avaliassem os impactes de itens alimentares ou refeições	A análise demonstrou que reduções acima de 70% das emissões de GEE e uso da terra e 50% do uso da água, poderia ser alcançado alterando as dietas ocidentais típicas para outras com padrões alimentares mais ambientalmente sustentáveis, reduzindo o consumo de carne. Há evidências que mostram impacte reduzido associado à pesca e alimentos associados a esta atividade. Vários estudos calcularam uma redução na contaminação da água com nitrogénio e fósforo a partir de padrões alimentares mais sustentáveis, no entanto, são necessários estudos adicionais para tirar conclusões mais específicas. Os impactes das dietas mais sustentáveis estão relacionados com vários fatores, incluindo

Autor	Objetivo	País	Método	Conclusões
			<p>individuais em vez de padrões alimentares, se utilizassem dietas alternativas com vista na redução de carne ou laticínios sem compensar essa diminuição na ingestão de energia com a ingestão de outros alimentos.</p>	<p>práticas agrícolas sustentáveis, saúde populacional, uso da água e também alterações climáticas.</p> <p>Num conjunto de estudos heterogêneos analisados neste artigo, há algumas conclusões a retirar: é necessária uma mudança das dietas atuais para uma com padrões alimentares mais sustentáveis, se possível com redução do consumo de carne. Isto justifica-se porque os benefícios ambientais são amplamente proporcionais à quantidade de carne consumida (particularmente de ruminantes) e, na mesma medida, pela redução de laticínios. O estudo propõe também esforços políticos para promover a adoção de dietas que apoiam essas mudanças, de modo a trazer benefícios ambientais e de saúde para o mundo.</p>

O estudo de Sáez-Almendros et al. [21] compara a dieta mediterrânea com a dieta ocidental em termos de pegada de carbono. A dieta mediterrânea abordada no estudo é uma dieta baseada na pirâmide dos alimentos, com as porções e alimentos sugeridos pela mesma. A dieta do padrão ocidental surgiu mais recentemente sendo um padrão alimentar moderno que geralmente é caracterizado por uma alta ingestão de carne vermelha, carne processada, alimentos pré-embalados, manteiga, doces, fritos, laticínios com alto teor de gordura, ovos, grãos refinados, batatas, milho e bebidas com alto teor de açúcar. O estudo concluiu que a adesão da população espanhola à dieta mediterrânea tem um impacto positivo em todas as categorias analisadas, nomeadamente redução das emissões de GEE até 72%. Por outro lado, a adesão a um padrão alimentar ocidental implica um aumento entre 12% e 72% [21].

O artigo de Saxe et al. [22] compara 3 tipos de dieta:

- A dieta 1 é uma dieta dinamarquesa média (DDA);
- A dieta 2 é baseada nas recomendações nutricionais nórdicas (NNR);
- A dieta 3 é uma nova dieta nórdica (NND) desenvolvida pelo projeto OPUS.

A NND contém alimentos nórdicos produzidos localmente, onde mais de 75% é produzido organicamente. NNR e NND incluem menos carne e mais frutas e vegetais do que o DDA. Todas as dietas foram ajustadas para conter um conteúdo semelhante de energia e proteína. Este estudo utilizou a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida. De um modo geral, os resultados mais favoráveis prendem-se com a alteração da tipo da carne: substituir a carne vermelha, principalmente bovina, por carnes brancas como frango ou porco. Relativamente ao impacto do tipo de produto (plantas ou produtos à base de carne), os produtos à base de carne têm impacto muito maior em relação às emissões de GEE, do que por exemplo, o efeito de comprar produtos locais ou importados ou até escolher produtos convencionais ou orgânicos. As emissões de GEE da relação de NNR e NND foram inferiores às de DDA, 8% e 7%, respetivamente. O que significa que, tendo em conta o artigo, uma dieta com menos carne e mais frutas e vegetais reduz as emissões de GEE.

Para além disso há duas conclusões muito importantes neste estudo:

1. A substituição de alimentos produzidos em larga escala por alimentos produzidos de forma biológica fazem aumentar a pegada de carbono associada;
2. Há uma redução significativa na pegada de carbono associada quando os alimentos são comprados localmente.

A principal conclusão do estudo assenta na efetiva redução da pegada quando as carnes vermelhas são substituídas por carnes brancas [22].

O estudo de Vidal et al. [23] quantifica as pegadas de carbono de 18 tipos diferentes de dieta, baseada em dados detalhados provenientes de dois hospitais de Espanha. A principal conclusão do estudo foi que o tipo de dieta tem um impacto significativo nas emissões de gases

de efeito estufa e que as dietas com mais carne, em particular carne vermelha, têm maior impacto associado [23].

O estudo realizado por Vásquez-Rowe et al. [24] estima as pegadas de carbono da dieta da população peruana. A partir da Entidade Nacional de Estatística do Peru obtiveram-se dados necessários para a realização da avaliação ambiental das dietas. Os resultados do artigo demonstram que há diferenças geográficas, em termos de pegada de carbono, que se relacionam com padrões de consumo distintos. Apesar destas diferenças, em relação às três cidades localizadas nas regiões naturais do Peru, nomeadamente, Costa, Andes e Bacia Amazônica) não existem diferenças significativas. A variação média para as diferentes cidades avaliadas variou entre 1,0 a 1,8 t CO₂ e/ cap/ ano. Os resultados deste estudo demonstraram que ações que venham a reduzir ou substituir a carne de ruminante por outros produtos alimentares, com menor pegada de carbono e ricos em proteínas, podem reduzir consideravelmente as emissões de GEE per capita. No artigo fizeram um caso de estudo onde se substituiu 20% do consumo de proteína à base de carne bovina pelo consumo de quinoa. Concluiu-se que as emissões de GEE poderiam ser reduzidas em 30,9 kg CO₂e *per capita* a cada ano, o equivalente a 973 mil toneladas de CO₂e por ano em todo o Peru [24].

No artigo de Van Doreen et al. [25] exploraram as relações entre 6 dietas nutricionalmente saudáveis e ecologicamente sustentáveis. As seis dietas são caracterizadas como:

1. VCP 1998 - consumo médio holandês;
2. Diretrizes Dietéticas Holandesas Recomendadas pela Direção Geral da Saúde
3. Semi-vegetariana (50/50): Esta dieta é uma média entre as dietas 2 e 4. Essa opção foi considerada para incorporar uma dieta que pode servir como um compromisso entre sustentabilidade e o gosto para o público em geral.
4. Vegetariano tradicional (ADA): neste caso não há dados oficiais e, por esse motivo, substituiu-se o consumo semanal de carne pelo seguinte: 4 ovos, 1 porção de leguminosas (75 g), 250 g de nozes e 3 porções (300 g) de tofu.
5. Vegan: Na dieta vegana, o leite é substituído por bebidas de soja enriquecidas com cálcio. Os produtos proteicos estão alinhados com a opção vegetariana, mas os ovos são substituídos por uma porção extra de leguminosas. O consumo de vegetais é aumentado em 200 g, e os vegetais são ricos em cálcio.
6. Mediterrâneo: é uma dieta com menos carne, rica em pescados, frutas e vegetais, com menos extras e óleos vegetais em vez de gorduras animais. Esta dieta rege-se pela pirâmide dos alimentos, bem como pelas porções da mesma.

Analysaram os diferentes tipos de dieta e estudaram também algumas opções de redução, caracterizando-as através de uma ferramenta que avalia os efeitos na saúde e a

sustentabilidade ambiental. Uma dieta realizada de acordo com as Diretrizes Dietéticas Holandesas- dieta 2- é mais saudável e sustentável do que a dieta holandesa média- dieta 1. A dieta mediterrânea - dieta 6- é a opção de foco na saúde. A dieta vegana- dieta 5- tem alta pontuação na área da saúde e redução do impacto ambiental do que a dieta mediterrânea, devido à redução de proteína com origem animal. De um modo geral, uma dieta semi-vegetariana é a melhor opção para os consumidores melhorarem as duas pontuações simultaneamente. Os resultados deste estudo traduzidos em prática significam que os consumidores, para reduzirem as emissões de gases de efeito estufa de maneira mais eficaz, devem: a) reduzir o consumo de carne e laticínios e b) comer mais alimentos à base de plantas ou mudar para uma dieta mista entre pescado e vegetariana. Os valores da pegada de carbono variam entre 3,6 kg CO₂e/dia (dieta 2) e 4,1 kg CO₂e/dia (dieta mediterrânea). A dieta holandesa média tem uma emissão de gases de efeito estufa de 4,09 kg CO₂e/dia, e este estudo concluiu que a dieta vegetariana e vegana, gera emissões que ultrapassam a redução de 20% em comparação com a dieta holandesa média. Este trabalho identifica quatro das dietas (mediterrânea, vegetariana, semi-vegetariana e vegana) com uma pontuação de GEE que atendem à meta da União Europeia de redução de 20% nas emissões, com a dieta vegana (dieta 5) excedendo essa meta [25].

No artigo de Aleksandrowicz et al. [9] são revistos 63 artigos tendo como objetivo rever as dietas usadas nos Estados Unidos e os impactos ambientais associados aos diferentes tipos de dieta. Os diferentes tipos de dieta foram classificados do seguinte modo:

1. Vegano;
2. Vegetariano;
3. Ruminantes substituídos por outro tipo de carne;
4. Ruminantes substituídos por outro tipo de carne + sem laticínios;
5. Carne parcialmente substituída por alimentos de origem vegetal;
6. Carne parcialmente substituída por produtos lácteos;
7. Carne parcialmente substituída por alimentos misturados;
8. Carne + laticínios parcialmente substituídos por alimentos à base de plantas;
9. Consumo equilibrado de energia;
10. Diretrizes saudáveis;
11. Diretrizes saudáveis e otimização adicional;
12. Dieta Mediterrânea;
13. Nova dieta Nórdica;
14. Piscívoros.

As principais conclusões a tirar desta revisão é que a redução do consumo de carne, principalmente de ruminantes, reduz significativamente o impacto ambiental à dieta. Uma vez que os laticínios se obtêm a partir da produção animal, há também uma redução positiva no impacto ambiental associado à redução do consumo de leite e derivados. A redução média nas

emissões de GEE foi de 22%, sendo o máximo de redução verificado para a dieta vegan com 45% e o mínimo de redução para uma dieta baseada no consumo de carne substituída parcialmente por laticínios. Conclui-se que os maiores benefícios ambientais foram observados para as dietas que mais reduziram a quantidade de alimentos de origem animal, como o vegan, vegetariano e piscívoro [9].

Como conclusão geral da revisão bibliográfica realizada verifica-se uma elevada concordância entre os artigos analisados nos benefícios ambientais em relação à emissão de gases com efeito de estufa resultante da diminuição do consumo de carne e derivados, a qual trará conseqüentemente uma diminuição na pegada de carbono. Conclui-se que os maiores benefícios são constatados para as dietas vegan e vegetariana. No entanto, a redução no consumo de carnes vermelhas é responsável por reduções que variam entre 5 a 75% de emissões de GEE [9].

Capítulo 3 Quantificação das pegadas de carbono dos alimentos fornecedores de proteína animal

Os alimentos em estudo na presente dissertação são a carne, pescado, laticínios e ovos estando estes integrados na categoria de fontes de “alimentos proteicos” de origem animal. A partir da bibliografia foram recolhidos valores de pegada de carbono para seis tipos de carne (vaca, porco, frango, peru, coelho, ovelha e cabra), catorze espécies de peixe (bacalhau, atum, dourada, sardinha, salmão, tamboril, camarão, polvo, lula, peixe espada, carapau, robalo, pescada e cavala), laticínios (incluindo leite, queijo e iogurtes) e ovos. O método de pesquisa dos valores da pegada foi realizado para cada alimento em particular de modo a permitir identificar os valores das pegadas dos processos de produção de cada alimento. Esta abordagem possibilita a comparação e justificação, no caso de os valores recolhidos serem muito distintos. A pesquisa foi realizada com base em algumas considerações relativamente à metodologia usada para quantificar a pegada:

- Só se consideraram estudos bibliográficos que cumprissem com uma metodologia de avaliação da pegada padronizada-Protocolo de GEE e ISO 14064:2008- e cujos resultados tenham sido verificados por arbitragem científica.

Foram também definidos alguns critérios, listados em seguida, para a recolha das pegadas dos alimentos:

- Só se consideraram valores de pegadas expressos em kg CO₂ equivalente por massa de alimento, ou outra unidade equivalente, de modo a uniformizar e possibilitar a comparação entre resultados;
- Só se consideraram as pegadas dos alimentos, excluindo os valores das pegadas para os alimentos confeccionados ou para os micronutrientes e nutrientes alimentares;
- A maior parte dos estudos analisados utilizaram a metodologia IPCC, sendo que os que não seguiram esta metodologia encontram-se especificados;
- Foram recolhidos valores da pegada para o animal vivo ou em bife para os seguintes animais: vaca, porco, peru, frango e ovelha e cabra de modo a detalhar o impacte

associado a cada um dos processos de produção do alimento. O bacalhau e o salmão também foram analisados como peso vivo do animal ou como peixe filetado. Os ovos considerados foram os de galinha, uma vez que o consumo de ovos de outros animais é negligenciável.

Sempre que possível, consideraram-se artigos de alimentos produzidos em Portugal de modo a tornar mais a representatividades do estudo realizado. Apesar das fontes de grande parte dos artigos considerados não ser portuguesa, o método de análise permite ter uma perceção aproximada do valor real em Portugal, o que contribui positivamente para a análise dos resultados obtidos. Ainda assim, uma análise com artigos focando os alimentos que são produzidos em Portugal apresentaria resultados mais aproximados ao valor real das pegadas.

O método de pesquisa foi feito para cada alimento em particular, de modo a analisar cada processo associado à sua produção. Na Tabela II.1 (Anexo II) encontram-se os valores dos estudos encontrados relativos à Pegada de Carbono de todos os tipos de carne considerados no presente estudo.

3.1 Pegada de carbono das carnes

3.1.1 Carne de vaca

A carne de vaca apresenta uma pegada de carbono bastante elevada, quando comparada com os outros alimentos analisados. As razões para tal acontecer são múltiplas e são explicadas em cada artigo analisado, tendo em conta as fronteiras do sistema considerado, o local de criação, a espécie do animal, o tipo de ração, tempo de maturação do animal, transportes envolvidos, entre outras condições que têm impacte significativo na pegada de carbono da carne de vaca.

A pegada de carbono dos estudos analisados tem origem em 12 países, tendo sido encontrados 105 valores sendo estes referentes aos seguintes países: Austrália, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos da América, Irlanda, Noruega, Oceânia, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça e Uruguai. Para além disso, outros estudos fazem uma visão mais geral considerando áreas de estudo mais abrangentes: aproximação da pegada de carbono global, aproximação global excluindo a Europa, Europa Ocidental, Europa excluindo o Reino Unido e União Europeia. Quando se refere ao termo “aproximação global” considera-se que é a pegada média calculada através de estudos de todo o mundo [26].

A maior parte dos estudos recolhidos avalia a pegada de carbono desde o berço até à porta da quinta e reporta, por este motivo, a pegada ao peso do animal vivo. Ainda assim, de forma

a ser mais preciso, disponibiliza-se o valor das pegadas da carne de vaca em duas categorias: vaca e bife de vaca.

O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono da carne de vaca é de 8,0 kg CO₂ e/kg de carcaça de animal, sendo este um estudo que remete a um valor médio da criação da vaca na Europa Ocidental que considera as fronteiras desde o berço da quinta até ao centro de abate do animal, incluindo apenas o transporte até ao local. O valor máximo encontrado é de 102,20 kg CO₂ e/ kg de bife de carne de vaca que considera uma aproximação global ao processo de produção do animal até ao bife. O valor médio da pegada de carbono da carne de vaca é 20,92 kg CO₂ e/ kg e do bife de vaca é 27,32 kg CO₂ e/ kg. Esta discrepância de valores deve-se essencialmente à pegada associada ao transporte do animal e corte para produção do bife.

3.1.2 Carne de porco

A carne de porco é uma das fontes de proteína animal mais consumidas em Portugal. Apesar da sua pegada de carbono não ser a mais elevada, conjugada com o consumo nacional tem um impacte significativo. Os 79 valores para a pegada de carbono da carne de porco têm origem em 21 países, sendo estes: Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Estados Unidos da América, Eslovénia, França, Holanda, Itália, Japão, Letónia, Lituânia, Noruega, Portugal, Reino Unido, Rússia, Sérvia e Suécia. Para além disso, outros fazem uma visão mais geral considerando áreas de estudo mais abrangentes: aproximação da pegada de carbono global, Europa, Europa Ocidental, Europa excluindo o Reino Unido, Europa de Leste, Leste e Sudoeste da Ásia e Sul da Ásia. Grande parte dos estudos recolhidos faz a análise da pegada de carbono desde o berço até à porta da quinta e consideram o peso do animal como unidade funcional, isto é, 1kg de carcaça do animal. Ainda assim, de forma a ser mais preciso, criou-se a divisão da carne de porco em duas categorias: porco e bife de porco, para que as fronteiras de cada categoria sejam as mais adequadas possível à situação de estudo.

O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono da carne de porco é de 1,9 kg CO₂ e/kg de carcaça de animal. É um estudo que remete a um valor da criação da carne de porco na Letónia onde são consideradas os processos que decorrem desde o berço à porta da quinta. O valor máximo encontrado é o valor de 12,1 kg CO₂ e/ kg de bife produzido. Este estudo considera uma aproximação global dos processos mundiais até à obtenção do bife. Refere-se à criação do animal nos Estados Unidos da América e considera as emissões de dióxido de carbono na quinta, no matadouro e aos transportes associados até ao local de comercialização. O valor médio da pegada de carbono de porco é 4,86 kg CO₂ e/ kg de alimento e de 8,49 kg CO₂ e/ kg bife de porco.

3.1.3 Carne de frango

O frango é a fonte de proteína animal mais consumida em Portugal a seguir ao leite. Apesar do impacto ambiental da criação de galinhas não ser o mais elevado e ser dos métodos de criação de animais que mais tem vindo a ser desenvolvido, o elevado consumo desta proteína acarreta impactos no ambiente envolvente. Os 55 valores para a pegada de carbono do frango tem origem em 14 países, sendo estes: Austrália, Brasil, Canadá, Estados Unidos da América, França, Irão, Itália, México, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia e Tunísia. Para além disso, outros fazem uma visão mais geral considerando áreas de estudo mais abrangentes: América do Norte, América Latina e Caraíbas, aproximação da pegada de carbono global, aproximação global excluindo a Europa, Europa, Europa Ocidental, Europa excluindo o Reino Unido, Europa de Leste e Sudeste Asiático. Grande parte dos estudos expressam o valor da pegada por 1 kg de carcaça do animal. De forma a se obterem resultados mais homogêneos, criou-se a divisão em duas categorias: frango e bife de frango.

O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono de frango é de 0,93 kg CO₂ e/kg de carcaça de animal para um estudo que remete a um valor da criação de frango da França e do Brasil, onde se considerou apenas a produção do frango na quinta. O valor máximo encontrado é o valor de 8,26 kg CO₂ e/ kg de carcaça de animal, para a criação do animal no Irão. O valor médio da pegada de carbono do frango é 3,91 kg CO₂ e/ kg alimento e do bife de frango é 3,31 kg CO₂ e/ kg alimento.

3.1.4 Carne de ovelha e cabra

A ovelha e cabra é a carne menos consumida em Portugal, tendo em conta os dados considerados na presente tese. Em contrapartida, são as fontes de proteína animal com maior pegada de carbono. Os 48 valores da pegada de carbono de ovelha e cabra tem origem em 10 países, sendo estes: Alemanha, Austrália, Canadá, Estados Unidos da América, França, Irlanda, Nova Zelândia, Reino Unido, Suécia e Tunísia. Para além disso, outros fazem uma visão mais geral considerando áreas de estudo mais abrangentes: uma aproximação da pegada de carbono global e pegada de carbono da produção de ovelha e cabra na Europa. A maior parte dos estudos considerados expressam o valor da pegada por 1 kg de carcaça do animal. De forma a se obterem resultados mais homogêneos, criou-se a divisão em duas categorias: ovelha e cabra ou bife de ovelha e cabra.

O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono de ovelha e cabra é de 9,70 kg CO₂ e/kg de carcaça de animal para a criação de cordeiros na nova Zelândia. O tempo de vida do animal também é considerado e este pode ser uma das razões para a pegada de carbono ser inferior quando comparada com a pegada de carbono de uma ovelha ou cabra adultas. O valor máximo encontrado é o valor de 51,8 kg CO₂ e/ kg de animal vivo para um método de criação em Espanha, considerando-se todo o processo de criação do animal. Este estudo foi realizado para três métodos: criação de pasto livre (valor máximo encontrado), um método misto em que

a criação tanto é ao ar livre como em cativeiro e totalmente em cativeiro. O valor médio das pegadas de carbono é 24,53 kg CO₂ e/ kg (ovelha e cabra) é 39,20 kg CO₂ e/ kg de bife (de ovelha e cabra).

3.1.5 Carne de peru

O peru tem um consumo nacional de cerca de 16 g/dia/indivíduo. Apesar de ser uma ave, como é o caso da galinha, estes animais possuem pegadas de carbono associadas distintas. Este facto prende-se, por exemplo, a terem necessidades diferentes, serem utilizados métodos de criação do animal díspares ou ao tempo de vida animal. Os 16 valores da pegada de carbono de peru tem origem em 6 países, sendo estes: Canadá, Estados Unidos da América, Irão, Noruega e Reino Unido. Para além disso, outros fazem uma visão mais geral considerando áreas de estudo mais abrangentes: uma aproximação da pegada de carbono global da produção de ovelha e cabra na Europa (excluindo o Reino Unido).

Os valores de pegadas são expressos por 1 kg de carcaça do animal ou 1000 kg de animal vivo. No segundo caso, as pegadas de carbono foram convertidas para a unidade utilizada na presente dissertação- kg CO₂ e /kg animal- de forma a que seja possível a comparação dos valores de todos os estudos. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono de peru refere-se ao valor de 2,06 kg CO₂ e/kg de peso vivo do animal para um estudo da criação de peru no Canadá e considerando todo o processo de criação do animal. O valor máximo encontrado é o valor de 11,0 kg CO₂ e/ kg de animal vivo para um método de criação em Espanha, considerando-se o processos de criação do animal e transporte até ao centro da cidade onde é revendido. Uma vez que inclui as emissões associadas ao transporte realizado, a pegada de carbono associada é superior aos outros valores encontrados. O valor médio da pegada de carbono é de 5 kg CO₂ e/ kg de animal e de 10,9 kg CO₂ e/ kg de bife de peru.

3.1.6 Carne de coelho

A carne de coelho tem um consumo nacional relativamente baixo, quando comparado com os outros tipos de carne e a pegada de carbono associada à criação de coelho é igualmente baixa. As pegadas de carbono de coelho dos estudos analisados tem origem num só país: a França. Os valores de pegadas são expressos por 1 kg de animal vivo que sai da fazenda ou 1000 kg de carcaça do animal. No segundo caso, as pegadas de carbono foram convertidas para a unidade utilizada na presente dissertação- kg CO₂ e /kg animal- de forma a que seja possível a comparação dos valores entre alimentos e entre espécie. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono de coelho refere-se ao valor de 2,51 kg CO₂ e/kg de alimento para a criação de coelho e o valor máximo é de 3,00 kg CO₂ e/ kg de carcaça do animal. Refere-se a um método de criação utilizado na França, considerando-se como fronteiras do berço da quinta

até ao abate dos animais. O valor médio da pegada de carbono do coelho é 2,73 kg CO₂ e/ kg alimento.

3.2 Pegada de carbono do pescado

Os valores da pegada de carbono do pescado são consideravelmente menores do que os encontrados para a carne. Dos estudos analisados relativos ao peixe, o bacalhau e o salmão são os únicos aos quais se faz referência ao peso vivo do animal e ao peixe filetado. Esta razão é justificada por se ter encontrado pegadas de carbono associadas aos dois tipos de categoria. Na Tabela III.1 (Anexo III) são listados os valores dos estudos encontrados relativos à Pegada de Carbono do pescado.

3.2.1 Bacalhau

Para o caso do bacalhau encontrou-se 10 valores para pegadas de carbono divididas entre a categoria de bacalhau, referindo-se neste caso ao peso total do animal ou bacalhau filetado. Os países onde foram realizados os estudos para cálculo da pegada de carbono do peixe são: Espanha, Islândia e Noruega. O valor mais alto para a pegada de carbono do bacalhau é de 5,30 kg CO₂ e/kg de bacalhau para 1 kg de filete de bacalhau vendido num supermercado da Suíça. Este estudo engloba todas as emissões implicadas que envolvem os processos desde a pesca até ao supermercado. O valor mais baixo para a pegada de carbono do bacalhau é 1,58 kg CO₂ e/kg de bacalhau para um estudo da Islândia que utiliza a técnica de palangre e considera os processos a pesca até ao final de vida da embalagem. O valor médio da pegada de carbono do bacalhau é de 2,98 kg CO₂ e/kg de bacalhau e do bacalhau às postas é de 4,06 kg CO₂ e/kg de alimento.

3.2.2 Pescada

Relativamente à pescada, encontraram-se 4 valores de pegada de carbono, sendo todos referentes a um estudo realizado na Galícia e expressam a pegada por 1 tonelada de CO₂ e/ tonelada de pescada. O valor mais elevado é para o peixe importado do nordeste europeu, com o valor de 6,26 kg CO₂ e/kg de pescada. O valor menor é de 3,99 kg CO₂ e/kg de pescada através da atividade piscatória realizada na costa da Galícia. O valor médio para a pegada de carbono de pescada considerado é de 5,19 kg CO₂ e/kg de peixe.

3.2.3 Salmão

Relativamente ao salmão apenas se encontraram 2 estudos distintos referentes à Noruega. O valor máximo encontrado foi de 6,60 kg CO₂ e/kg de salmão para um estudo que considera 1 kg de salmão filetado vendido num supermercado na Suíça. Aqui estão incluídas todas as etapas desde a pesca à venda no supermercado, incluindo os transportes necessários. O valor mínimo é de um estudo na Noruega que engloba apenas a pesca efetiva do salmão para o qual o valor é de 2,90 kg CO₂ e/kg de salmão.

3.2.4 Atum

Encontrou-se 12 valores para pegadas de carbono para o atum, sendo os países de análise: Espanha e Estados Unidos da América. O valor mais alto para a pegada de carbono de atum é de 13,30 kg CO₂ e/kg de atum para um estudo que considera todas as emissões de dióxido de carbono existentes desde a pesca nos Açores até à entrega do pescado na Galícia, em Espanha. O valor mais baixo para a pegada de carbono do atum é 1,21 kg CO₂ e/kg de atum. Este valor é referente ao mesmo estudo que foi referido anteriormente, mas neste considera a pesca desde o Oceano Índico até Espanha, mais especificamente Galícia. O valor médio da pegada de carbono do atum é de 3,06 kg CO₂ e/kg de atum.

3.2.5 Carapau

Encontrou-se apenas um estudo referente ao carapau. Este estudo aborda 3 perspetivas distintas: pesca artesanal, pesca na costa da Galícia num barco grande e num barco pequeno. O valor mais elevado é para a atividade piscatória na costa da Galícia por meio de um barco grande, com o valor de 1,85 kg CO₂ e/kg de carapau. O valor menor é de 1,18 kg CO₂ e/kg de salmão, por meio de um barco pequeno. O valor médio para a pegada de carbono de carapau considerado é de 1,51 kg CO₂ e/kg de peixe.

3.2.6 Sardinha

Encontrou-se 4 valores para as pegadas de carbono da sardinha, sendo os países de análise: Espanha e Portugal. O valor mais alto para a pegada de carbono da sardinha é 7,60 kg CO₂ e/kg de sardinha enlatada com azeite. Por este motivo, a pegada de carbono de sardinha é bastante superior aos outros valores encontrados. Do mesmo estudo português recolheu-se a pegada de carbono de 0,35 CO₂ e/kg de pescado num porto de Portugal. Para além disso, a pesca deste alimento foi realizada num barco pequeno, o que também é um fator a considerar

para este ser o valor mínimo de pegada de carbono encontrada para a sardinha. O valor médio da pegada de carbono de sardinha é de 2,26 kg CO₂ e/kg de pescado.

3.2.7 Outros peixes: Cavala, Dourada, Robalo, Peixe Espada, Polvo, Lula, Camarão e Tamboril

No caso da cavala, encontrou-se 6 valores para a pegada de carbono referentes à Noruega e a Espanha. O valor mais elevado encontrado no caso da cavala é de 1,49 kg CO₂ e/kg de peixe para um estudo realizado em Espanha em que a atividade piscatória é realizada artesanalmente. O valor menor encontrado foi de 0,54 kg CO₂ e/kg de cavala para a atividade piscatória realizada na Noruega e apenas considera a atividade da pesca propriamente dita. Em termos médios, a pegada de carbono associada à cavala é de 0,77 kg CO₂ e/kg de peixe.

Relativamente à dourada, encontrou-se 4 valores para um mesmo estudo realizado em Espanha, na Galícia. Este estudo apresenta 4 perspetivas diferentes relativas à pesca da dourada: pesca artesanal, pesca artesanal de dourada axilar, pesca artesanal de dourada preta e pesca artesanal de dourada com cabeça dourada. Todos os valores foram iguais, independentemente da situação analisada. O valor médio da pegada de carbono da dourada é de 1,49 kg CO₂ e/kg de peixe.

No caso do robalo apenas se encontrou o valor da pegada de carbono de 0,25 kg CO₂ e/kg de peixe. Este valor é referente a um estudo do Reino Unido realizado pela FAO.

Para o peixe espada também só se encontrou um valor de pegada de carbono associada. O estudo faz referência à atividade piscatória realizada nos Açores- Portugal- e inclui o transporte até à Galícia. O valor calculado foi de 9,27 kg CO₂ e/kg de peixe.

O único estudo considerado para a obtenção da pegada de carbono do polvo é relativo à atividade piscatória realizada na Mauritânia, incluindo o transporte até à Galícia. O valor considerado é de 4,11 kg CO₂ e/kg de polvo.

Para o caso da lula também só se encontrou um único valor de pegada de carbono. A pegada de carbono considerada é de 1,85 kg CO₂ e/kg de peixe. O tipo de pesca envolvido na atividade é a atividade piscatória realizada em alto mar, sendo esta realizada na Galícia.

No caso do camarão encontrou-se 4 valores de pegada de carbono associadas. Os países onde foram realizadas as análises da pegada de carbono foram a China e a Tailândia. O valor mais elevado é de 6,93 kg CO₂ e/kg de camarão, sendo este valor relativo à pesca realizada na

China. O valor menor refere-se à pesca realizada na Tailândia, obtendo-se um valor de 5,10 kg CO₂ e/kg de camarão. A unidade funcional considerada é a mesma que o estudo anterior. O valor médio da pegada de carbono de camarão é de 6,30 kg CO₂ e/kg de peixe.

Para o tamboril encontraram-se 2 valores de pegada de carbono associados a um mesmo estudo realizado. O valor mais elevado é de 9,38 kg CO₂ e/kg de peixe e o valor menor é de 7,75 kg CO₂ e/kg de peixe. Este estudo é referente à pesca realizada no nordeste europeu e inclui o transporte deste pescado até à Galícia. O valor médio da pegada de carbono de tamboril é de 8,57 kg CO₂ e/kg de peixe.

3.3 Pegada de carbono dos lacticínios

O impacte associado aos lacticínios está inteiramente relacionado com a criação de gado. Esta realidade, aliada aos métodos de processamento necessários para obtenção destes alimentos, são a grande contribuição para a pegada de carbono dos mesmos. Na Tabela IV.1 (Anexo IV) encontram-se os valores recolhidos relativos à Pegada de Carbono dos lacticínios.

3.3.1 Leite

O leite é a fonte de proteína animal mais consumida em Portugal. A pegada de carbono do leite dos estudos analisados tem origem em 7 países, sendo estes: Alemanha, Estados Unidos, França, Holanda, Nova Zelândia e Portugal. Os valores das pegadas são reportados a 1 kg de leite ou 1000 kg de leite, sendo que a este último foi convertida a sua pegada de carbono de modo a ser possível a sua comparação. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono do leite refere-se ao valor de 0,90 kg CO₂ e/kg de leite de vaca. É um estudo que remete a um valor da criação do leite realizado desde a extração de recursos necessários à sua produção até à produção do leite, na França. O valor máximo encontrado é o valor de 1,90 kg CO₂ e/ kg de leite de vaca produzido. Este estudo é referente aos Estados Unidos da América e considera as emissões de dióxido de carbono desde a produção do leite até à casa do consumidor. O valor médio da pegada de carbono de leite é 1,29 kg CO₂ e/ kg de leite.

3.3.2 Queijo

A diferente quantidade de tipos de queijo influencia diretamente a pegada de carbono associada. Os dados recolhidos são gerais, isto é, assentam na quantificação da pegada de carbono de queijo, não se focando num só tipo de queijo. A pegada de carbono do queijo dos

estudos analisados tem origem em 9 países, sendo estes: Brasil, Canadá, Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Irlanda, Itália, Portugal e Suécia. A unidade funcional considerada nos estudos foi 1 kg de queijo ou 1000 kg, sendo este último convertido de forma a que pudessem ser comparados os valores das pegadas de carbono. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono do queijo refere-se ao valor de 5,3 kg CO₂ e/kg de queijo. É um estudo que remete a um valor de produção de queijo no Canadá realizado desde a extração de recursos necessários até ao seu embalamento. O valor máximo encontrado é o valor de 13,50 kg CO₂ e/ kg de queijo. Este estudo é referente aos Estados Unidos da América e considera as emissões de dióxido de carbono desde a produção do queijo até à casa do consumidor. O valor médio da pegada de carbono de queijo é 8,41 kg CO₂ e/ kg de alimento.

3.3.3 Iogurtes

A grande variedade de tipos de iogurte influencia diretamente a pegada de carbono associada. Os dados recolhidos são gerais, isto é, assentam na quantificação da pegada de carbono de iogurtes, não se focando num só tipo de iogurte. A pegada de carbono de iogurte dos estudos analisados tem origem em 3 países, sendo estes: Canadá, Espanha e Portugal. Os valores das pegadas são reportados a 1 kg de iogurte ou 1000 kg, sendo este último convertido de forma a que pudessem ser comparados os valores das pegadas de carbono. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono de iogurte refere-se ao valor de 1,41 kg CO₂ e/kg de alimento, sendo de um estudo que remete a um valor da conceção de iogurte natural desnatado em Espanha realizado desde a extração de recursos necessários até ao seu embalamento. O valor máximo encontrado é o valor de 2,98 kg CO₂ e/ kg de iogurte. Refere-se ao mesmo estudo anterior, no entanto é relativo à produção de iogurte grego com sabor. O valor médio da pegada de carbono de iogurte é 1,98 kg CO₂ e/ kg de iogurte.

3.4 Pegada de carbono dos ovos

Os ovos são um dos alimentos mais utilizados nas dietas para substituir a carne e o peixe. Não sendo uma das fontes proteicas de origem animal mais consumidas, apresenta um consumo de cerca de 16 g/dia /indivíduo. Na Tabela V.1 (Anexo V) encontram-se os valores dos 40 estudos encontrados relativos à pegada de carbono dos ovos. Só se consideraram as pegadas de carbono associadas a pegadas de carbono de ovos de galinha. A pegada de carbono dos estudos analisados tem origem em 10 países: Alemanha, Austrália, Canadá, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos da América, Holanda, Irão, Reino Unido e Suécia. Também há estudos que fizeram uma análise mais abrangente considerando grupos: aproximação global sobre a pegada de carbono dos ovos, América do Norte, Europa, Europa (excluindo o Reino Unido),

3 Quantificação das pegadas de carbono dos alimentos fornecedores de proteína animal

Europa Ocidental, Sudeste Asiático e Sul da Ásia. Os estudos reportam a pegada de carbono a múltiplas unidades, sendo que todos os estudos foram convertidos na unidade kg CO₂ e/ kg de ovo para possibilitar a análise comparativa entre resultados. O valor mínimo encontrado para a pegada de carbono dos ovos refere-se ao valor de 1,19 kg CO₂ e/kg de alimento para um estudo que analisa 3 tipos de produção distintos, fazendo variar a dieta da galinha: alimentação de milho, soja e trigo. O valor mínimo encontrado foi para a dieta à base de trigo. O valor máximo encontrado é o valor de 4,80 kg CO₂ e/ kg de alimento. Refere-se a um método de criação utilizado nos Estados Unidos, considerando-se todos os processos desde a criação até ao transporte para a casa do consumidor. Este é um dos motivos para ter associado uma pegada de carbono mais elevada, quando comparado com outros estudos. O valor médio da pegada de carbono dos ovos é 2,99 kg CO₂ e/ kg ovo.

A Tabela 7 resume os valores mínimos e máximos das pegadas de carbono para cada um dos alimentos integrantes as categorias alimentares - fontes de proteína animal- consideradas neste trabalho.

Tabela 7 Valores Mínimo, Médio e Máximo das Pegadas de Carbono consideradas para cada alimento

Alimento	Nº de PC consideradas	PC alimento (kg CO ₂ e/kg alimento)		
		Média	Mínimo	Máximo
Bife de ovelha ou cabra	1	39,20	39,20	39,20
Bife de vaca	6	27,32	15,90	48,40
Ovelha e cabra	47	24,53	9,70	51,80
Vaca	99	20,92	8,00	102,20
Bife de peru	1	10,90	10,90	10,90
Peixe espada	1	9,27	9,27	9,27
Tamboril	2	8,57	7,75	9,38
Bife de porco	4	8,49	5,90	12,10
Queijo	12	8,41	5,30	14,40
Salmão filetado	1	6,60	6,60	6,60
Camarão	4	6,30	5,10	6,93
Pescada	4	5,19	3,99	6,26
Peru	15	5,00	2,06	11,00
Porco	75	4,86	1,90	11,20
Polvo	1	4,11	4,11	4,11
Bacalhau às postas	7	4,06	1,58	7,60
Frango	47	3,91	0,93	8,26
Bife de frango	8	3,31	1,45	6,90
Atum	12	3,06	1,21	13,30
Ovos	40	2,99	1,19	4,80
Bacalhau	3	2,98	2,90	3,05
Salmão	1	2,90	2,90	2,90
Coelho	3	2,73	2,51	3,00
Sardinha	4	2,26	0,35	7,60
logurtes	12	1,98	1,41	2,98
Lula	1	1,85	1,85	1,85
Carapau	3	1,51	1,18	1,85
Dourada	4	1,49	1,49	1,49
Leite	12	1,29	0,81	1,90
Cavala	6	0,77	0,54	1,49
Robalo	1	0,25	0,25	0,25

A recolha e análise efetuada permitem constar quais os fatores que influenciam o valor para a pegada de carbono. Este são listados em seguida:

- **Fronteiras do sistema:** diferentes etapas consideradas nos diferentes tipos de estudo encontrados dificultam a homogeneização dos resultados e podem originar incrementos associados à pegada de carbono;
- **Método de criação do animal** o facto de ser criação da carne através do método intensivo ou extensivo ou, no caso dos peixes, pesca artesanal ou pesca realizada na costa, influenciam diretamente o valor da pegada de carbono;
- **País de criação do animal:** diferentes países possuem diferentes métodos de agropecuária e pesca, que influenciam no resultado da pegada de carbono;
- **Duração do tempo de realização do estudo e do tempo de vida do animal:** o tempo de análise do estudo pode também influenciar o resultado final;
- **Método de cálculo das emissões:** diferentes métodos de cálculo assentam, necessariamente, em diferentes considerações e como tal, resultados discrepantes;
- **Variação sazonal no local de criação:** há estudos que fazem o cálculo da pegada de carbono no verão e no inverno. Como se tratam dos animais há condições meteorológicas mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

Os *lacticínios*, apesar de terem uma pegada de carbono associada à criação de gado, possuem uma pegada de carbono significativamente menor do que a produção da vaca e de ovelha e cabra. As chamadas *carnes brancas*, que incluem, o frango, peru e coelho têm pegada de carbono menor, quando comparadas com a carne de vaca, porco e ovelha e cabra. Dentro dos diferentes tipos de carne analisados, o coelho é o que possui uma menor pegada de carbono associada, isto é, menor número de emissões de dióxido de carbono associado. Dentro do *pescado*, o peixe espada, seguido do tamboril, são os peixes com maior pegada de carbono associada. Por outro lado, os que têm menor pegada de carbono associada são o robalo, seguido da cavala. Os ovos apresentam uma pegada de carbono aproximada, ainda que efetivamente menor, do frango. Este facto associa-se à relação entre estes alimentos. Ainda assim, durante o tempo de vida de uma galinha esta produz um número elevado de ovos, o que justifica o valor da pegada de carbono dos ovos ser inferior à da galinha. Com exceção do frango, todas as pegadas de carbono consideradas como “bife” apresentam valores superiores à das pegadas do peso do animal. Este facto resulta da associação do método de corte e os seus instrumentos, como por exemplo, faca mecânica e também do transporte associado à atividade. A maior pegada do frango comparativamente ao valor para o bife de frango resulta da associação de vários fatores: fronteiras do sistema distintas, métodos de quantificação diferentes, métodos de produção distintos e diferente número de estudos considerados.

A Figura 5 representa o valor médio da pegada de carbono para cada um dos alimentos considerados.

3 Quantificação das pegadas de carbono dos alimentos fornecedores de proteína animal

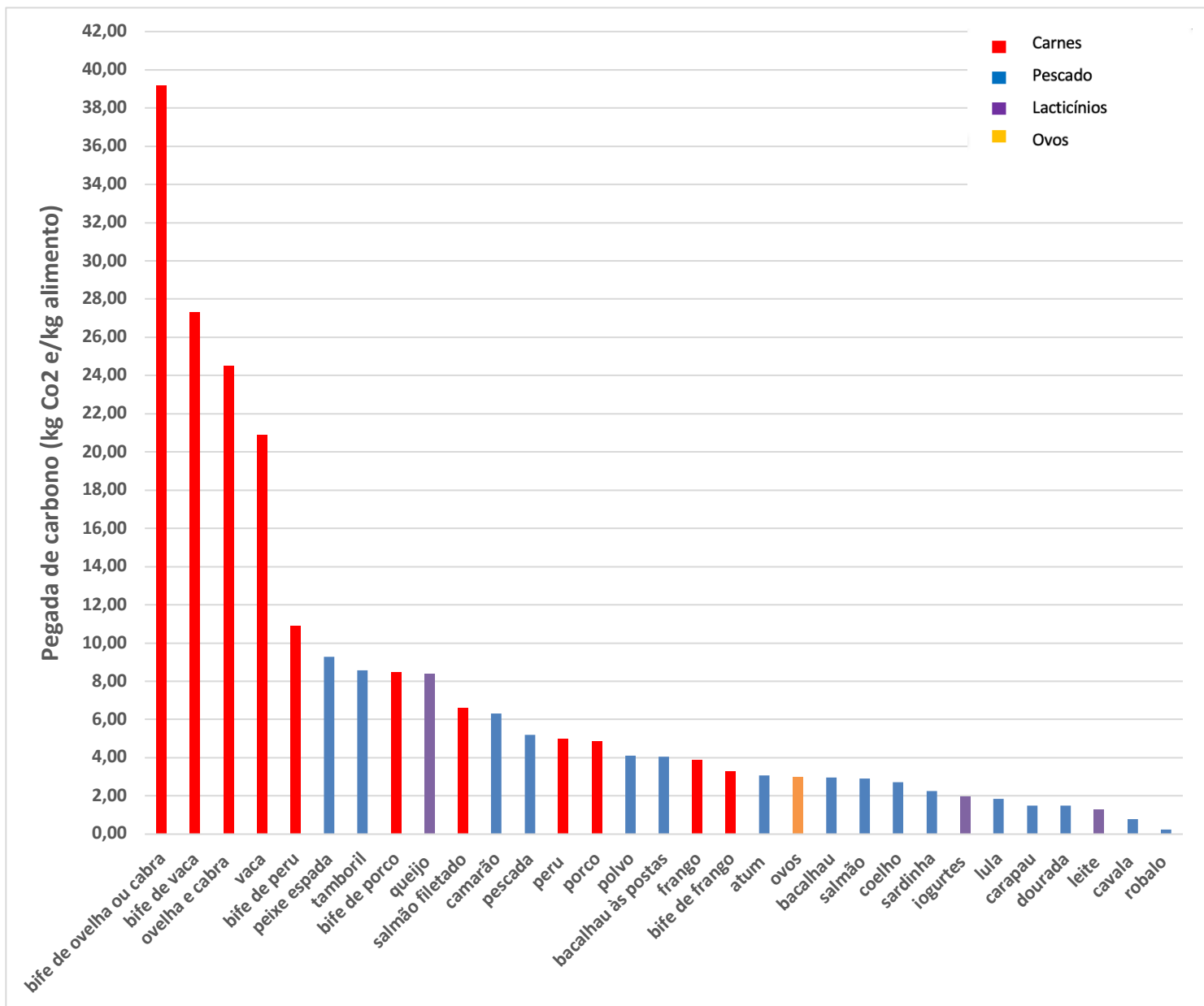


Figura 5 Pegada de carbono associada aos diferentes alimentos.

3.4.1 Resultados da pegada de carbono: para o consumo nacional diário, *per capita*

Em seguida foi avaliado a pegada de carbono do consumo em Portugal. A Equação 1 apresenta a fórmula usada para obter os resultados expressos e massa (kg) de CO₂ equivalente *per capita* por dia. Na Tabela VI.1 (Anexo VI) estão apresentados os resultados obtidos considerando o valor médio para a pegada de carbono e o consumo nacional.

$$PC \text{ (kg CO}_2\text{/ kg alimento)} \times \text{Consumo (g/dia/capita)} = PC \text{ (kg CO}_2\text{e/ dia /cap)} \text{ (Equação 1)}$$

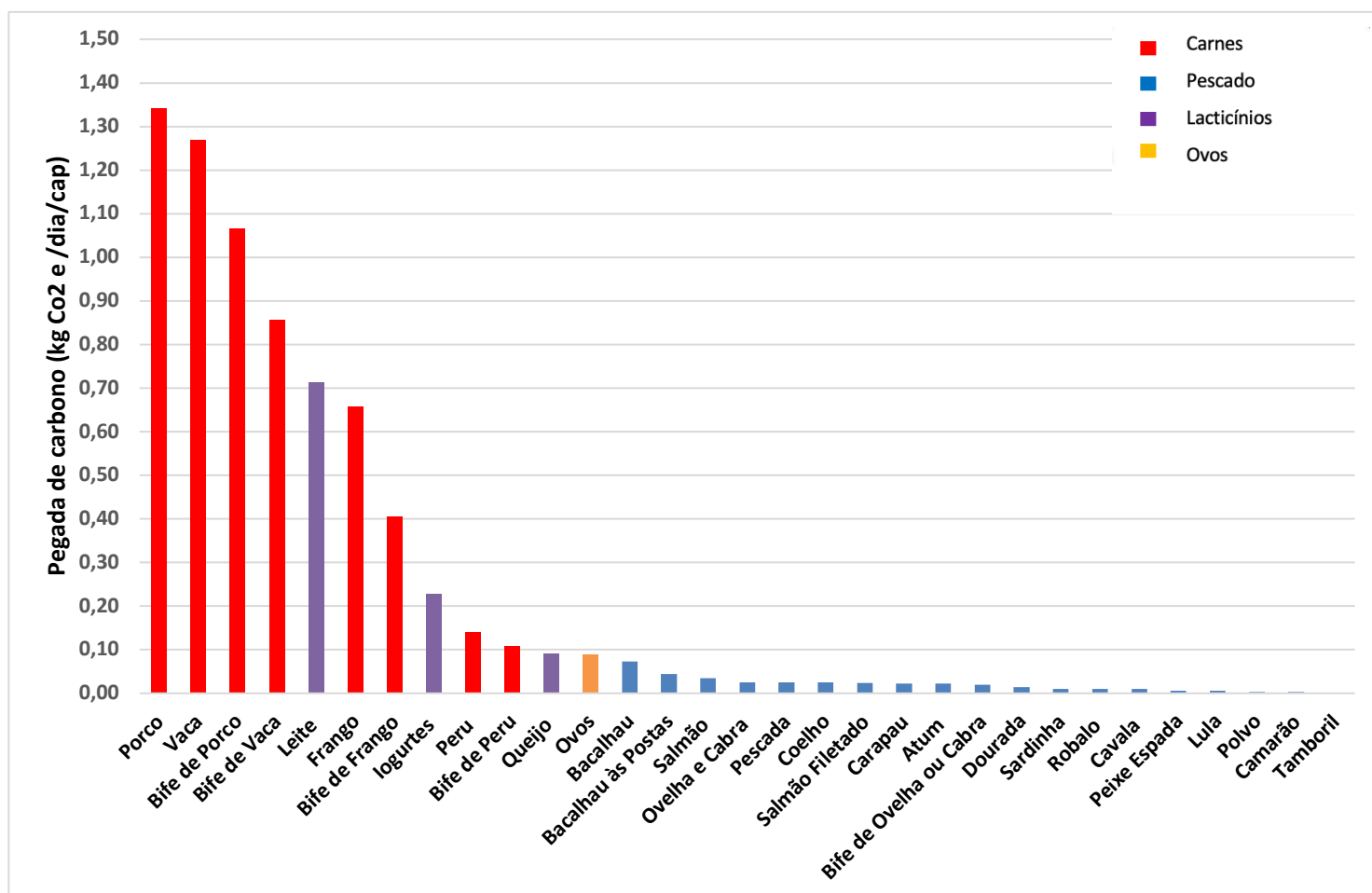


Figura 6 Emissões de dióxido de carbono equivalente, por dia e *per capita* associados aos diferentes tipos de alimento em estudo com base no consumo nacional de proteína animal pela população Portuguesa no ano de 2015/2016

Conclui-se que o consumo de carne corresponde a cerca de 84% do impacte ambiental associado a alimentos fornecedores de proteína animal. Por outro lado, o pescado corresponde a 8%, os lacticínios a 7% e os ovos a cerca de 1%. O valor total de emissões provenientes de alimentos fornecedores de proteína animal, em Portugal, é de 6,77 kg CO₂e/cap/dia. Conclui-se que a carne de porco é o alimento com origem em proteína animal que revela maior impacte

ambiental do consumo de proteína animal em Portugal. Em seguida, com a segunda maior contribuição temos a vaca e, em terceiro lugar o consumo de leite. Dentro do peixe, o bacalhau é o peixe com maior impacto ambiental associado, o que está relacionado com o consumo elevado deste alimento no território nacional.

3.5 Resultados da pegada de carbono associada aos almoços na cantina da FEUP

Os resultados das pegadas para os almoços servidos na FEUP foram calculados usando o consumo mensal dos diferentes tipos de alimento e o valor médio da pegada de carbono de cada alimento. A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para a cantina da FEUP para o mês de outubro de 2019.

Importa considerar que na ementa da cantina da FEUP no mês de outubro de 2019 estão incluídos diferentes tipos de pescado para os quais não existem informação sobre a pegada de carbono e, por isso foram incluídos na categoria “outros pescados”. Esta categoria inclui os pescados: pescado vermelho, corvina, badejo, alabote, pescado gato, maruca, paloco, abrótea, delícias do mar, escamudo, tintureira, ameijoia e perca. Para a pegada de carbono destes peixes considerou-se o valor médio de pegada de carbono de todos os tipos de pescado.

A carne de vaca é a fonte proteína animal consumida com maior impacto ambiental associado, seguido do peru. O pescado possui menor impacto ambiental associado, em termos de pegada de carbono, quando comparado com a carne. Os ovos e queijo têm impacto ambiental bastante reduzido.

Tabela 8 Consumo total e pegadas de carbono relativas aos almoços servidos na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019

Alimento	Consumo Total (g alimento/ mês)	Pegada de carbono (kg CO2 e /kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO2 e/ mês)
Vaca	1200	20,92	25,1
Peru	1955	5	9,78
Pescada	200	5,19	1,04
Frango	211,33	3,91	0,83
Porco	141	4,86	0,68
Outros pescados	174,71	3,82	0,67
Coelho	230	2,73	0,63
Sardinha	240	2,26	0,54
Salmão	140	2,9	0,41
Carapau	240	1,51	0,36
Bacalhau	80	2,98	0,24
Atum	80	3,06	0,24
Cavala	250	0,77	0,19
Queijo	20,83	8,41	0,18
Camarão	20	6,3	0,13
Ovos	31,67	2,99	0,09
Leite	14,29	1,29	0,02

Os resultados obtidos para as pegadas de carbono associadas ao consumo (nacional e FEUP) apresentam o panorama das emissões de gases com efeitos de estufa resultado dos padrões de consumo nacional de fontes de proteína animal. Estes resultados possibilitaram o desenvolvimento de cenários para mitigação destas emissões. Estes foram construídos com base em propostas de substituições nas dietas alimentares e de hipotéticas alterações na origem da carne. Estes cenários são detalhados e avaliados no capítulo 4 seguinte.

Capítulo 4 Avaliação de Cenários

Este capítulo surge com a necessidade de se sugerirem alterações aos padrões alimentares atuais, de forma a reduzir as emissões de dióxido de carbono calculadas anteriormente. Pretende-se que a presente dissertação seja mais do que uma exposição dos resultados atuais, mas também que apresente algumas soluções que possam servir como guia para a melhoria dos resultados no futuro. Nesse sentido, o capítulo 4 quantifica a redução das emissões provenientes do consumo de alimentos como fonte proteica, com base em cenários alternativos aos atuais padrões de consumo.

4.1 Avaliação de Cenários

Os resultados obtidos anteriormente permitem a delineação informada sobre opções de substituição, redução e alterações na dieta nacional de modo a reduzir o impacto ambiental associado ao consumo de proteína animal em Portugal. No presente capítulo são identificadas e quantificadas as reduções na pegada de carbono resultantes de avaliação de seis cenários que focam maioritariamente a substituição da proteína animal na dieta humana por outra de menor impacto, mas também avaliam o impacto associado ao transporte, mais especificamente, às alterações restantes de alterações dos países de origem das importações nacionais da carne de vaca. Este último pretende relacionar o impacto associado às importações, aplicando-se o cenário apenas à carne de vaca a título exploratório e, por ser, um alimento fornecedor de proteína animal com grande consumo e elevada pegada de carbono. Os cenários avaliam as alterações induzidas pelas substituições de consumo de proteína animal pela população portuguesa com base nos dados de consumo nacional pela população Portuguesa fornecidos pelo IAN-AF, mas também avaliam as alterações da pegada resultantes da introdução destas alterações durante almoço (prato principal) na cantina da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto durante o mês de outubro de 2019.

A informação sobre o consumo de proteína nacional foi a estimada no capítulo 2.1, sendo para tal utilizados os valores de consumo bruto dos alimentos uma vez que não existe informação disponível do consumo na forma edível para o caso da FEUP. Considerar o consumo edível pressupunha avaliar o consumo de alimento efetivamente ingerido, isto é, desprovido

de qualquer parte de alimento que fora rejeitada. Uma vez que não existem dados associados a todos os alimentos na forma de “bife” e/ou “filete”, para todos os alimentos, na avaliação dos diferentes cenários propostos, a pegada de carbono é reportada ao peso total do animal, considerando os processos desde a criação do gado até à morte do animal. Para além disso, uma vez que só se consideraram os consumos relativos ao consumo bruto dos alimentos, considerou-se que o reporte da pegada de carbono ao peso total do animal, é a forma de apresentação dos resultados mais apropriada para a situação em estudo.

Os diferentes tipos de cenários propostos têm como intenção reduzir o impacte ambiental associado ao consumo de carne, mais especificamente, a carne de vaca, uma vez que é a proteína animal com maior impacte ambiental relativo, conjugando a população portuguesa e o consumo na cantina da FEUP em análise. Para além disso, os cenários considerados têm como premissa a consideração da roda dos alimentos que indica que é equivalente, em termos proteicos, uma inter-substituição, usando quantidades idênticas, para os diferentes tipos de alimentos de carne, pescado e ovos [13].

Os cenários identificados e avaliados para os casos do consumo nacional e para o caso dos almoços servidos na cantina da FEUP são descritos em seguida:

- Cenário 1. Substituição total da carne de vaca e de porco por peru, frango e coelho
- Cenário 2. Substituição total da carne por pescado
- Cenário 3. Substituição total da carne por ovos
- Cenário 4. Substituição da carne de vaca pelos outros tipos de carne consumidos
- Cenário 5. Redução do consumo de carne de vaca para metade e substituição pelos outros tipos de carne e pescado
- Cenário 6. Alteração da origem do produtor da carne de vaca

No caso do consumo nacional, apresenta-se de seguida o quadro resumo dos dados utilizados para os diferentes tipos de cenário, considerando que se excluíram o “bife” e “filetes”. Esta solução uniformiza e permite a comparação entre resultados obtidos, tanto para a FEUP como para o consumo nacional. A Tabela 9 apresenta os dados considerados para avaliação dos cenários.

Tabela 9 Consumos e pegadas de carbono usados para os cálculos dos diferentes tipos de cenário considerados para Portugal e para a cantina da FEUP

Alimentos		Consumo Nacional			Almoços na cantina da FEUP		
		Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/ kg de alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /dia/cap)	Consumo (g/mês)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/ kg de alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /mês)
Carne	Vaca	32,35	20,92	0,68	1200	20,92	25,1
	Porco	54,68	4,86	0,27	141	4,86	0,68
	Frango	60,33	3,91	0,24	211,33	3,91	0,83
	Ovelha e Cabra	3	24,53	0,07	---	---	---
	Peru	16,69	5	0,08	1955	5	9,78
	Coelho	4,02	2,73	0,01	230	2,73	0,63
Ovos	Ovos	16,94	2,99	0,05	31,67	2,99	0,09
Leite e produtos lácteos	Leite	142,58	1,29	0,18	14,29	1,29	0,02
	Queijo	18,61	8,41	0,16	20,83	8,41	0,18
	Iogurtes	55,31	1,98	0,11			
Pescado	Salmão	8,51	2,9	0,02			
	Bacalhau	22,21	2,98	0,07	140	2,9	0,41
	Carapau	7,71	1,51	0,01	80	2,98	0,24
	Atum	7,4	3,06	0,02	240	1,51	0,36
	Cavala	3,28	0,77	0,00	80	3,06	0,24
	Dourada	5,13	1,49	0,01			
	Robalo	4,24	0,25	0,00			
	Pescada	12,8	5,19	0,07	200	5,19	1,04
	Sardinha	5,42	2,26	0,01	240	2,26	0,54
	Peixe Espada	3,81	9,27	0,04			
	Polvo	2,37	4,11	0,01			
	Lula	4,38	1,85	0,01			
	Camarão	4	6,3	0,03	20	6,3	0,13
	Tamboril	2,82	8,57	0,02			
	Outros pescados				174,71	3,82	0,67
	Total				2,17		9,36

4.1.1 Cenário 1. Substituição total da carne de vaca e de porco por peru, frango e coelho

Uma vez que as carnes de vaca e de porco são as que possuem maior pegada de carbono, quando associada ao consumo nacional, o cenário 1 avalia se a redução deste impacte, quando o consumo das carnes de vaca e porco, são substituídos totalmente por peru, frango e coelho. Na Tabela 10 são apresentados os resultados obtidos para o consumo nacional e para a cantina da FEUP. Os resultados obtidos para a pegada de carbono foram calculados usando a pegada de carbono média calculada no capítulo 3. Somaram-se os consumos relativos à carne de porco e de vaca, em cada situação, e substitui-se essa quantidade pelo consumo de peru, frango e coelho, adicionando este valor ao consumo efetivo das carnes mencionadas anteriormente. Todos os restantes consumos e impactes associados mantiveram-se inalterados.

Na Tabela 12 encontram-se os resultados obtidos para o consumo nacional e para as refeições principais dos almoços na cantina da FEUP. Conclui-se que a redução total da pegada de carbono é de 26% para o consumo nacional e 41% para a FEUP.

Tabela 10 Resultados para o cenário 1.

Alimentos	Consumo nacional			Almoços na cantina da FEUP		
	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /dia/cap)	Consumo (g alimento/prato)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/prato)
Frango	66,54	3,91	0,260	308,33	3,91	1,21
Ovelha e Cabra	3,00	24,53	0,074			
Peru	22,90	5,00	0,115	1955,00	5,00	9,78
Coelho	10,24	2,73	0,028	327,00	2,73	0,89
Ovos	16,94	2,99	0,051	31,67	2,99	0,09
Leite	142,58	1,29	0,184	0,01	1,29	0,00
Queijo	18,61	8,41	0,157	20,83	8,41	0,18
Iogurtes	55,31	1,98	0,110			
Salmão	14,73	2,90	0,043	140,00	2,90	0,41
Bacalhau	28,43	2,98	0,085	80,00	2,98	0,24
Carapau	13,93	1,51	0,021	240,00	1,51	0,36
Atum	13,62	3,06	0,042	80,00	3,06	0,24
Cavala	9,50	0,77	0,007	250,00	0,77	0,19
Dourada	11,34	1,49	0,017			
Robalo	10,46	0,25	0,003			
Pescada	19,02	5,19	0,099	200,00	5,19	1,04
Sardinha	11,64	2,26	0,026	240,00	2,26	0,54
Peixe Espada	10,03	9,27	0,093			
Polvo	8,58	4,11	0,035			
Lula	10,60	1,85	0,020			
Camarão	10,21	6,30	0,064	20,00	6,30	0,13
Tamboril	9,03	8,57	0,077			
Outro pescado				174,71	0,00	0,00
Total			1,61			5,52

4.1.2 Cenário 2. Substituição total da carne por pescado

Tendo em conta que a pegada de carbono do pescado é significativamente inferior, quando comparado com as carnes, este cenário pretende verificar se a substituição de todo o consumo de carne por pescado trará resultados benéficos em termos de emissões.

Para a substituição dos consumos relativos ao total da carne, em cada situação, e fez-se a substituição ponderada das carnes por todos os tipos de peixe considerados em cada situação em estudo. Todos os restantes consumos e impactos associados mantiveram-se inalterados. Os resultados obtidos para a pegada de carbono foram calculados usando a pegada de carbono média calculada no capítulo 3. Conclui-se que a redução total da pegada de carbono é de 30% para o consumo nacional e 56% para a FEUP.

Tabela 11 Resultados obtidos para o cenário 2.

Alimentos	Consumo nacional			Almoços na cantina da FEUP		
	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /dia/cap)	Consumo (g alimento/prato)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /prato)
Ovos	16,94	2,99	0,051	31,67	2,99	0,09
Leite	142,58	1,29	0,184	0,01	1,29	0,00
Queijo	18,61	8,41	0,157	20,83	8,41	0,18
logurtes	55,31	1,98	0,110			
Salmão	20,73	2,90	0,060	438,59	2,90	0,41
Bacalhau	34,43	2,98	0,102	378,59	2,98	0,24
Carapau	19,93	1,51	0,030	538,59	1,51	0,36
Atum	19,62	3,06	0,060	378,59	3,06	0,24
Cavala	15,50	0,77	0,012	548,59	0,77	0,19
Dourada	17,35	1,49	0,026			
Robalo	16,46	0,25	0,004			
Pescada	25,02	5,19	0,130	498,59	5,19	1,04
Sardinha	17,64	2,26	0,040	538,59	2,26	0,54
Peixe Espada	16,03	9,27	0,149			
Polvo	14,59	4,11	0,060			
Lula	16,60	1,85	0,031			
Camarão	16,22	6,30	0,102	318,59	6,30	0,13
Tamboril	15,04	8,57	0,129			
Outro pescado				473,31	3,82	0,67
Total			1,52			4,09

4.1.3 Cenário 3. Substituição total da carne por ovos

Os ovos são uma fonte proteica passível de ser substituída por carne e pescado. Esta substituição tem vindo a ser amplamente utilizada, não só pela população com restrições alimentares, mas também pela população em geral. Deste modo, considerou-se como cenário 3 a substituição do consumo de todas as carnes por ovos, tendo em vista a redução do impacto ambiental associado à carne. Ao consumo total de ovos atual adicionou-se o consumo total dos diferentes tipos de carne. Os resultados obtidos para a FEUP encontram-se na Tabela 12. Conclui-se que a redução total da pegada de carbono é de 39% para o consumo nacional e 33% para a FEUP.

Tabela 12 Resultados obtidos para o cenário 3.

Alimentos	Consumo nacional			Almoços na cantina da FEUP		
	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /dia/cap)	Consumo (g alimento/prato)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /prato)
Ovos	188,01	2,99	0,562	2719,00	2,99	8,12
Leite	142,58	1,29	0,184	0,01	1,29	0,00
Queijo	18,61	8,41	0,157	20,83	8,41	0,18
logurtes	55,31	1,98	0,110			
Salmão	8,51	2,90	0,025	140,00	2,90	0,41
Bacalhau	22,21	2,98	0,066	80,00	2,98	0,24
Carapau	7,71	1,51	0,012	240,00	1,51	0,36
Atum	7,40	3,06	0,023	80,00	3,06	0,24
Cavala	3,28	0,77	0,003	250,00	0,77	0,19
Dourada	5,13	1,49	0,008			
Robalo	4,24	0,25	0,001			
Pescada	12,80	5,19	0,066	200,00	5,19	1,04
Sardinha	5,42	2,26	0,012	240,00	2,26	0,54
Peixe Espada	3,81	9,27	0,035			
Polvo	2,37	4,11	0,010			
Lula	4,38	1,85	0,008			
Camarão	4,00	6,30	0,025	20,00	6,30	0,13
Tamboril	2,82	8,57	0,024			
Outro pescado				174,71	3,82	0,67
Total			1,33			6,28

4.1.4 Cenário 4. Substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne

A relação entre o consumo nacional e a pegada de carbono evidenciam que a carne de vaca é a proteína animal cuja sua produção emite maior quantidade de dióxido de carbono. Nesse sentido, no cenário 4, considerou-se que é relevante perceber qual o impacto associado à substituição da mesma pelos outros tipos de carne em estudo. A substituição realizada pressupõe a divisão do consumo de carne de vaca pelos diferentes tipos de carne, de forma equitativa. Conclui-se que a redução total da pegada de carbono é de 23% para o consumo nacional e 27% para a FEUP.

Tabela 13 Resultados para o cenário 4.

Alimentos	Consumo nacional			Almoços na cantina da FEUP		
	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /dia/cap)	Consumo (g alimento/prato)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e /prato)
Porco	58,87	4,86	0,286	178,50	4,86	0,87
Frango	64,51	3,91	0,252	248,83	3,91	0,97
Ovelha e Cabra	7,18	24,53	0,176			
Peru	20,87	5,00	0,104	1992,50	5,00	9,97
Coelho	8,21	2,73	0,022	267,50	2,73	0,73
Ovos	16,94	2,99	0,051	31,67	2,99	0,09
Leite	142,58	1,29	0,184	0,01	1,29	0,00
Queijo	18,61	8,41	0,157	20,83	8,41	0,18
logurtes	55,31	1,98	0,110			
Salmão	8,51	2,90	0,025	140,00	2,90	0,41
Bacalhau	22,21	2,98	0,066	80,00	2,98	0,24
Carapau	7,71	1,51	0,012	240,00	1,51	0,36
Atum	7,40	3,06	0,023	80,00	3,06	0,24
Cavala	3,28	0,77	0,003	250,00	0,77	0,19
Dourada	5,13	1,49	0,008			
Robalo	4,24	0,25	0,001			
Pescada	12,80	5,19	0,066	200,00	5,19	1,04
Sardinha	5,42	2,26	0,012	240,00	2,26	0,54
Peixe Espada	3,81	9,27	0,035			
Polvo	2,37	4,11	0,010			
Lula	4,38	1,85	0,008			
Camarão	4,00	6,30	0,025	20,00	6,30	0,13
Tamboril	2,82	8,57	0,024			
Outro pescado				174,71	3,82	0,67
Total			1,66			6,80

4.1.5 Cenário 5. Reduzir o consumo de carne de vaca para metade optando pelos outros tipos de carne, pescado e ovos

Numa perspetiva mais abrangente, o cenário 5 surge com vista a se entender qual o impacte associado à substituição da carne de vaca por qualquer outro tipo de carne, pescado e ovos. É um cenário mais simplista e do ponto de vista da aplicabilidade, talvez seja o mais facilmente aceite pela população. Nesse sentido, prende-se com este cenário calcular a redução associada a esta substituição. Conclui-se que a redução total da pegada de carbono é de 13% para o consumo nacional e 14% para a FEUP.

Tabela 14 Resultados para o cenário 5.

Alimentos	Consumo nacional			Almoços na cantina da FEUP		
	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO2 e /kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO2 e /dia/cap)	Consumo (g alimento/prato)	Pegada de carbono (kg CO2 e/ kg alimento)	Pegada de carbono (kg CO2 e/prato)
Vaca	16,17	20,92	0,338	75,00	20,92	1,57
Porco	55,23	4,86	0,268	159,75	4,86	0,78
Frango	60,88	3,91	0,238	230,08	3,91	0,90
Ovelha e Cabra	3,55	24,53	0,087			
Peru	17,24	5,00	0,086	1973,75	5,00	9,87
Coelho	4,57	2,73	0,012	248,75	2,73	0,68
Ovos	16,94	2,99	0,051	31,67	2,99	0,09
Leite	142,58	1,29	0,184	0,01	1,29	0,00
Queijo	18,61	8,41	0,157	20,83	8,41	0,18
logurtes	55,31	1,98	0,110			
Salmão	9,06	2,90	0,026	140,00	2,90	0,41
Bacalhau	22,76	2,98	0,068	80,00	2,98	0,24
Carapau	8,26	1,51	0,012	240,00	1,51	0,36
Atum	7,95	3,06	0,024	80,00	3,06	0,24
Cavala	3,83	0,77	0,003	250,00	0,77	0,19
Dourada	5,68	1,49	0,008			
Robalo	4,79	0,25	0,001			
Pescada	13,35	5,19	0,069	200,00	5,19	1,04
Sardinha	5,97	2,26	0,014	240,00	2,26	0,54
Peixe Espada	4,36	9,27	0,040			
Polvo	2,92	4,11	0,012			
Lula	4,93	1,85	0,009			
Camarão	4,55	6,30	0,029	20,00	6,30	0,13
Tamboril	3,37	8,57	0,029			
Outro pescado				174,71	3,82	0,67
Total			1,89			8,08

4.1.6 Cenário 6. (cenário exploratório) Alteração da origem da carne de vaca

O cenário 6 é exploratório e pretende, numa abordagem simplificada, averiguar qual a influência que a alteração na origem geográfica do produtor de animais pode ter no impacto ambiental, ou mais concretamente na pegada de carbono dos alimentos consumidos pela população Portuguesa. Dada a relevância da carne de vaca para a pegada de carbono, este cenário explora apenas a alteração na origem e importação da carne de vaca consumida em Portugal. Importa realçar que este apenas tem como base o consumo nacional pois este consumo integra os consumos na cantina da FEUP. A investigação na origem da importação da carne de bovino, indica que segundo o INE, em 2015, Portugal importou 95398 toneladas de carne de bovino e produziu 84011 toneladas. Ainda foi possível identificar que em termos percentuais, 50% valor total de produtos agrícolas e agroalimentares, é importado de Espanha [27]. A Figura 7 apresenta as origens das importações dos produtos agrícolas e agroalimentares realizadas por Portugal, em 2015.

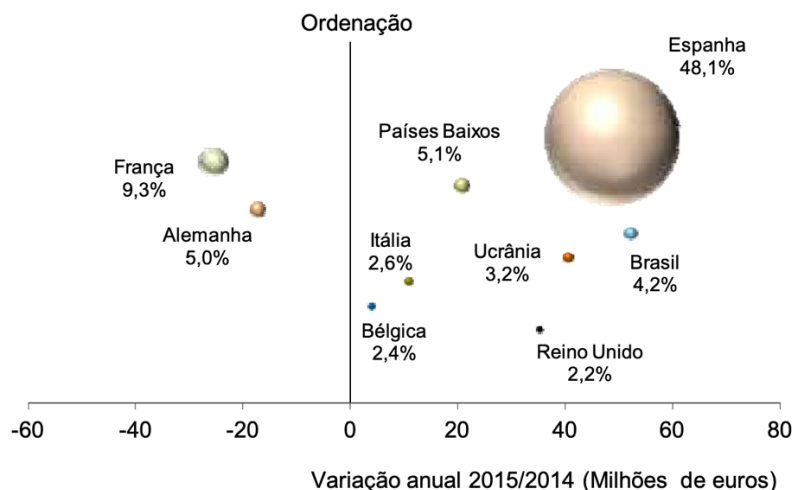


Figura 7 Importações de produtos agrícolas e agroalimentares pelos principais países de origem em 2015 [27].

Usando uma abordagem simplificada as percentagens da Figura 10 foram utilizadas para se calcular a quantidade de carne de vaca importada por cada país, obtendo-se deste modo a massa de carne de vaca produzida pela Espanha, Bélgica, Itália, Reino Unido, Alemanha, França, Ucrânia, Brasil e Países Baixos. Para ser possível compreender a quantidade de dióxido de carbono emitida durante o transporte a partir dos países mencionados anteriormente até Portugal, utilizando o programa informático usado correntemente para estudos de Avaliação de Ciclo de Vida - *SimaPro*, e calculou-se a pegada de carbono associada ao transporte do animal desde a capital de cada um dos países exportadores até Lisboa. De modo a uniformizar o meio de transporte utilizado, para todos os países da Europa considerou-se que eram usados camiões a diesel de capacidade que varia entre 7,5 e 16 toneladas. Para o Brasil considerou-se como meio de transporte um avião intercontinental a diesel cujo limite de mercadoria são 25 toneladas. A distância considerada entre cada capital de país e Portugal (Lisboa) foi obtida a partir do software *Google Maps* e inserida no *SimaPro* (Tabela 15). A partir do *SimaPro* foi possível calcular-se as emissões de dióxido de carbono relativas a cada meio de transporte, definindo o peso de mercadoria que este transportou e os quilómetros que percorreu. Deste modo, obteve-se o valor da pegada de carbono associada ao transporte a partir de cada país exportador. Com estes dados, calculou-se a quantidade de dióxido de carbono associada ao transporte de 1kg de alimento. A partir dos dados anteriores, foi também possível calcular a quantidade de dióxido de carbono associada à importação de cada país para 1 kg de carne de vaca, somando o valor do transporte para cada país, ao valor médio calculado a partir da recolha bibliográfica da pegada de carbono da carne de vaca. Deste modo, foi possível obter-se a quantidade de dióxido de carbono emitida associada a 1kg de carne de vaca importado de cada país em análise. É importante reforçar que o valor médio da pegada de carbono da carne de vaca foi obtido a partir de estudos realizados em diversas partes do mundo, como tal, reflete um valor médio da pegada de carbono associada à produção da carne de vaca mundialmente.

Tabela 15 Distância e pegadas de carbono associadas ao transporte entre Portugal e os diferentes países analisados.

Países	Distância (km)	Pegada de carbono calculada no SIMAPRO (kg CO ₂ e/ton alimento transportado)	Pegada de carbono (CO ₂ e/ ano)
Espanha	624	1755	1,18E+09
Países Baixos	2233	6274	1,27E+08
Itália	2512	7059	6,50E+07
Bélgica	2038	5729	5,97E+07
Ucrânia	4102	11535	8,15E+07
Brasil	7280	67721	1,15E+08
Reino Unido	2183	6133	5,48E+07
França	1735	4891	2,31E+08
Alemanha	2779	7811	1,25E+08
Total			2,04E+09

De modo a averiguar a influência da origem do animal no impacte associado ao transporte dos alimentos, avaliou-se o cenário apresentado de seguida. Tendo em conta que vem de Espanha a maior parte da importação, este cenário permite perceber se no hipotético caso de que a importação fosse feita só a partir deste país quais seriam impactes em termos de emissões de dióxido de carbono equivalente. Para o cálculo da pegada anual, considerou-se que o total de carne de vaca seria importada de Espanha (Tabela 16). Deste modo, somou-se todos os valores de pegada de carbono associados aos diferentes países - valores em kg CO₂ por kg de alimento- ao valor da pegada de carbono associada a Espanha. A este valor multiplicou-se a massa de carne importada, em toneladas, e obteve-se a pegada de carbono associada caso o total de importação de carne de vaca fosse realizada a partir de Espanha. Pela aplicação do cenário 6 obteve-se uma redução aproximadamente nula nas emissões de CO₂.

Tabela 16 Resultados obtidos para o cenário 6.

	PC de carne de vaca e transporte (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Massa de carne importada/produzida (ton)	Pegada de carbono (kg CO ₂ e/ ano)
Espanha	2,11E+01	9,54E+04	2,01E+09

4.2 Análise dos resultados da avaliação dos cenários

Todos os cenários propostos trouxeram, como seria de esperar, uma redução na quantidade de dióxido de carbono equivalente emitida. A Tabela 17 apresenta os valores de redução obtidos reportado ao consumo de fontes proteicas de origem animal a nível nacional pela população Portuguesa e para o caso dos almoços servidos na cantina da FEUP. Todos os

cenários, excluindo o cenário 6, tiveram uma redução significativa no impacte associado. Este último demonstra que o transporte associado à importação não tem impacte significativo na redução da pegada do consumo de carne de vaca. O cenário 2 é o que apresenta maior potencial de redução e o cenário 5 é o que apresenta a menor redução comparativa.

Tabela 17 Potencial de redução obtidos para cada cenário, no caso da cantina da FEUP e do consumo nacional

Cenários	Redução das emissões de CO ₂ equivalente (%)	
	Cantina da FEUP	Consumo Nacional
Cenário 1. Substituição da carne de vaca e de porco por peru, frango e coelho	-41%	-26%
Cenário 2. Substituição total da carne por pescado	-56%	-30%
Cenário 3. Substituição total da carne por ovos	-33%	-39%
Cenário 4. Substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne	-27%	-23%
Cenário 5. Reduzir o consumo de carne de vaca para metade optando pelos outros tipos de carne, pescado e ovos	-14%	-13%
Cenário 6 Importar carne de vaca apenas de Espanha	---	0,01%

Com base na análise dos resultados são construídos e avaliados cenários, para os dois casos em estudo, de modo a explorar as estratégias de sustentabilidade ambiental e de sensibilização com vista à mitigação das emissões de gases com efeito de estufa. Os seis cenários construídos, que promovem a substituição alimentar das fontes de proteína, permitem quantificar a taxa potencial para a redução do impacte ambiental associado.

Os cenários analisados produziram resultados bastante satisfatórios para as potenciais taxas de redução. Os cenários mais interessantes para a FEUP e para o consumo nacional são os cenários 1, 2 e 3, cuja finalidade foi a substituição total da carne de vaca e porco por peru, frango e coelho, substituição total da carne por pescado e substituição total da carne por ovos, respetivamente. O cenário 4 - substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne - também apresenta um resultado bastante promissor com cerca de 25% de redução para ambos os casos. O cenário 6 - importar carne de vaca apenas de Espanha - apresenta resultados pouco significativos ao nível do potencial de redução.

Em relação ao consumo na cantina da FEUP a menor redução foi de 14% relativa ao cenário 5. Este cenário, tal como referido anteriormente, pretende eliminar metade do consumo da carne de vaca substituindo-o por outros tipos de carne ou pescado. Assenta portanto apenas na redução, o que leva a um impacte menor quando comparado com os outros cenários. Por outro lado, o cenário com maior potencial de redução é o cenário 2 com 56% que implica a substituição total da carne de vaca por pescado e, uma vez que pegada de carbono associada ao pescado é bastante menor quando com a carne de vaca, há uma redução significativa.

Em relação ao consumo nacional a menor redução obtida foi para o cenário 5 que pretende reduzir o consumo de carne de vaca para metade, substituindo-o por outros tipos de carne, e desta forma, apresenta uma redução de 13% relativamente ao cenário zero. Este resultado é o menor porque, ao não ter sido eliminado o consumo da totalidade da carne de vaca, e sendo este o alimento com maior impacte ambiental associado, quando comparando com os outros cenários, apresenta uma menor taxa de redução. Ainda que seja o valor menor, este cenário é o mais realista e, em termos de aplicabilidade, é o que é mais facilmente imposto e aceite pela comunidade. Por outro lado, para o consumo nacional, o cenário 3 foi o que apresentou um maior potencial de redução. Este cenário assenta na possibilidade de substituição total da carne por ovos. Uma vez que os ovos apresentam uma pegada de carbono menor do que a carne de vaca, esta alteração corresponde a uma redução de 39% de emissões de dióxido de carbono.

Apesar de grande parte dos resultados ser benéfico a nível ambiental, questões relacionadas com a economia e fatores sociais contribuem para a dificuldade na aplicabilidade dos cenários anteriores. Importa salientar que, no universo FEUP, estas medidas poderão ser mais facilmente aplicáveis uma vez que através de ementas pré-definidas e, para além disso, com grande variedade de pratos sugestivos, se pode ter em conta os impactes ambientais associados às mesmas e com pequenas alterações contribuir para a redução da pegada de carbono nacional.

A disparidade de resultados obtida entre os dois grupos de estudo prende-se com a quantidade de alimentos consumida. Uma vez que a pegada de carbono é a mesma para ambos os universos, a parcela que contribui para a disparidade de resultados é o consumo distinto entre ambas. Esta diferença de consumo entre universos faz evidenciar o facto de que diferentes tipos de alimentação resultam necessariamente em diferentes tipos de impacte associado. Mais ainda, diferentes zonas de país, empresas, escolas e associações onde a alimentação, quando comparados com o consumo nacional, apresentarem valores discrepantes aos analisados, trarão consequentemente resultados distintos. Esta ideia contribui para a necessidade de responsabilização de cada individuo no impacte global no ambiente.

Dentro das opções consideradas anteriormente percebe-se que podem existir entraves associados com aspetos económicos ou de nutrição que limitem ou mesmo impeça a aplicação dos cenários. Apesar disso, o estudo foi feito para entender qual o potencial de redução de emissões usando cenários extremos de substituição, uma vez que só deste modo se entende a verdadeira influência dos alimentos na redução da pegada de carbono das dietas. Dentro da sociedade há entraves que impedem mudanças alimentares tão drásticas, uma vez que as alterações de tradições gastronómicas podem incompatibilizar com as questões ambientais. A construção dos cenários teve como base entender os extremos da questão de modo a que se possa perceber para onde deve ser o caminho. Nesse sentido, dentro das seis opções há duas que se realçam pela maior facilidade de aplicação: substituição da mesma por outros tipos de

carne (cenário 4) ou redução do consumo de carne de vaca para metade (cenário 5). Estes cenários passam por reduzir o consumo da proteína animal com maior impacte ambiental associado ao consumo nacional- a carne de vaca. E ainda que, num pior cenário, se substitua metade do consumo de carne de vaca por outros tipos de carne, esta alteração induz a um potencial de redução de 13% nas emissões de dióxido de carbono equivalente. É importante realçar que, a partir da análise dos dados da presente dissertação, em termos de pegada de carbono, compreende-se que a alteração do local de origem da carne de vaca não envolve a redução de um valor significativo para a pegada.

Mas de um modo geral, é imperativo reduzir o consumo da carne de vaca e o governo tomar medidas que mitiguem os efeitos futuros da agropecuária. Pequenos passos podem contribuir para a melhoria. O facto de todos os cenários (com exceção do cenário exploratório 6) conduzirem a uma redução significativa na emissão de dióxido d carbono corrobora o que está presente na bibliografia, na medida em que é necessária a redução do consumo de carnes vermelhas, nomeadamente a carne de vaca.

Capítulo 5 Limitações, conclusões e perspectivas futuras

Apesar do incremento substancial da informação disponível sobre os impactes ambientais associados aos diferentes tipos de dieta alimentar humana, a concretização de medidas para redução do impacte é um tema recorrente e ainda carece de substanciação para implementação. Na cultura portuguesa, há pratos tradicionais enraizados e uma história de anos de consumo de carne superior ao recomendado. Por outro lado, muitas vezes, é difícil alterar estes hábitos porque as pessoas subestimam os impactes ambientais associados ao seu próprio consumo, considerando que este levaria muito tempo a ter impacte efetivo [28]. A presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o impacte ambiental, utilizando a pegada de carbono como ferramenta, associado ao consumo nacional de alimentos fornecedores de proteína animal. Esta pegada é calculada usando os padrões atuais de consumo pela população adulta portuguesa (através do consumo total nacional e usando um caso de estudo de refeições servidas na FEUP) mas também usando cenários de mitigação das emissões de gases com efeito de estufa.

Analisaram-se 24 alimentos, dentro os quais seis são carne, catorze são pescado e os restantes são ovos e laticínios. Obteve-se o consumo nacional dos diferentes tipos de proteína animal a partir dos dados do Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física. O leite é o alimento fornecedor de proteína animal mais consumido em Portugal, com o consumo de cerca de 143 gramas por dia *per capita*. De um modo geral, é consumida mais carne do que pescado nacionalmente, sendo que o consumo de carne varia entre 3 e 60 g/dia/cap e o consumo de pescado entre 2 e 22 g/dia/cap. O frango e o porco são as carnes mais consumidas nacionalmente e o bacalhau ocupa 24% do consumo nacional de pescado. Em termos de pegada de carbono, foi feita uma recolha bibliográfica dos valores associados a cada tipo de alimento. A carne de ovelha, cabra e de vaca são as que têm maior pegada de carbono associada aos diferentes tipos de alimentos analisados. Os valores para as pegadas de carbono encontradas variam entre 0,25 e 39 kg CO₂ e/kg alimento. De um modo geral, tal como acontece para o consumo, o valor médio da pegada de carbono da carne é superior à do pescado. Dentro dos laticínios o queijo é o que possui uma maior pegada de carbono associada e os ovos têm uma pegada de carbono de cerca de 3 kg CO₂ e/kg alimento, o que é um valor semelhante ao frango. Na presente dissertação também foi feita a divisão das pegadas de carbono encontradas em

bife/ filete ou peso total do animal e os resultados demonstram que a pegada de carbono associada ao bife/filete é tendencialmente superior à do animal. A justificação encontrada relaciona os métodos de corte e transportes associados ao processamento do animal.

Em termos de pegada de carbono por dia *per capita*, os resultados decorrem da conjugação das duas unidades abordadas anteriormente: consumo e pegada de carbono. Como seria de esperar, uma vez que tanto o consumo como a pegada de carbono da carne são superiores à do pescado, o impacte global associado à carne é relativamente superior à do pescado. Apesar disso, a carne de porco é o alimento com maior impacte associado, seguido da carne de vaca. Conclui-se deste modo que a fonte de proteína animal com maior impacte ambiental através do seu consumo a nível nacional é a carne de porco com a emissão de 1,34 kg CO₂ e/ dia/ cap. A situação contrária acontece para o caso do coelho, com cerca de 0,01 kg CO₂ e/dia/cap, que apresenta a menor pegada de carbono de carne. Relativamente ao impacte ambiental associado ao consumo de pescado, este é bastante reduzido para todas as categorias de pescado analisado, podendo variar entre 0,001 e 0,07 kg CO₂ e/ dia/cap. Os lacticínios, uma vez relacionados diretamente à agropecuária, apresentam um impacte ambiental mais elevado do que o pescado- em todas as espécies de pescado analisadas- e também de alguns tipos de carne analisadas. Esta conclusão permite direcionar o foco para estes alimentos fornecedores de proteínas que, ao terem uma pegada de carbono significativamente elevada acabam por ter um impacte negativo associado ao seu consumo. Os ovos contribuem para 0,05 CO₂ e/ dia/ cap, valor este que se aproxima às emissões do consumo de, por exemplo, peixe espada ou bacalhau.

Foram construídos seis tipos de cenário que permitiram avaliar a redução do impacte ambiental associado, essencialmente, à substituição da carne de vaca, por ser a proteína animal com maior implicação no ambiente nos dois cenários. Avaliaram-se dois universos distintos: as refeições principais servidas ao almoço na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019 e o consumo total nacional. Os cenários analisados produziram resultados bastante satisfatórios para as potenciais taxas de redução. Os cenários mais interessantes para a FEUP e para o consumo nacional são os cenários 1, 2 e 3, cuja finalidade foi a substituição total da carne de vaca e porco por peru, frango e coelho, substituição total da carne por pescado e substituição total da carne por ovos, respetivamente. Mais ainda, relativamente ao cenário 4 - substituição total da carne de vaca pelos outros tipos de carne - este também apresenta um resultado bastante promissor com cerca de 25% de redução para ambos os casos. Por outro lado, o cenário 6 - importar carne de vaca apenas de Espanha - apresenta resultados pouco significativos ao nível do potencial de redução com uma redução de 0,007%. Relativamente ao consumo na cantina da FEUP a menor redução foi de 14% relativa ao cenário 5 que pretende reduzir para metade do consumo da carne de vaca substituindo-o por outros tipos de carne ou pescado. Por outro lado, o cenário com maior potencial de redução para os almoços na cantina da FEUP é o cenário 2 com 56% que implica a substituição total da carne de vaca por pescado. Em relação ao consumo nacional a menor redução obtida foi para o cenário 5 apresentando uma redução de 13% relativamente ao cenário zero. Por outro lado, para o consumo nacional,

o cenário 3 foi o que apresentou um maior potencial de redução com 39% de redução substituindo a totalidade da carne consumida por ovos.

Encontraram-se algumas limitações que se prenderam essencialmente com a dispersão dos dados no caso das pegadas de carbono. A recolha de informação foi complexa devido à sua dispersão por distintas fontes bibliográficas. Por outro lado, ainda com relação à pegada de carbono dos alimentos, as diferentes metodologias, e fronteiras de avaliação utilizadas na quantificação pode induzir a variações nos valores de PC calculados na presente dissertação. Com sugestão para simplificar o acesso às diferentes fontes bibliográficas e tratamento de dados sugere-se a existência de uma base de dados que identificasse as pegadas dos alimentos especificados por categorias - por exemplo: bife ou animal inteiro, método de criação do animal, país onde foi realizado o estudo, entre outros parâmetros importantes- permitiria uma análise mais aprofundada e abrangente dos resultados obtidos nesta dissertação e até a possibilidade da criação de um número alargado de hipóteses paralelas. A principal limitação relacionada do trabalho realizado é a impossibilidade de reunir todos os estudos relativos a pegadas de carbono dos alimentos analisados.

Em relação aos trabalhos futuros e, no seguimento dos resultados obtidos seria interessante ter uma visão mais aprofundada e real acerca do impacte das importações no território nacional, relacionando a parte económica ao setor ambiental, percebendo que alterações seriam viáveis e suscetíveis de reduzir impactes ambientais. Também seria interessante relacionar os dados da presente dissertação com o desperdício alimentar e pegadas associadas para cada tipo de alimento. Esta é uma das maiores problemáticas ambientais a nível nacional e, não só contribui para um impacte ambiental negativo, como em termos de sustentabilidade do país cria lacunas sociais, económicas e ambientais que poderiam ser evitadas. Uma vez que apenas foi possível analisar a pegada de carbono como medida de quantificação do impacte ambiental, seria interessante relacionar este estudo com a pegada da água ou outros indicadores de impacte ambiental (por exemplo, de forma a se entender a convergência dos resultados obtidos nesta dissertação. Seria relevante avaliar os impactes ambientais as outras fontes de nutrientes para além das fontes de proteína animal. Seria interessante fazer uma análise mais abrangente inserindo outro tipo de alimentos passíveis de serem utilizados, por exemplo, numa dieta vegetariana ou vegan.

Referências Bibliográficas

1. ONU, *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development* ONU, Editor. 2015: ONU Sustainable Development Goals Knowledge Platform
2. Europeu, P. *Emissões de gases com efeito de estufa por país e setor (Infografia)*. [cited 11 de março de 2020]; Available from: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180301STO98928/emissoes-de-gases-com-efeito-de-estufa-por-pais-e-setor-infografia>.
3. Petersen, P.F., J.M.v.d. Weid, and G.B. Fernandes, *Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, 2009.
4. Ambiente, P.d.E.d. *Energia e Clima: Emissões de Gases com Efeito de Estufa* 11 de março de 2020]; Available from: <https://rea.apambiente.pt/content/emiss%C3%B5es-de-gases-com-efeito-de-estufa>.
5. Michigan, U.o. *Carboon Footprint Factsheet*. 2019 11 de março de 2020]; Available from: <http://css.umich.edu/factsheets/carbon-footprint-factsheet>.
6. VIDA, I.C.B.S.G.P.C.D. *Avanços na Definição do Objetivo e Escopo da Avaliação Social do Ciclo de Vida (ACV-S)* 2014 15-06-2020]; Available from: https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Zortea/publication/275345565_Avancos_na_Definicao_do_Objetivo_e_Escopo_da_Avaliacao_Social_do_Ciclo_de_Vida_ACV-S/links/5539674a0cf247b858812d25/Avancos-na-Definicao-do-Objetivo-e-Escopo-da-Avaliacao-Social-do-Ciclo-de-Vida-ACV-S.pdf.
7. Heller, M., *Food Product Environmental Footprint Literature Summary: Foreword*. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2017.
8. Research, I.d.M. *Os novos paradigmas do consumo alimentar* . 2020 01-06-2020]; Available from: <https://www.imr.pt/pt/noticias/os-novos-paradigmas-do-consumo-alimentar>.
9. Aleksandrowicz L, G.R., Joy EJM, and H.A. Smith P, *The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review*. 2016.
10. IAN-AF, I.A.N.e.d.A.F.-. *Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física*. 15-05-2020]; Available from: <https://ian-af.up.pt/>.
11. PortFIR. *Parte Edível*. 2020 03-06-2020]; Available from: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/ediblepart>.
12. Portugal, P.d.i.a.e. *Tabela da Composição de Alimentos*. 25-06-2020]; Available from: <http://portfir.insa.pt/>.
13. Saúde, D.G.d. *Roda dos alimentos* Available from: <https://www.dgs.pt/promocao-da-saude/educacao-para-a-saude/areas-de-intervencao/alimentacao.aspx>.
14. APCER. *Pegada de Carbono*. 2018 17-05-2020]; Available from: <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/174/pegada-de-carbono>.
15. Standardization, I.O.f. *ISO 14067:2008* 2018; Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:en>.
16. Matos, M.A.A.d., *Estudo da Pegada de Carbono de Óleo Vegetal Alimentar* Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento, 2009.
17. Team, G.G.P. *Greenhouse gas protocol Product Life Cycle Standard*. 17-05-2020]; Available from: <https://ghgprotocol.org/>.

18. Kerkhof, A. *Product Carbon Footprint standards: which standard to choose?* 2012 18-05-2020]; Available from: <https://www.pre-sustainability.com/news/product-carbon-footprint-standards-which-standard-to-choose>.
19. Wang, S., W. Wang, and H. Yang, *Comparison of Product Carbon Footprint Protocols: Case Study on Medium-Density Fiberboard in China*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**(10): p. 2060.
20. McMichael, A.J., et al., *Food, livestock production, energy, climate change, and health*. The Lancet, 2007. **370**(9594): p. 1253-1263.
21. Sáez-Almendros, S., et al., *Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet*. Environmental Health, 2013. **12**(1): p. 118.
22. Saxe, H., T.M. Larsen, and L. Mogensen, *The global warming potential of two healthy Nordic diets compared with the average Danish diet*. Climatic Change, 2013. **116**(2): p. 249-262.
23. Vidal, R., et al., *Comparison of the carbon footprint of different patient diets in a Spanish hospital*. Journal of Health Services Research & Policy, 2014. **20**(1): p. 39-44.
24. Vázquez-Rowe, I., et al., *Climate change mitigation opportunities based on carbon footprint estimates of dietary patterns in Peru*. PloS one, 2017. **12**(11): p. e0188182-e0188182.
25. van Dooren, C., et al., *Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns*. Food Policy, 2014. **44**: p. 36-46.
26. 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. Report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.074>.
27. Estatística, I.-I.N.d., *Estatísticas Agrícolas 2015 /2016*.
28. de Boer, J., A. de Witt, and H. Aiking, *Help the climate, change your diet: A cross-sectional study on how to involve consumers in a transition to a low-carbon society*. Appetite, 2016. **98**: p. 19-27.
29. Beauchemin, K.A., et al., *Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study*. Agricultural Systems, 2010. **103**(6): p. 371-379.
30. FAO, *Report of the Expert Workshop on Greenhaous Gas Emissions Strategies and method in Seafood*, FAO, Editor. 2012.
31. Williams, A.G., Audsley, E. and Sandars, D.L., *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Defra project report IS0205*. 2006.
32. Hope W. Phetteplace1, D.E.J.A.F.S., *Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States*. 2001.
33. Asem-Hiablie, S., et al., *A life cycle assessment of the environmental impacts of a beef system in the USA*. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2019. **24**(3): p. 441-455.
34. Eatz, G. *carbon footprint of food*. 2017; Available from: <https://www.greeneatz.com/foods-carbon-footprint.html>.
35. 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.
36. Mogensen, L., et al., *Greenhouse gas emissions from beef production systems in Denmark and Sweden*. Livestock Science, 2015. **174**: p. 126-143.
37. Capper, J.L., *Is the Grass Always Greener? Comparing the Environmental Impact of Conventional, Natural and Grass-Fed Beef Production Systems*. Animals (Basel), 2012. **2**(2): p. 127-43.

38. Becona, G., L. Astigarraga, and V.D. Picasso *Greenhouse Gas Emissions of Beef Cow-Calf Grazing Systems in Uruguay*. Sustainable Agriculture Research, 2014. **03**, DOI: 10.22004/ag.econ.230526
doi.
39. Presumido, P., et al., *Environmental Impacts of the Beef Production Chain in the Northeast of Portugal Using Life Cycle Assessment*. 2018.
40. Casey, J.W. and N.M. Holden, *Greenhouse gas emissions from conventional, agri-environmental scheme, and organic Irish suckler-beef units*. J Environ Qual, 2006. **35**(1): p. 231-9.
41. Williams, A.G., Audsley, E. and Sandars, D.L. (2006) Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Bedford: Cranfield University and Defra. Available on www.silsoe.cranfield.ac.uk, and www.defra.gov.uk.
42. Weiss, F., & Leip, A. (2012). Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149, 124-134. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.015>.
43. Weidema, B.P., Wesnae, M., Hermansen, J., Kristensen, I., & Halberg, N. (2008). Environmental improvement potentials of meat and dairy products. *SciencesNew York* (Vol. 23491). <http://doi.org/10.2791/38863>.
44. Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M., Sund, V., & Davis, J. (2009). Greenhouse gas emissions from Swedish consumption of meat, milk and eggs 1990 and 2005. Report No 793. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.01.007>.
45. Roer, A.G., Johansen, A., Bakken, A. K., Daugstad, K., Fystro, G., & Strømman, A. H. (2013). Environmental impacts of combined milk and meat production in Norway according to a life cycle assessment with expanded system boundaries. *Livestock Science*, 155(2-3), 384-396. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.004>.
46. Foley, P.A., Crosson, P., Lovett, D. K., Boland, T. M., O'Mara, F. P., & Kenny, D. A. (2011). Whole-farm systems modelling of greenhouse gas emissions from pastoral suckler beef cow production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142(3-4), 222-230. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.010>.
47. Beauchemin, K.A., Janzen, H. H., Little, S. M., McAllister, T. A., & McGinn, S. M. (2011). Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada - Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 663-677. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.047>.
48. Pelletier, N., Pirog, R., & Rasmussen, R. (2010). Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103(6), 380-389. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.009>.
49. Peters, G.M., Rowley, H. V., Wiedemann, S., Tucker, R., Short, M. D., & Schulz, M. (2010). Red Meat Production in Australia: Life Cycle Assessment and Comparison with Overseas Studies. *Environmental Science & Technology*, 44(4), 1327-1332. <http://doi.org/10.1021/es901131e>.
50. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2013. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains - A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
51. Stackhouse-Lawson, K.R., Rotz, C. A., Oltjen, J. W., & Mitloehner, F. M. (2012). Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems 1. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4641-4655. <http://doi.org/10.2527/jas2011-4653>.
52. de Vries, M., van Middelaar, C. E., & de Boer, I. J. M. (2015). Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 178, 279-288. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.026>.
53. Wiedemann, S., McGahan, E., Grist, S., & Grant, T. (2010). Environmental Assessment of Two Pork Supply Chains Using Life Cycle Assessment, (9), 134. Retrieved from http://www.fsaconsulting.net/fsa/docs/RIRDC_Pork_LCA.pdf.
54. Health., E.W.G.M.E.L.E.G.M.E.s.G.T.C.C.

55. Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D., Webster, C., and Williams, A., H.l.c.w.g.A.a.o.g.g.e.f.t.U. food, and s.a.t.s.t.r.t.b. FCRN-WWF-UK.
56. Jeswani, H.K., Espinoza-Orias, N., Croker, T., & Azapagic, A. (2017). Life cycle greenhouse gas emissions from integrated organic farming : A systems approach considering rotation cycles. *Sustainable Production and Consumption*, 13(December), 60-79. <http://doi.org/10.1016/j.spc.2017.12.003>.
57. Roy, P., et al., *Life cycle of meats: An opportunity to abate the greenhouse gas emission from meat industry in Japan*. *Journal of Environmental Management*, 2012. **93**(1): p. 218-224.
58. Djekic, I., et al., *Environmental life-cycle assessment in production of pork products*. Meso, 2015. XVII: p. 469-476.
59. Randi Dalgaard, N.H.J.E.H., *Danish pork production An environmental assessment*. Faculty of Agricultural Sciences, 2007.
60. Reckmann, K., I. Traulsen, and J. Krieter, *Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany*. *Livestock Science*, 2013. **157**(2): p. 586-596.
61. Basset-Mens, C. and H.M.G. van der Werf, *Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2005. **105**(1): p. 127-144.
62. Rougoor, C., et al., *LCA of Dutch pork, assessment of three pork production systems in the Netherlands*. 2015.
63. Macleod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., ... Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from pork and chicken supply chains - A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3460e.pdf>.
64. Lesschen, J.P., van den Berg, M., Westhoek, H. J., Witzke, H. P., & Oenema, O. (2011). Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 16-28. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.058>.
65. McAuliffe, G.A., Chapman, D. V., & Sage, C. L. (2016). A thematic review of life cycle assessment (LCA) applied to pork production. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 12-22. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.08.008>.
66. Cederberg, C.F., A., 2004. Environmental Assessment of future pig farming systems - quantifications of three scenarios from the FOOD 21 synthesis work. SIK.
67. Reckmann, K.T., I., & Krieter, J. (2012). Environmental Impact Assessment - methodology with special emphasis on European pork production. *Journal of Environmental Management*, 107, 102-109. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.019>.
68. Bava, L., Zucali, M., Sandrucci, A., & Tamburini, A. (2017). Environmental impact of the typical heavy pork production in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 140, 685-691. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.029>.
69. González-García, S., Belo, S., Dias, A. C., Rodrigues, J. V., Costa, R. R. Da, Ferreira, A., ... Arroja, L. (2015). Life cycle assessment of porkmeat production: Portuguese case study and proposal of improvement options. *Journal of Cleaner Production*, 100, 126-139. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.048>.
70. Dourmad, J.Y., Ryschawy, J., Trousson, T., Bonneau, M., Gonzalez, J., Houwers, H. W. J., ... Morgensen, L. (2014). Evaluating environmental impacts of contrasting pork farming systems with life cycle assessment. *Animal*, 8(12), 2027-2037. <http://doi.org/10.1017/S1751731114002134>.
71. Mackenzie, S.G., Leinonen, I., Ferguson, N., & Kyriazakis, I. (2015). Accounting for uncertainty in the quantification of the environmental impacts of Canadian pork farming systems. *Journal of Animal Science*, 93(6), 3130-3143. <http://doi.org/10.2527/jas2014-8403>.
72. Nguyen, T.L.T., Hermansen, J. E., & Mogensen, L. (2010). Fossil energy and GHG saving potentials of pork farming in the EU. *Energy Policy*, 38(5), 2561-2571. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.051>.

73. Vergé, X.P.C., Dyer, J. A., Desjardins, R. L., & Worth, D. (2009). Greenhouse gas emissions from the Canadian pork industry. *Livestock Science*, 121(1), 92-101. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.05.022>.
74. Noya, I., Villanueva-Rey, P., González-García, S., Fernandez, M. D., Rodriguez, M. R., & Moreira, M. T. (2017). Life Cycle Assessment of pork production: A case study in Galicia. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4327-4338. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.160>.
75. Lamnatou, C., Ezcurra-Ciaurritz, X., Chemisana, D., & Plà-Aragonés, L. M. (2016). Environmental assessment of a pork-production system in North-East of Spain focusing on life-cycle swine nutrition. *Journal of Cleaner Production*, 137, 105-115.
76. Baumgartner et al (2008) cited by: Lamnatou et al (2016). Environmental assessment of a pork-production system in North-East of Spain focusing on life-cycle swine nutrition.
77. Chemisana, D.E.a.o.a.p.-p.s.i.N.-E.o.S.f.o.l.-c.s.n., 137, 105-115. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.053>.
78. Winkler, T., Schopf, K., Aschemann, R., & Winiwarter, W. (2016). From farm to fork e A life cycle assessment of fresh Austrian pork. *Journal of Cleaner Production*, 116, 80-89. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.005>.
79. Kalhor, T., et al., *Environmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment*. *Information Processing in Agriculture*, 2016. 3(4): p. 262-271.
80. Leinonen, I., et al., *Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: broiler production systems*. *Poult Sci*, 2012. 91(1): p. 8-25.
81. López-Andrés, J.J., Aguilar-Lasserre, A. A., Morales-Mendoza, L. F., Azzaro-Pantel, C., Pérez-Gallardo, J. R., & Rico-Contreras, J. O. (2018). Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. *Journal of Cleaner Production*, 174, 477-491. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.307>.
82. Cesari, V., Zucali, M., Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L., & Toschi, I. (2017). Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approach. *Journal of Cleaner Production*, 143, 904-911. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.030>.
83. Pishgar-Komleh, S.H., Akram, A., Keyhani, A., & van Zelm, R. (2017). Life cycle energy use, costs, and greenhouse gas emission of broiler farms in different production systems in Iran—a case study of Alborz province. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(19), 16041-16049. <http://doi.org/10.1007/s11356-017-9255-3>.
84. Prudêncio da Silva, V., et al., *Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach*. *Journal of Environmental Management*, 2014. 133: p. 222-231.
85. Payandeh, Z., Kheiralipour, K., Karimi, M., & Khoshnevisan, B. (2017). Joint data envelopment analysis and life cycle assessment for environmental impact reduction in broiler production systems. *Energy*, 127(2), 768-774. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.112>.
86. Skunca, D., Tomasevic, I., Nastasijevic, I., Tomovic, V., & Djekic, I. (2018). Life cycle assessment of the chicken meat chain. *Journal of Cleaner Production*, 184, 440-450. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.274>.
87. Ibidhi, R., et al., *Water, land and carbon footprints of sheep and chicken meat produced in Tunisia under different farming systems*. *Ecological Indicators*, 2017. 77: p. 304-313.
88. Antoine Léger-Dionne, J.E., Analyst, E. François Charron-Doucet, M.Sc., Scientific Director, and E. Edouard Clément, M.Sc., VP Corporate Responsibility Services, *Life cycle assessment of sheep production in Ontario 2017*.
89. Wallman, M., C. Cederberg, and U. Sonesson, *Life Cycle Assessment of Swedish Lamb Production*. 2011.

90. Paul Watkiss Associates, A.T., *Comparative life-cycle assessment of food commodities procured for UK consumption through a diversity of supply chains - FO0103*. 2006.
91. Ledgard, S.F., Liefvering, M., McDevitt, J., Boyes, M. and Kemp, R., *A Greenhouse Gas Footprint Study for Exported New Zealand Lamb*. 2010.
92. Taylor, R., Jones, A., & Edwards-Jones, G. (2010). Measuring holistic carbon footprints for lamb and beef farms in the Cambrian Mountains Initiative. Policy Research Report, (10/8).
93. Wiltshire, J., Wynn, S., Clarke, J., Chambers, B., Cottrill, B., Drakes, D., ... Walker, O. Department for Agriculture, F. and R. A. (DEFRA). (2009). Scenario building to test and inform the development of a BSI method for assessing greenhouse gas emissions from food. LONDON.
94. Wiedemann, S.G., Ledgard, S. F., Henry, B. K., Yan, M., Mao, N., & Russell, S. J. (2015). Application of life cycle assessment to sheep production systems : investigating co-production of wool and meat using case studies from major global producers. *Int J Life Cycle Assess* (2015) 20:463-476. doi.org/10.1007/s11367-015-0849-z.
95. Gac et al (2012). Cited by: Marino, R., Atzori, A. S., Andrea, M. D., Iovane, G., Trabalza-marinucci, M., & Rinaldi, L. (2016). Climate change : Production performance , health issues , greenhouse gas emissions and mitigation strategies in sheep and goat farming &. *Small Ruminant Research*, 135, 50-59. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.012>.
96. Ripoll-Bosch, R., Boer, I. J. M. De, Bernués, A., & Vellinga, T. V. (2013). Accounting for multi-functionality of sheep farming in the carbon footprint of lamb : A comparison of three contrasting Mediterranean systems. *Agricultural Systems*, 116, 60-68. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.002>.
97. Bell, M.J., Eckard, R. J., & Cullen, B. R. (2012). The effect of future climate scenarios on the balance between productivity and greenhouse gas emissions from sheep grazing systems. *Livestock Science*, 147(1-3), 126-138. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.04.012>.
98. Dyer, J.A., Vergé, X. P. C., Desjardins, R. L., & Worth, D. E. (2014). A Comparison of the Greenhouse Gas Emissions From the Sheep Industry With Beef Production in Canada, 3(3). <http://doi.org/10.5539/sar.v3n3p65>.
99. O'Brien, D., Bohan, A., Mchugh, N., & Shalloo, L. (2016). A life cycle assessment of the effect of intensification on the environmental impacts and resource use of grass-based sheep farming. *Agricultural Systems*, 148, 95-104. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.004>.
100. Jones, A.K., Jones, D. L., & Cross, P. (2014). The carbon footprint of lamb : Sources of variation and opportunities for mitigation. *Agricultural Systems*, 123, 97-107. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.09.006>.
101. Ponsioen, T.C., & Blonk, T. J. (2012). Calculating land use change in carbon footprints of agricultural products as an impact of current land use. *Journal of Cleaner Production*, 28, 120-126. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.014>.
102. K. Kheiralipour , Z.P., B. Khoshnevisan ,, *Evaluation of Environmental Impacts in Turkey Production System in Iran*. 2004.
103. Verge, X.P.C., Dyer, J. A., Desjardins, R. L., & Worth, D. (2009). Long-term trends in greenhouse gas emissions from the Canadian poultry industry. *The Journal of Applied Poultry Research*, 18(2), 210-222. <http://doi.org/10.3382/japr.2008-00091>.
104. Leinonen, I., A.G. Williams, and I. Kyriazakis, *Comparing the environmental impacts of UK turkey production systems using analytical error propagation in uncertainty analysis*. *Journal of Cleaner Production*, 2016. 112: p. 141-148.
105. Castañé, S., & Antón, A. (2017). Assessment of the nutritional quality and environmental impact of two food diets: A Mediterranean and a vegan diet. *Journal of Cleaner Production*, 167, 929-937. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.122>.
106. Ziegler, F., et al., *The Carbon Footprint of Norwegian Seafood Products on the Global Seafood Market*. *Journal of Industrial Ecology*, 2013. 17.

107. Zened, A., et al., *Conséquences d'une restriction alimentaire chez le lapereau sevré sur les impacts environnementaux de la production de viande de lapin*. 2013. 141-144.
108. Aubin, J., *Empreinte environnementale de la viande et des produits carnés*. 2014.
109. Svanes, E., M. Vold, and O. Hanssen, *Environmental assessment of cod (Gadus Morhua) from autoline fisheries*. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2011. **16**: p. 611-624.
110. Jensson, P., et al., *Life Cycle Assessment on Icelandic cod product based on two different fishing methods*. 2009.
111. Sund, V., *Environmental assessment of Northeast arctic cod caught by long-lines and Alaska pollock caught by pelagic trawls* 2009.
112. Benedikt Buchspies, S.J.T., Niels Jungbluth, *Life Cycle Assessment of High-Sea Fish and Salmon Aquaculture*. 2011.
113. Iribarren, D., et al., *Estimation of the carbon footprint of the Galician fishing activity (NW Spain)*. Science of The Total Environment, 2010. **408**(22): p. 5284-5294.
114. Hospido, A. and P. Tyedmers, *Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries*. Fisheries Research, 2005. **76**(2): p. 174-186.
115. Cheila Almeida, S.V., and Friederike Ziegler, *Environmental Life Cycle Assessment of a Canned Sardine Product from Portugal*. 2015
116. Fish, S., *CO2 emissions*. 2008: Sea Fish.
117. Cao, L., et al., *Life Cycle Assessment of Chinese Shrimp Farming Systems Targeted for Export and Domestic Sales*. Environmental Science & Technology, 2011. **45**(15): p. 6531-6538.
118. Mungkung, R., et al., *Life Cycle Assessment for environmentally sustainable aquaculture management: a case study of combined aquaculture systems for carp and tilapia*. Journal of Cleaner Production, 2013. **57**: p. 249-256.
119. Djekic, I., et al., *Environmental life-cycle assessment of various dairy products*. Journal of Cleaner Production, 2014. **68**: p. 64-72.
120. González-García, S., et al., *Using Life Cycle Assessment methodology to assess UHT milk production in Portugal*. Science of The Total Environment, 2013. **442**: p. 225-234.
121. Thomassen, M.A. and I.J.M. de Boer, *Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005. **111**(1): p. 185-199.
122. Thibault Salou, S.E., Armelle Gac, Paul Ponchant, Aurélien Tocqueville, Vincent Colomb, Hayo M G van der Werf, *Life Cycle Assessment of French livestock products: Results of the AGRIBALYSE® program*. 2014.
123. Guido Haas*, F.W., Ulrich Köpke, *Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment*. 2000.
124. Vergé, X.P.C., et al., *Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues*. Journal of Dairy Science, 2013. **96**(9): p. 6091-6104.
125. Kim, D., et al., *Life cycle assessment of cheese and whey production in the USA*. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2013. **18**(5): p. 1019-1035.
126. Santos, H.C.M., et al., *Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil*. Environmental Science and Pollution Research, 2017. **24**(4): p. 3470-3482.
127. Roline Broekema, G.K., *LCA of Dutch semiskimmed milk and semimature cheese*. 2014.
128. Flysjö, A., M. Thrane, and J.E. Hermansen, *Method to assess the carbon footprint at product level in the dairy industry*. International Dairy Journal, 2014. **34**(1): p. 86-92.
129. Finnegan, W., et al., *Global warming potential associated with dairy products in the Republic of Ireland*. Journal of Cleaner Production, 2017. **163**: p. 262-273.
130. Berlin, J., *Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese*. International Dairy Journal, 2002. **12**(11): p. 939-953.
131. Vasilaki, V., et al., *Water and carbon footprint of selected dairy products: A case study in Catalonia*. Journal of Cleaner Production, 2016. **139**: p. 504-516.

132. Sara Belo, A.D., Henrique Trindade, José Almeida, Luís Andrade and Luís Arroja, *Using life cycle assessment to assess yogurt production* 2015.
133. Ghasempour, A. and E. Ahmadi, *Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment*. Journal of Environmental Management, 2016. **183**: p. 980-987.
134. van Asselt, E.D., et al., *Assessing the sustainability of egg production systems in The Netherlands*. Poultry Science, 2015. **94**(8): p. 1742-50.
135. Kyriazakis, I.L.I., *Quantifying the environmental impacts of UK broiler and egg production systems*. 2013.
136. Nicolaj Ingemann Nielsen, M.J.I.K.R., *Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production estimated via LCA Methodology*. 2013.
137. Abín, R., A. Laca, and M. Díaz, *Environmental assesment of intensive egg production: A Spanish case study*. Journal of Cleaner Production, 2018. **179**: p. 160-168.
138. Dekker, S.E.M., de Boer, I. J. M., van Krimpen, M., Aarnink, A. J. A., & Groot Koerkamp, P. W. G. (2013). Effect of origin and composition of diet on ecological impact of the organic egg production chain. Livestock Science, 151(2-3), 271-283. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.11.013>.
139. Nielsen N.I., J.M., Rasmussen, I.K. (2013). Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production esti mated via LCA Methodology, 1-27.
140. Wiedemann S.G. , M.E.J.E.A.o.a.E.P.S.C.u.L.C.A.
141. Taylor, R.C., Omed, H., & Edwards-Jones, G. (2014). The greenhouse emissions footprint of free-range eggs. Poultry Science, 93(1), 231-237. <http://doi.org/10.3382/ps.2013-03489>.

ANEXOS

ANEXO I - Consumo nacional para o ano de 2015/2016 e da cantina da FEUP de alimentos fornecedores de proteína animal

Na Figura I-1 e I-2 encontra-se, representado graficamente, as percentagens de carne consumida, dispostas por tipo de carne analisada, primeiramente remetendo ao consumo bruto de seguida ao consumo na forma edível.

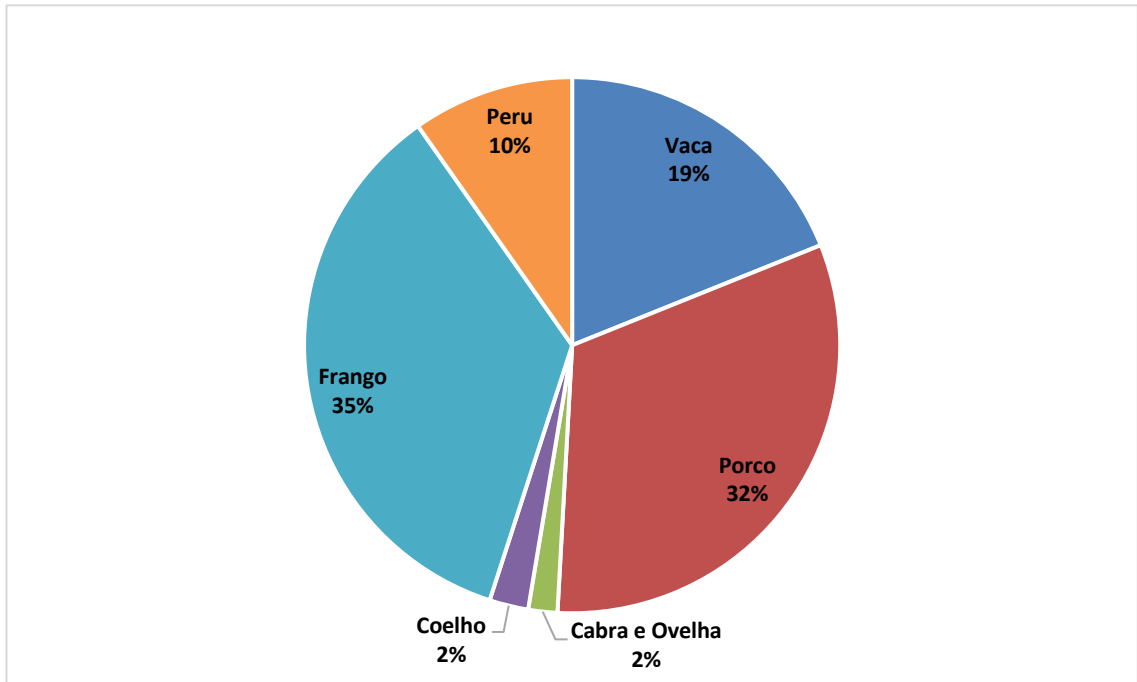


Figura I 1 Consumo bruto dos diferentes tipos de carne, em percentagem, em Portugal.

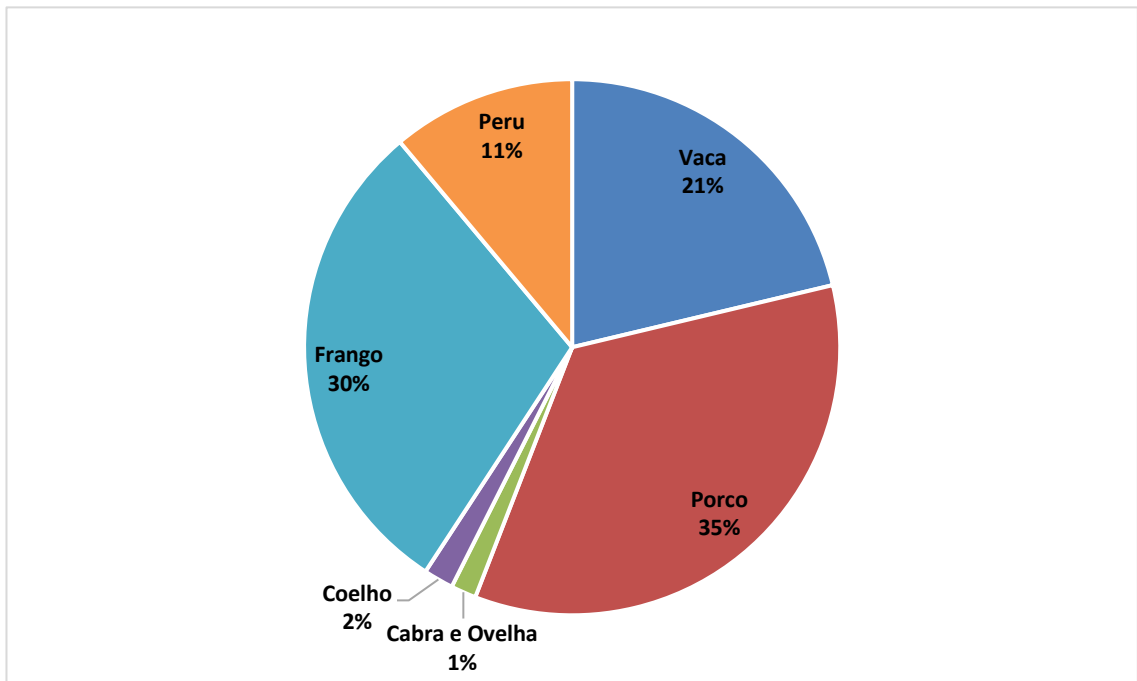


Figura I 2 Consumo edível dos diferentes tipos de carne, em percentagem, em Portugal.

Nas Figuras I-3 e I-4 encontra-se o consumo de pescado em Portugal, dispostos em percentagem de consumo bruto e edível, respetivamente.

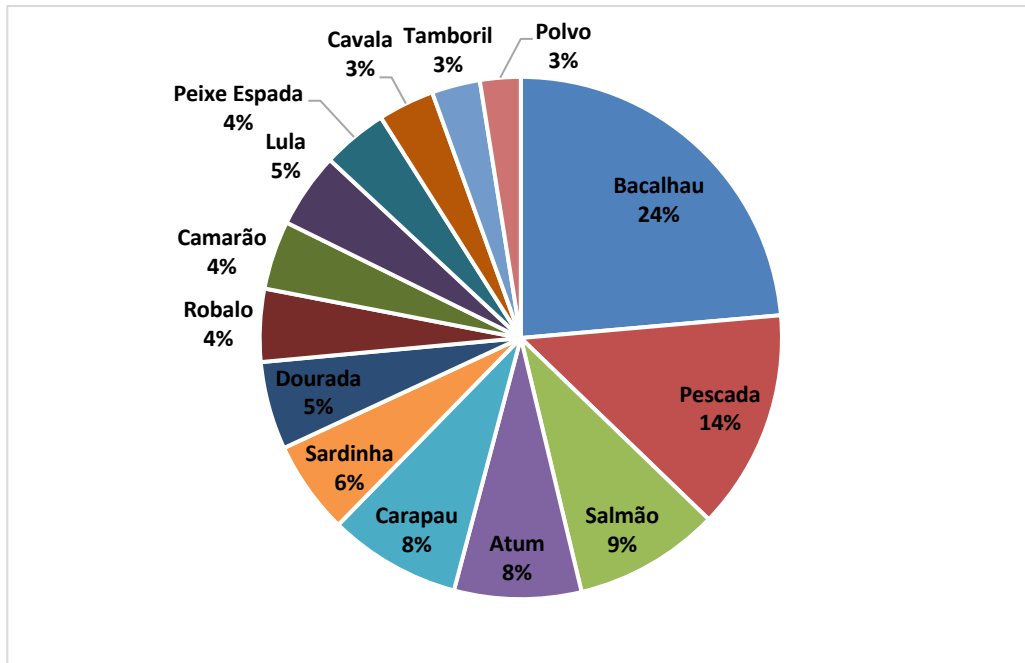


Figura I 3 Consumo bruto dos diferentes tipos de pescado, em percentagem, em Portugal.

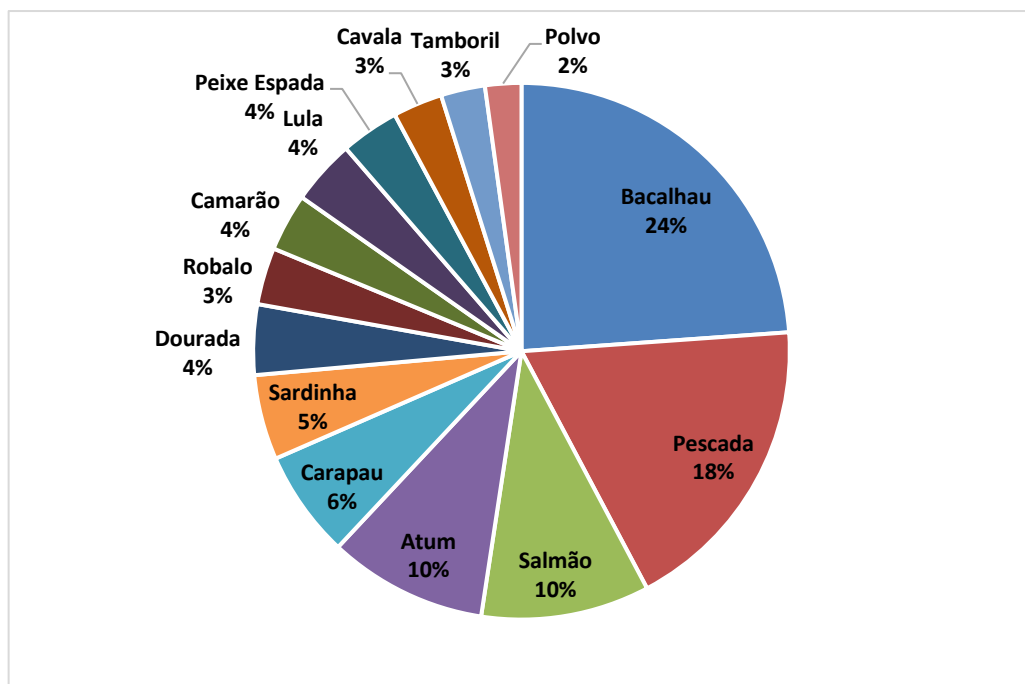


Figura I 4 Consumo edível dos diferentes tipos de pescado, em percentagem, em Portugal.

Na Figura I-5 encontra-se o gráfico relativos ao consumo de lacticínios.

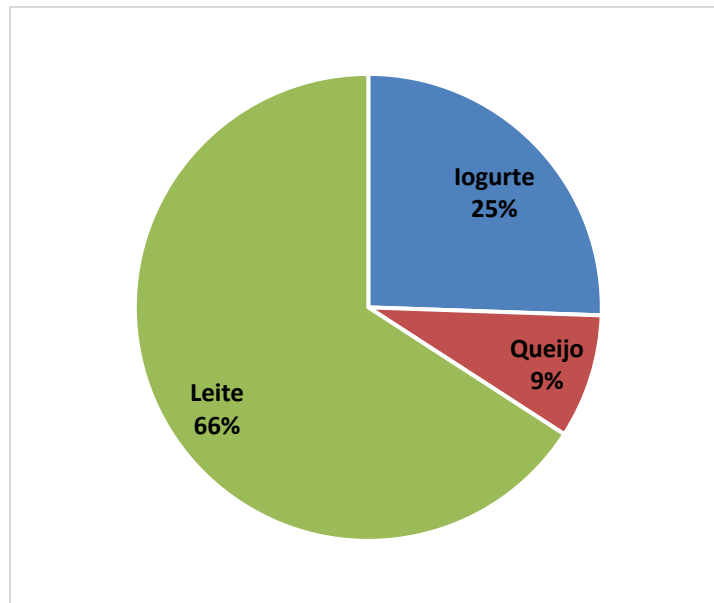


Figura I 5 Consumo de lacticínios, em percentagem, em Portugal.

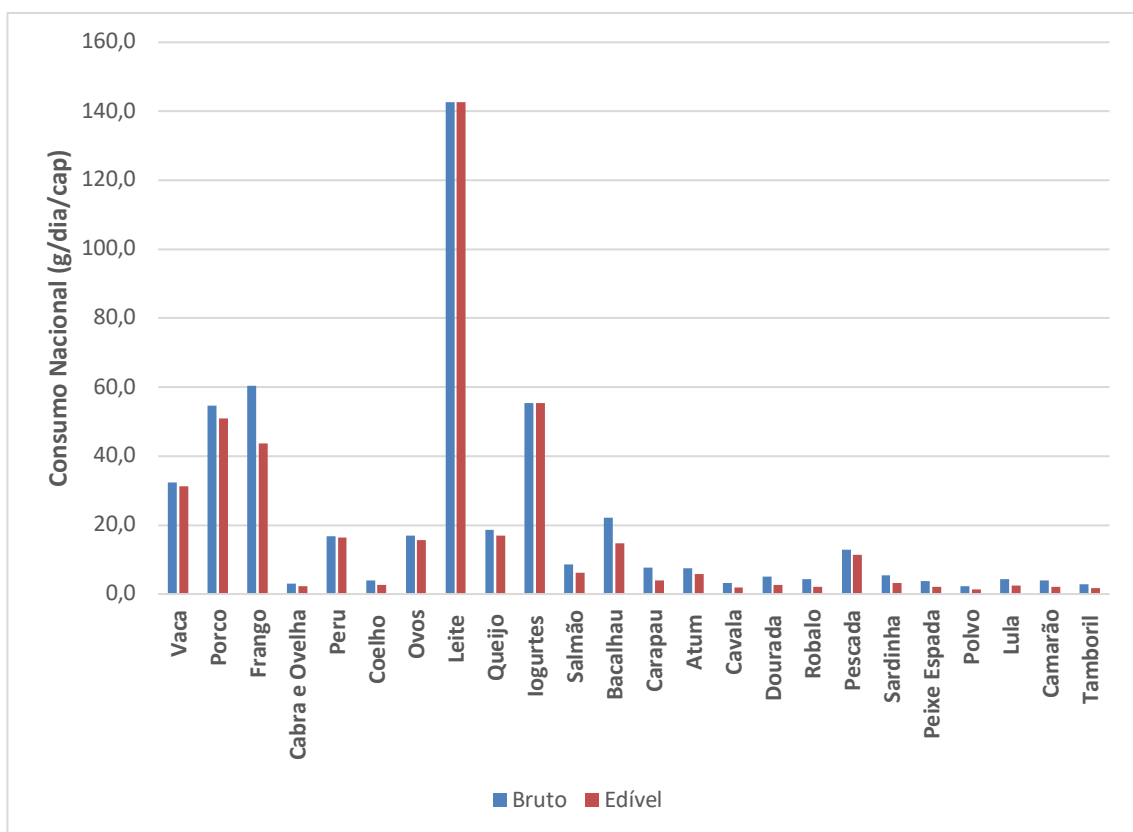


Figura I 6 Consumo bruto e edível nacional de alimentos fornecedores de proteína animal em gramas, por dia, *per capita*.

Tabela I 1 Ementas dos almoços na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019

Data	Almoços	Descrição do Prato (componente proteica)	Alimento considerado
01/10/19	Carne	Cubinhos de carne de porco estufados à primaveril (cenoura e ervilha)	Porco
	Pescado	Red fish assado à provençal	Pescado vermelho
	Dieta	Corvina grelhada	Corvina
02/10/19	Carne	Strogonoff de vaca	Vaca
	Pescado	Bacalhau fresco grelhado	Leite
	Dieta	Cozido simples (perna de frango, cenoura, batata e repolho)	Badejo
03/10/19	Carne	Omelete mista (queijo e fiambre)	Frango
	Pescado	Potas estufadas à Bordalesa	Ovo
	Dieta	Salmão grelhado	Porco
04/10/19	Carne	Carne de porco à pizzaiolo (molho de tomate, queijo e oregãos)	Queijo
	Pescado	Salada de massa talharim com atum, abacaxi e cenoura	Atum
	Dieta	Fêveras de porco grelhadas	Porco
05/10/19	Carne	Hambúrguer de aves grelhado (frango, peru)	Peru
	Pescado	Alabote no forno com tomatada	Frango
	Dieta	Filete de pangasius ao vapor	Alabote
06/10/19	Carne	Chanfana de borrego	Pescado gato
	Pescado	Maruca assada	Vaca
	Dieta	Bife de peru grelhado	Maruca
07/10/19	Carne	Panadinhos de porco	Peru
	Pescado	Sonhos de salmão no forno	Frango
	Dieta	Filete de paloco no forno	Ovo
08/10/19	Carne	Coxinhas de frango assadas	Salmão
	Pescado	Solha assada com molho de manteiga	Ovo
	Dieta	Coxas de frango grelhadas	Paloco
09/10/19	Carne	Esparguete à bolonhesa (carne de vaca picada)	Frango
	Pescado	Abrótea assada	Frango
	Dieta	Abrótea grelhada	Vaca
10/10/19	Carne	Costeletas grelhadas à Salsicheiro	Abrótea
		salsicha	Abrótea
	Pescado	Feijão-fradinho com atum e ovo raspado	Porco
11/10/19	Dieta	Cubinhos de porco estufados ao natural	Porco
	Carne	Coelho à Caçador	Porco
	Pescado	Salada de massa fusilli com camarão, cogumelos, delícias do mar e molho de tomate	Ovo
12/10/19	Dieta	Potas grelhadas	Paloco
	Carne	Almôndegas de aves (peru, frango) estufadas	Leite
	Pescado	Tarte de paloco com espinafres	Frango
13/10/19	Dieta	Bife de frango grelhado	Peru
	Carne	Peru assado com ervas de Provença	Peru
	Pescado	Red fish no forno	Pescado vermelho
14/10/19	Dieta	Red fish cozido com todos (batata, cenoura e ovo)	Pescado vermelho
	Carne	Frango crocante (com corn flakes)	Frango
	Pescado	Lombinhos de fogonero grelhados	Escamudo

Anexos

Data	Almoços	Descrição do Prato (componente proteica)	Alimento considerado
	Dieta	Frango cozido	Frango
15/10/19	Carne	Carne de porco estufada	Porco
	Pescado	Filete de pangasius dourado	Pescado gato
			Ovo
	Dieta	Carapau grelhado	Carapau
16/10/19	Carne	Arroz de aves (peru, frango) gratinado	Peru
			Frango
			Queijo
	Pescado	Tintureira assada	Tintureira
	Dieta	Tirinhas de frango ao vapor	Frango
17/10/19	Carne	Tranches de vaca estufados	Vaca
	Pescado	Bacalhau fresco à Rosa do Adro	Badejo
	Dieta	Potas grelhadas	Potas
18/10/19	Carne	Fêveras de porco grelhadas	Porco
	Pescado	Sardinhas assadas	Sardinha
	Dieta	Lombinhos de porco estufados ao natural	Porco
19/10/19	Carne	Borrego assado	Vaca
	Pescado	Cavala no forno	Cavala
	Dieta	Maruca ao vapor	Maruca
20/10/19	Carne	Peito de peru estufado com molho de cenoura	Peru
	Pescado	Pescada assada	Pescada
	Dieta	Escalopes de peru grelhados	Peru
21/10/19	Carne	Churrasco de frango	Frango
	Pescado	Tirinhas de pota panadas no forno	Potas
	Dieta	Filete de alabote ao vapor	Alabote
22/10/19	Carne	Empadão de carne de vaca com espinafres	Vaca
	Pescado	Pataniscas de bacalhau	Bacalhau
			Ovo
	Dieta	Coxinhas de frango assadas ao natural	Frango
23/10/19	Carne	Bife de peru com molho picante	Peru
	Pescado	Lasanha de atum	Atum
			Queijo
			Leite
	Dieta	Carapau cozido	Carapau
24/10/19	Carne	Pá de porco guisada com feijão catarino	Porco
	Pescado	Massa de frutos do mar (filete de paloco, potas, ameijoas e delícias)	Paloco
			Potas
			Queijo
			Delícias do mar
	Dieta	Peito de peru grelhado	Peru
25/10/19	Carne	Massa tropical (frango desfiado, ananás, cenoura e milho)	Frango
	Pescado	Perca gratinada com broa	Perca
	Dieta	Perca cozida	Perca
26/10/19	Carne	Coelho estufado	Coelho
	Pescado	Corvina assada	Corvina
	Dieta	Coxas de frango grelhadas	Frango
27/10/19	Carne	Peru assado com molho de cogumelos	Peru
	Pescado	Atum com salada camponesa	Atum
	Dieta	Cavala grelhada	Cavala
28/10/19	Carne	Fêveras de porco grelhadas com molho de tomate	Porco
	Pescado	Red fish assado à Portuguesa	Pescado vermelho
	Dieta	Lombinhos de porco estufados com ervilhas ao natural	Porco
29/10/19	Carne	Perna de peru estufada	Peru
	Pescado	Paloco com natas	Paloco
			Leite
	Dieta	Corvina cozida	Corvina
30/10/19	Carne	Macarrão gratinado com carne de vaca picada	Vaca

Data	Almoços	Descrição do Prato (componente proteica)	Alimento considerado
			Queijo
	Pescado	Lombinhos de solha no forno com molho de cenoura	Solha
	Dieta	Coxas de frango grelhadas	Frango
31/10/19	Carne	Pá de porco assada em molho de mostarda	Porco
			Ovo
	Pescado	Atum à João do Grão	Atum
			Ovo
	Dieta	Bacalhau fresco cozido	Badejo

Tabela I 2 Número de refeições servidas durante o mês de outubro de 2019 na cantina da FEUP, de acordo com os diferentes tipos de prato

Dia	Nº de Refeições servidas		
	Prato carne	Prato pescado	Prato Dieta
1	575	66	7
2	576	67	12
3	592	63	15
4	432	44	5
5	4	0	0
6	4	1	1
7	579	61	7
8	564	66	28
9	532	66	25
10	581	69	13
11	434	51	9
12	5	1	2
13	4	0	1
14	230	33	10
15	586	69	12
16	593	59	8
17	562	81	9
18	478	41	3
19	11	1	1
20	7	2	0
21	637	68	3
22	554	74	8
23	585	59	7
24	521	72	10
25	470	70	9
26	10	1	3
27	3	1	1
28	394	42	9
29	373	49	7
30	237	31	5
31	227	21	5

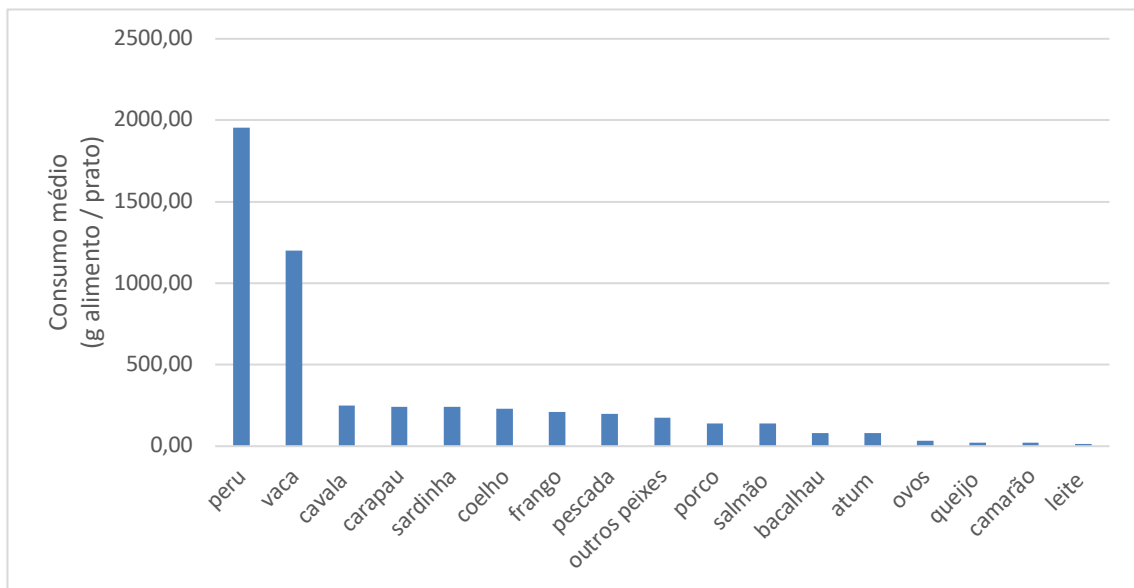


Figura I 7 Consumo na cantina da FEUP no mês de outubro de 2019 para os diferentes tipos de alimento.

ANEXO II - Pegada de carbono associada à carne

Tabela II 1 Pegada de Carbono dos diferentes tipos de carne da presente dissertação

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
Carne de vaca	22,00	Criação de bezerros e acabamento de bovinos até se obter o bife do animal	Canadá	bife	Beauchemin, K. A. [29]
	30,00	Criação da vaca até obtenção da carne pronta a comer	Noruega	bife	FAO [30]
	15,90	Criação da vaca até obtenção da carne pronta a comer	Reino Unido	bife	Williams, A.G. [31]
	20,60	Criação de vaca até aos consumidores, sendo a carne desossada	Estados Unidos	bife	Hope, W. [32]
	48,40	Criação de vacas de forma extensiva até à saída da quinta	Estados Unidos	peso total do animal	Asem-Hiablie, S. [33]
	27,00	Criação de vacas de forma intensiva até à saída da quinta	Estados Unidos	peso total do animal	Green Eat [34]
	102,20	Criação de vacas de forma intensiva até à saída da quinta	Aproximação Global	peso total do animal	Gerber, P.J. [35]
	29,70	Criação de vacas de forma convencional	Dinamarca	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	23,10	Criação de vacas de forma biológica	Dinamarca	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	25,40	Produção de vacas durante 1 ano para 20 pastos desde a criação do animal até à obtenção do bife	Suécia	bife	Mogensen, L. [36]
	16,00	Produção de vacas durante 1 ano para 20 pastos desde a criação do animal até à obtenção do bezerro	Estados Unidos	peso total do animal	Capper, J. L. [37]
	16,80	Criação de vacas	Estados Unidos	peso total do animal	Capper, J. L. [37]
	20,80	Criação de bezerros	Uruguai	peso total do animal	Becona, G. [38]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	34,60	Criação de vacas em sistema semi-intensivo desde a extração das matérias-primas até o matadouro	Uruguai	peso total do animal	Becona, G. [38]
	13,04	Criação de vacas em sistema extensivo orgânico desde a extração das matérias-primas até o matadouro	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [29]
	15,50	Criação de vacas de forma convencional durante 1 ano	Estados Unidos	peso total do animal	Hope, W. [32]
	22,30	Criação de vacas de forma orgânica durante 1 ano	Portugal	peso total do animal	Presumido, P. [39]
	16,40	Criação de vacas considerando emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Portugal	bife	Presumido, P. [39]
	13,00	inclui-se todos os combustíveis necessários à produção do bife	Irlanda	bife	Casey, J. W. [40]
	11,10	Do berço à porta da quinta de forma não orgânica	Irlanda	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	15,80	Do berço à porta da quinta de forma orgânica	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	16,80	Do berço à porta da quinta em terra alagada	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	25,30	Do berço à porta da quinta com a criação utilizando pouco solo	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	15,60	Do berço à porta da quinta com a criação dos animais na colina e no planalto	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	16,40	Do berço à porta da quinta em 218 regiões da Europa. A média dos valores obtidos é entre 21 e 28 kg CO ₂ e	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	24,50	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Weiss, F. [42]
	28,70	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Weidema, B. P. [43]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	15,53	Do berço à porta da quinta considerando também no estudo o leite produzido	Suécia	peso total do animal	Cederberg, C. [44]
	19,80	Do berço à porta da quinta considerando produção biológica	Suécia	peso total do animal	Cederberg, C. [44]
	21,90	Do berço à porta da quinta com produção mista do animal	Aproximação Global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	17,40	Do berço à porta da quinta com produção da vaca de forma biológica até obtenção do bife	Aproximação Global	bife	Gerber, P.J. [26]
	56,20	Do berço à porta da quinta com produção da vaca de forma mista até obtenção do bife	Aproximação Global	bife	Gerber, P.J. [26]
	36,80	Do berço à porta da quinta considerando produção biológica	Aproximação Global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	54,80	Do berço à porta da quinta considerando produção mista	Aproximação Global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	16,09	Do berço à porta da quinta considerando produção em terra alagada	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	15,90	Do berço à porta da quinta considerando produção em terra alagada alterando a suplementação	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	15,77	Do berço à porta da quinta considerando produção em terra alagada alterando a suplementação	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	14,87	Do berço à porta da quinta considerando produção em terra alagada com monitorização de tempo de vida encortado	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	15,49	Do berço à porta da quinta durante um ano em solo alagado utilizando produção de forma intensiva	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	13,93	Do berço à porta da quinta durante um ano diminuindo o tempo de vida	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	13,07	Do berço à porta da quinta durante um ano diminuindo o tempo de vida alterando a suplementação	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	12,94	Do berço à porta da quinta durante um ano diminuindo o tempo de vida e alterando suplementação	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	10,24	Do berço à porta da quinta durante um ano diminuindo o tempo de vida	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	10,80	Do berço à porta da quinta durante um ano produzindo o animal num sistema de confinamento	Irão	peso total do animal	Casey, J. W. [40]
	18,40	Do berço à porta da quinta na região "C"	Noruega	peso total do animal	Roer, A. G. [45]
	17,70	Do berço à porta da quinta na região "CSE"	Noruega	peso total do animal	Roer, A. G. [45]
	17,20	Do berço à porta da quinta na região "SW"	Noruega	peso total do animal	Roer, A. G. [45]
	23,10	Do berço à porta da quinta	Irlanda	peso total do animal	Foley, P. A. [46]
	19,70	Do berço à porta da quinta com produção de forma moderada	Irlanda	peso total do animal	Foley, P. A. [46]
	22,00	Do berço à porta da quinta com criação de forma intensiva	Irlanda	peso total do animal	Foley, P. A. [46]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	18,90	Do berço à porta da quinta considerando a produção do touro	Irlanda	peso total do animal	Foley, P. A. [46]
	20,40	Do berço à porta da quinta com produção de touros	Irlanda	peso total do animal	Foley, P. A. [46]
	21,73	Do berço à porta da quinta sendo este o cenário base do estudo	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	23,14	Do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,35	Do berço à porta da quinta sendo a alimentação baseada em grão	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,43	Do berço à porta da quinta sendo a alimentação baseada em oleaginosas	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,39	Do berço à porta da quinta sendo a alimentação baseada em oleaginosas	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,51	Do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,56	Do berço à porta da quinta sendo a alimentação da vaca feita através de grão seco	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	19,89	Do berço à porta da quinta utilizando a alimentação como oleaginosas	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	20,51	Do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	20,68	Do berço à porta da quinta melhorando a qualidade do pasto	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	21,63	Do berço à porta da quinta tentando aumentando o tempo de vida do animal	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]
	20,92	Do berço à porta da quinta aumentando o número de bezerros	Canadá	peso total do animal	Beauchemin, K. A. [47]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	27,83	Do berço à porta da quinta com a criação de vitelos	Estados Unidos	peso total do animal	Pelletier, N. [48]
	21,45	Do berço à porta da quinta até à criação do bezerro	Estados Unidos	peso total do animal	Pelletier, N. [48]
	11,00	Do berço da quinta ao abate do animal	Austrália	peso total do animal	Peters, G. M. [49]
	13,33	Do berço da quinta ao abate do animal	Austrália	peso total do animal	Peters, G. M. [49]
	16,66	Do berço da quinta até ao centro de abate (só transporte) com produção convencional	Estados Unidos da América	peso total do animal	Capper, J. L. [37]
	19,55	Do berço da quinta até ao centro de abate (só transporte) considerando produção de forma natural, sem tecnologia associada	Estados Unidos da América	peso total do animal	Capper, J. L. [37]
	27,90	Do berço da quinta até ao centro de abate (só transporte) calimentando os animais com capim	Estados Unidos da América	peso total do animal	Capper, J. L. [37]
	11,20	Do berço da quinta até ao centro de abate	Estados Unidos da América	peso total do animal	Opio, C. [50]
	35,20	Do berço da quinta até ao centro de abate	Estados Unidos da América	bife	Opio, C. [50]
	12,90	Do berço da quinta até ao centro de abate	Europa Ocidental	peso total do animal	Opio, C. [50]
	31,00	Do berço da quinta até ao centro de abate	Europa Ocidental	bife	Opio, C. [50]
	8,00	Do berço da quinta até ao centro de abate	Europa de Leste	peso total do animal	Opio, C. [50]
	29,10	Do berço da quinta até ao centro de abate	Europa de Leste	bife	Opio, C. [50]
	8,50	Do berço da quinta até ao centro de abate	Oceânia	peso total do animal	Opio, C. [50]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	34,70	Do berço da quinta até ao centro de abate	Oceânia	bife	Opio, C. [50]
	10,70	Do berço da quinta até ao centro de abate	Estados Unidos da América	peso total do animal	Stackhouse-Lawson, K. R. [51]
	22,60	Do berço da quinta considerando uma fase de armazenamento do animal	Estados Unidos da América	peso total do animal	Stackhouse-Lawson, K. R. [51]
	21,30	Do berço da quinta considerando uma fase de armazenamento do animal	Estados Unidos da América	peso total do animal	Stackhouse-Lawson, K. R. [51]
	17,00	Criação de touros leiteiros feita do berço da quinta até à porta com alimentação feita através de grão de forma convencional	Suécia	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	16,20	Criação de touros leiteiros feita do berço da quinta até à porta com alimentação feita através de produtos artificiais de forma convencional	Suécia	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	16,90	Criação de touros leiteiros desde o berço à porta da quinta, produzidos de forma biológica	Suécia	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	20,10	Criação de vitelos desde o berço à porta da quinta, produzidos de forma biológica	Suécia	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	8,80	Criação de touros desde o berço à porta da quinta, produzidos com excesso de ração	Suíça	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	15,30	Criação de touros desde o berço à porta da quinta, produzidos com pouca ração	Suíça	peso total do animal	De Vries, M. [52]
	14,80	Criação de vacas leiteiras desde o berço à porta da quinta	Suíça	peso total do animal	De Vries, M. [52]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	29,70	Criação de vacas do berço da quinta até à obtenção do bife de forma extensiva	Dinamarca	bife	Mogensen, L. [36]
	23,10	Criação de vacas do berço da quinta até à obtenção do bife de forma intensiva	Dinamarca	bife	Mogensen, L. [36]
	8,90	Criação de bezerros do berço da quinta até aos nove meses de vida	Dinamarca	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	9,00	Criação de bezerros do berço da quinta até aos doze meses de vida	Dinamarca	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	16,60	Criação de bezerros do berço da quinta até aos vinte e cinco meses de vida	Dinamarca	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	25,40	Criação de vacas do berço da quinta criados de forma intensiva até à obtenção do bife	Suécia	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	9,00	Criação de touros do berço da quinta criados até aos nove meses	Suécia	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	11,50	Criação de touros do berço da quinta criados até aos dezanove meses	Suécia	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	17,00	Criação de touros do berço da quinta criados até aos vinte e cinco meses	Suécia	peso total do animal	Mogensen, L. [36]
	23,02	Criação de vacas	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	20,33	do berço à porta da quinta	Estados Unidos da América	peso total do animal	Environmental Working Group [54]
	20,33	do berço à porta da quinta	Estados Unidos da América	peso total do animal	Environmental Working Group [54]
	17,59	Do berço da quinta até ao centro da cidade	Reino Unido	bife	Audsley, E. [55]
	17,77	Do berço da quinta até ao centro da cidade	Europa (excluindo Reino Unido)	bife	Audsley, E. [55]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	46,38	Do berço da quinta até ao centro da cidade	Aproximação global (excluindo Europa)	bife	Audsley, E. [55]
	17,70	do berço à porta da quinta sendo a criação do animal feita de forma biológica	Reino Unido	peso total do animal	Jeswani, H. K. [56]
Carne de Porco	6,90	Criação de porcos numa quinta; Desde a alimentação até ao tratamento dos resíduos após o consumo	Japão	bife	Roy, P. [57]
	9,04	Criação de porcos numa quinta; Desde a alimentação até ao processamento da carne e tratamento de águas residuais e resíduos produzidos na fazenda	Sérvia	bife	Djekic, I. [58]
	3,60	Criação de de porcos numa quinta; Desde a alimentação até a entrega no porto de Harwich no Reino Unido	Dinamarca	peso total do animal	Randi, G. [59]
	3,22	Criação de porcos; Desde a pré-produção (das sementes, pesticidas e fertilizantes) até ao matadouro	Alemanha	peso total do animal	Reckmann, K. [60]
	2,30	Criação de porcos de forma convencional segundo a legislação francesa	França	peso total do animal	Basset-Mens, C. [61]
	3,97	Criação de porcos de forma biológica	França	peso total do animal	Basset-Mens, C. [61]
	2,97	A criação de porcos é feita numa quinta na Holanda. A comida é importada A carne de porco é importada a outros países europeus. O estudo é de 1 ano	Holanda	peso total do animal	Rougoor, C. [62]
	2,78	Criação de porco feita por produção semi-local	Holanda	peso total do animal	Rougoor, C. [62]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	2,04	Criação de porco feita por produção num sistema local	Holanda	peso total do animal	Rougoor, C. [62]
	12,10	Considera as emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	bife	Green Eatz [34]
	3,60	Produção do porco na quinta	Estados Unidos	peso total do animal	FAO [30]
	5,90	Inclui-se todos os combustíveis necessários à produção do bife	Noruega	bife	FAO [30]
	6,35	Criação de porco feita de forma convencional	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	6,08	Criação de porco feita desde o berço até ao acabamento feito do animal	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	6,42	Criação de porco feita em cativo	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	6,33	Criação de porco feita no exterior	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	6,10	Criação de porco tendo em conta os valores globais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	Aproximação global	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	5,88	Criação de porco tendo em conta a média global considerada para temperatura, humidade e constituição de solo (valor intermédio entre o valor global e industrial)	América Latina e Caraíbas	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	7,20	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	América Latina e Caraíbas	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	6,66	Criação de porco tendo em conta a média global considerada para temperatura, humidade e constituição de solo	Leste e Sudoeste da Ásia	peso total do animal	Macleod, M. [63]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
		(valor intermédio entre o valor global e industrial)			
	5,94	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	Leste e Sudoeste da Ásia	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	7,68	Criação de porco tendo em conta a média global considerada para temperatura, humidade e constituição de solo (valor intermédio entre o valor global e industrial)	Sul da Ásia	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	4,96	Criação de porco tendo em conta a média global considerada para temperatura, humidade e constituição de solo (valor intermédio entre o valor global e industrial)	Europa de Leste	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	5,07	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	Europa de Leste	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	4,84	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	Rússia	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	4,89	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	América do Norte	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	7,14	Criação de porco tendo em conta os valores industriais considerados para temperatura, humidade e constituição de solo	Europa Ocidental	peso total do animal	Macleod, M. [63]
	8,50	Do berço à porta da quinta sendo este valor o valor médio	Europa	peso total do animal	Weiss, F. [42]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
		de valores obtidos entre 7 a 10 kg CO ₂ eq recolhidos para a produção do porco na Europa			
	11,20	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Weidema, B. P. [43]
	3,39	Do berço à porta da quinta	Suécia	peso total do animal	Cederberg, C. [44]
	5,60	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita numa espécie de quintal	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	6,50	Do berço à porta da quinta considerando a produção feita num intermédio entre a produção industrial e caseira	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	6,10	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita de forma industrial	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	3,15	Do berço à porta da quinta sendo a produção agrícola do local feita de forma intensiva, otimizando a produção com o uso de fertilisantes	França	peso total do animal	Basset-Mens, C. [61]
	4,74	Do berço à porta da quinta com a produção dos porcos feita no exterior da quinta até ao desmame e depois disso em cativeiro numa cama de palha	França	peso total do animal	Basset-Mens, C. [61]
	5,44	Do berço à porta da quinta com a produção dos porcos feita de forma biológica	França	peso total do animal	Basset-Mens, C. [61]
	3,15	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	1,90	Do berço à porta da quinta	Letónia	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	2,88	Do berço à porta da quinta	Lituânia	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	2,97	Do berço à porta da quinta	Eslováquia	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	3,31	Do berço à porta da quinta	Áustria	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	3,35	Do berço à porta da quinta	Estlovénia	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]
	3,35	Do berço à porta da quinta	Suécia	peso total do animal	Lesschen, J. P. [64]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	2,41	Do berço à porta da quinta considerando apenas a parte magra do porco	Suécia	peso total do animal	McAuliffe, G. A. [65]
	2,78	Do berço à porta da quinta	reino Unido	peso total do animal	McAuliffe, G. A. [65]
	4,33	Do berço à porta da quinta	Japão	peso total do animal	McAuliffe, G. A. [65]
	3,79	do berço à porta da fazenda	França	peso total do animal	McAuliffe, G. A. [65]
	3,60	Do berço à porta da quinta à alfândega (para ser exportado)	Dinamarca	peso total do animal	Dalgaard, R. [59]
	2,30	Do berço à porta da quinta até ao matadouro, sendo este o valor médio de três métodos distintos de produção	Suécia	peso total do animal	Cederberg, C. [66]
	3,10	Do berço à porta da quinta	Alemanha	peso total do animal	Reckmann, K. [67]
	5,47	Do berço à porta da quinta até ao matadouro	Itália	peso total do animal	Bava, L. [68]
	6,27	Do berço à porta da quinta até ao matadouro	Itália	peso total do animal	Bava, L. [68]
	3,34	Do berço à porta da quinta	Portugal	peso total do animal	González-García, S. [69]
	3,08	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita de forma convencional	Europa	peso total do animal	Dourmad, J. Y.[70]
	3,52	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita de forma aproximada à convencional	Europa	peso total do animal	Dourmad, J. Y.[70]
	3,33	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita de forma tradicional	Europa	peso total do animal	Dourmad, J. Y.[70]
	4,75	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita de forma biológica	Europa	peso total do animal	Dourmad, J. Y.[70]
	2,80	Do berço à porta da quinta no oeste do Canadá	Canadá	peso total do animal	Mackenzie, S. G.[71]
	2,90	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita no este do Canadá	Canadá	peso total do animal	Mackenzie, S. G.[71]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	4,81	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita sem alteração no solo	Europa	peso total do animal	Nguyen, T. L. T. [72]
	9,75	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita com alteração no solo	Europa	peso total do animal	Nguyen, T. L. T. [72]
	3,10	Do berço à porta da quinta até ao matadouro com produção no sul da Austrália	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	5,50	Do berço à porta da quinta até ao matadouro com produção no sul da Austrália	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	3,16	Do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Vergé, X. P. C. [73]
	5,11	Do berço à porta da quinta	Itália	peso total do animal	Bava, L. [68]
	4,68	Do berço à porta da quinta	Espanha	peso total do animal	Noya, I. [74]
	4,59	Do berço à porta da quinta	Espanha	peso total do animal	Lamnatou, C. [75]
	5,18	Do berço à porta da quinta com a alimentação feita através de grão de legumes	Espanha	peso total do animal	Baumgartner [76]
	5,27	Do berço à porta da quinta com a alimentação feita através de sementes de soja	Espanha	peso total do animal	Chemisana, D. [77]
	4,24	Do berço à porta da quinta, considerando o método de corte do animal	Espanha	peso total do animal	Noya, I. [74]
	4,75	Do berço à porta da quinta	Áustria	peso total do animal	Winkler, T. [78]
	3,22	Do berço à porta da quinta até ao matadouro	Alemanha	peso total do animal	Reckmann, K. [67]
	6,70	Do berço à porta da quinta com produção de forma biológica	Reino Unido	peso total do animal	Jeswani, H. K. [56]
	9,80	Do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	7,14	Do berço à porta da quinta com produção feita a partir de valores médios globais de produtividade	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	7,14	Do berço à porta da quinta	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	7,14	Do berço à porta da quinta	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	6,74	Do berço à porta da quinta até ao centro da cidade para ser distribuído	Reino Unido	peso total do animal	Audsley, E.[55]
	6,91	Do berço à porta da quinta	Europa (excluindo Reino Unido)	peso total do animal	Audsley, E.[55]
Frango	4,57	Do berço da quinta até ao matadouro	Reino Unido	bife	Kalhor, T. [79]
	1,45	Do berço da quinta até ao matadouro	Brasil	bife	Leinonen, I. [80]
	2,70	Do berço da quinta até ao matadouro	Noruega	peso total do animal	FAO [30]
	4,58	Do berço da quinta até ao matadouro	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	6,68	Do berço da quinta até ao animal estar embalado pronto a ser distribuído	Reino Unido	bife	Williams, A.G. [41]
	7,12	Do berço da quinta até ao animal estar embalado pronto a ser distribuído	Reino Unido	bife	Williams, A.G. [41]
	1,43	Do berço da quinta até ao animal estar embalado pronto a ser distribuído	Canadá	bife	Vergé, X. P. C. [73]
	5,40	Do berço da quinta até ao animal estar embalado pronto a ser distribuído	Aproximação global	bife	Macleod, M.[63]
	5,11	Do berço à porta da quinta	América Latina e Caraíbas	peso total do animal	Macleod, M.[63]
	5,24	Do berço à porta da quinta	Sudeste Asiático	peso total do animal	Macleod, M.[63]
	2,99	Do berço à porta da quinta	Europa de Leste	peso total do animal	Macleod, M.[63]
	4,42	Do berço à porta da quinta	América do Norte	bife	Macleod, M.[63]
	6,76	Do berço à porta da quinta	Europa Ocidental	bife	Macleod, M.[63]
	6,00	Do berço à porta da quinta com criação de forma não biológica	Europa	peso total do animal	Weiss, F.[42]
	2,77	Do berço à porta da quinta com criação de forma biológica	México	peso total do animal	López-Andrés, J. J. [81]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	2,79	Do berço à porta da quinta com criação de forma não orgânica	México	peso total do animal	López-Andrés, J. J. [81]
	5,52	Do berço à porta da quinta	Itália	peso total do animal	Cesari, V. [82]
	5,72	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Itália	peso total do animal	Cesari, V. [82]
	4,33	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Itália	peso total do animal	Cesari, V. [82]
	4,64	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Itália	peso total do animal	Cesari, V. [82]
	5,49	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Itália	peso total do animal	Cesari, V. [82]
	6,83	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Irão	peso total do animal	Pishgar-Komleh, S. H. [83]
	2,39	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	1,93	Do berço à porta da quinta sendo este o valor médio de vários cenários considerados	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	1,93	Do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	3,68	Do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	3,00	Do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	2,36	Do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S.[53]
	2,46	Do berço até à morte do animal realizando poucos golpes	Portugal	peso total do animal	González-García, S. [69]
	2,93	Do berço até à morte do animal realizando alguns golpes	Irão	peso total do animal	Kalhor, T. [79]
	5,36	Do berço à porta da quinta	Irão	peso total do animal	Kalhor, T. [79]
	3,18	Do berço à porta da quinta	França	peso total do animal	Prudêncio da Silva, V. [84]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	2,75	Do berço à porta da quinta produzidos de forma convencional em Queensland	Brasil	peso total do animal	Prudêncio da Silva, V. [84]
	4,02	Do berço à porta da quinta com produção convencional no sul de Austrália	França	peso total do animal	Prudêncio da Silva, V. [84]
	1,95	Do berço à porta da quinta	Brasil	peso total do animal	Prudêncio da Silva, V. [84]
	8,26	Do berço à porta da quinta produzidos de forma convencional em Queensland	Irão	peso total do animal	Payandeh, Z. [85]
	1,69	Do berço à porta da quinta com produção convencional no sul de Austrália	Sérvia	peso total do animal	Skunca, D. [86]
	3,60	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Weidema, B. P. [43]
	2,51	Do berço à porta da quinta	Suécia	peso total do animal	Cederberg, C. [44]
	5,30	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita no verão	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	2,60	Do berço à porta da quinta sendo a produção feita no inverno	Tunísia	peso total do animal	Ibidhi, R. [87]
	3,99	Do berço da quinta ao embalamento da galinha, pronta para distribuição. Produção standard	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	3,69	Do berço da quinta ao embalamento da galinha, pronta para distribuição. Produção industrial	Reino Unido	peso total do animal	Audsley, E. [55]
	3,84	Do berço da quinta ao embalamento da galinha, pronta para distribuição. Produção num sistema de alta qualidade	Europa (excluindo o Reino Unido)	peso total do animal	Audsley, E. [55]
	3,38	Do berço da quinta ao embalamento da galinha,	Aproximação Global (excluindo a Europa)	peso total do animal	Audsley, E. [55]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
		pronta para distribuição. Produção em pequena escala			
Carne de ovelha e cabra	10,60	Criação de ovelhas; desde a extração de recursos até ao tratamento de água e resíduos	Canadá	peso total do animal	Antoine [88]
	16,00	Criação de cordeiros: 3 de forma convencional, sendo criados dentro da fazenda (indoor), 3 de forma convencional ao livre e 4 de forma orgânica ao ar livre o mista	Suécia	peso total do animal	Magdalena, W. [89]
	9,70	Criação de cordeiros ao ar livre todo o ano	Nova Zelândia	peso total do animal	Paul, W. [90]
	13,40	Criação de cordeiros ao ar livre todo o ano	Reino Unido	peso total do animal	Paul, W. [90]
	19,00	Criação de cordeiros ao ar livre todo o ano; Desde a fazenda até ao consumidor	Nova Zelândia	peso total do animal	Ledgard, S. F. [91]
	39,20	Do berço à porta da quinta considerando as emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	bife	Green Eat [34]
	17,40	Do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Williams, A.G. [41]
	23,50	Do berço à porta da quinta	Europa	peso total do animal	Weiss, F. [42]
	23,80	Do berço à porta da quinta considerando que os animais foram criados com um sistema de pasto incluído	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	23,20	Do berço à porta da quinta considerando que os animais foram criados com um sistema misto entre a forma industrial e biológica	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
24,20	Do berço à porta da quinta considerando que os animais	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]	

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
		foram criados com um sistema de pasto incluído			
	23,10	Do berço à porta da quinta considerando que os animais foram criados com um sistema misto entre a forma industrial e biológica	Aproximação global	peso total do animal	Gerber, P.J. [26]
	36,77	Do berço à porta da quinta sendo este um valor médio entre várias quintas	Reino Unido	peso total do animal	Taylor, R. [92]
	36,77	Do berço à porta da quinta sendo este um valor médio entre várias quintas	Reino Unido	peso total do animal	Taylor, R. [92]
	14,20	Do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Jeswani, H. K. [56]
	27,78	Do berço à porta da quinta considerando que os animais foram criados de forma intensiva com pouco uso de solo	Reino Unido	peso total do animal	Wiltshire, J. [93]
	38,73	Do berço à porta da quinta considerando que os animais foram criados de forma extensiva com pouco uso de solo	Reino Unido	peso total do animal	Wiltshire, J. [93]
	26,78	Do berço à porta da quinta à morte do animal considerando a produção de forma orgânica	Reino Unido	peso total do animal	Wiltshire, J. [93]
	32,44	Do berço da quinta à morte do animal	Nova Zelândia	peso total do animal	Wiltshire, J. [93]
	14,92	Do berço à porta da quinta considerando que os animais realizam pastagem. Lleyo e Cheviot foram as raças consideradas	Reino Unido	peso total do animal	Wiedemann, S. G. [94]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	13,08	Do berço à porta da quinta considerando que os animais realizam pastagem. Considerou-se a raça Romney	Nova Zelândia	peso total do animal	Wiedemann, S. G. [94]
	13,23	Do berço à porta da quinta considerando que os animais realizam pastagem. Considerou-se a raça Merino	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. G. [94]
	16,15	Do berço à porta da quinta considerando que os animais realizam pastagem. Considerou-se a raça Merino	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. G. [94]
	16,10	da porta da quinta ao revendedor	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	30,00	do berço à porta da quinta	França	peso total do animal	Marino, R. [95]
	48,50	do berço à porta da quinta	França	peso total do animal	Marino, R. [95]
	49,50	do berço à porta da quinta	Nova Zelândia	peso total do animal	Marino, R. [95]
	51,80	do berço à porta da quinta com pasto	Espanha	peso total do animal	Ripoll-Bosch, R. [96]
	48,00	do berço à porta da quinta com modo produção mista	Espanha	peso total do animal	Ripoll-Bosch, R. [96]
	39,00	do berço à porta da quinta sem qualquer tipo de pasto	Espanha	peso total do animal	Ripoll-Bosch, R. [96]
	16,00	da porta da quinta ao centro de distribuição	Suécia	peso total do animal	Wallman, M. [89]
	28,54	do berço à porta da quinta	Austrália	peso total do animal	Bell, M. J. [97]
	21,38	do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Dyer, J. A. [98]
	26,60	do berço da quinta ao matadouro sendo o alimento do animal a resíduos de cultura	Tunísia	peso total do animal	Ibidhi, R. [87]
	20,40	do berço da quinta ao matadouro sendo o alimento do animal a cevada	Tunísia	peso total do animal	Ibidhi, R. [87]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	21,10	do berço da quinta ao matadouro sendo o alimento do animal a cevada	Tunísia	peso total do animal	Ibidhi, R. [87]
	16,00	do berço à porta da quinta	Irlanda	peso total do animal	O'Brien, D. [99]
	21,85	do berço à porta da quinta sendo a produção um intermédio das estações do ano	Irlanda	peso total do animal	O'Brien, D. [99]
	14,92	do berço à porta da quinta com produção intensiva na meia estação	Irlanda	peso total do animal	O'Brien, D. [99]
	16,46	do berço à porta da quinta com produção intensiva	Irlanda	peso total do animal	O'Brien, D. [99]
	16,69	do berço à porta da quinta com produção numa colina	Reino Unido	peso total do animal	Jones, A. K. [100]
	19,77	do berço à porta da quinta com produção utilizando pouco solo	Reino Unido	peso total do animal	Jones, A. K. [100]
	27,48	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Jones, A. K. [100]
	15,50	do berço da quinta ao matadouro considerando carne já cortada	Alemanha	peso total do animal	Ponsioen, T. C. [101]
	22,70	do berço da quinta ao matadouro	Austrália	peso total do animal	Wiedemann, S. [53]
	34,83	do berço à porta da quinta	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	26,06	do berço à porta da quinta sendo a produção através do método mais eficiente	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	29,04	do berço à porta da quinta sendo a produção uma média entre os métodos mais eficientes	Estados Unidos	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
Carne de peru	4,57	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [80]
	4,22	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [80]
	4,44	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [80]
	3,99	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [80]
	3,63	do berço à porta da quinta	Irão	peso total do animal	Kheiralipour, K. [102]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	10,90	Inclui emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	bife	Green Eatz [34]
	2,06	do berço à porta da quinta	Canadá	peso total do animal	Verge, X. P. C. [103]
	6,53	do berço à porta da quinta com produção dos machos com ventilação caontrolad	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [104]
	6,03	do berço à porta da quinta com produção das fêmeas com ventilação controlada	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [104]
	6,34	do berço à porta da quinta com produção dos machos com ventilação natural	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [104]
	5,69	do berço à porta da quinta com produção das fêmeas com ventilação natural	Reino Unido	peso total do animal	Leinonen, I. [104]
	4,43	do berço à porta da quinta	Reino Unido	peso total do animal	Meat Eater's Guide [54]
	4,88	do berço da quinta até ao centro de distribuição da cidade	Reino Unido	peso total do animal	Audsley, E.[55]
	5,03	do berço da quinta até ao centro de distribuição da cidade	Europa (excluindo Reino Unido)	peso total do animal	Audsley, E.[55]
	11,00	do berço da quinta até ao cidade	Espanha	peso total do animal	Castañé, S. [105]
	2,20	do berço da quinta até à alfandega	Noruega	peso total do animal	Ziegler, F. [106]
Carne de coelho	3,00	Criação de coelhos; Desde a produção e transporte dos recursos até o abate dos animais	França	peso total do animal	Zened, A. [107]
	2,67	Criação de coelhos com restrição na alimentação. Desde a produção e transporte dos recursos até o abate dos animais	França	peso total do animal	Zened, A. [107]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Bife ou Animal	Fonte
	2,51	Criação de coelhos até à saída da quinta	França	peso total do animal	Aubin, J. [108]

ANEXO III - Pegada de carbono associada ao pescado

Tabela III 1 Pegada de carbono associada aos diferentes tipos de pescado considerados

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
Bacalhau	3,60	Desde a pesca até ao centro de distribuição/consumidor considerando o animal congelado	Noruega	Svanes, E. [109]
	1,80	Desde a pesca até ao centro de distribuição/consumidor considerando o bacalhau congelado	Noruega	Svanes, E. [109]
	7,60	Desde a pesca até ao centro de distribuição/consumidor	Noruega	Svanes, E. [109]
	1,58	Desde a pesca até ao fim de vida da embalagem considerando o bacalhau em filetes	Islândia	Jenson ,P. [110]
	5,14	Desde a pesca até ao fim de vida da embalagem considerando o bacalhau em filetes e pescado através da técnica de arrastão (barco de pesca que opera com redes de arrasto)	Islândia	Jenson ,P. [110]
	3,40	Desde a pesca até ao centro de embalagem	Noruega	Sund, V. [111]
	5,30	Desde a pesca até ao supermercado na Suíça	Noruega	Benedikt , B. [112]
	3,05	Pescado importado sem referencia do país	Espanha	Iribarren, D. [113]
	2,90	Inclui todos os combustiveis necessários à produção de bacalhau em filetes	Noruega	FAO [30]
Atum	6,10	Considera as emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	Green EatZ [34]
	1,21	Pesca no oceano Indico ate Galiza	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,70	Pesca no oceano Pacifico ate Galiza	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,41	Pesca no oceano Atlantico ate Galiza	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,60	Atividades associadas à pesca até a descarga do atum nos portos da Galiza. O atum é capturado no oceano Índico e é congelado mas não processado	Espanha	Hospido, A. [114]

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
	1,70	Atividades associadas à pesca até a descarga do atum nos portos da Galiza. O atum é capturado no oceano Índico e é congelado mas não processado	Espanha	Hospido, A. [114]
	2,20	Atividades associadas à pesca até a descarga do atum nos portos da Galiza. O atum é capturado no oceano Índico e é congelado mas não processado	Espanha	Hospido, A. [114]
	13,30	Pescam nos Açores e levam até Galicia, inclui transporte	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca de atum pequeno	Espanha	Iribarren, D. [113]
	3,05	Pescado importado sem referência do país	Espanha	Iribarren, D. [113]
Sardinha	0,36	Atividades de pesca num barco grande num porto português	Portugal	Almeida, C. [115]
	0,35	Atividades de pesca num barco pequeno num porto português	Portugal	Almeida, C. [115]
	7,60	Desde a extração das matérias primas até a lata de sardinha com azeite, considerando a sardinha, o azeite e sal	Portugal	Almeida, C. [115]
	0,74	Atividade piscatória na galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
Salmão	6,60	Desde a pesca até ao filete de salmão fumado vendido num supermercado da Suíça	Noruega	Benedikt, B. [112]
	2,90	Inclui todos os combustíveis necessários à produção do salmão	Noruega	FAO [30]
Carapau	1,18	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,85	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
Pescada	4,80	Pesca no mar utilizando alocação de massa importado de Notherm Stock	Espanha	Iribarren, D. [113]
	5,70	Pesca no mar importado de Notherm Stock	Espanha	Iribarren, D. [113]
	6,26	Pesca no mar importado de Notherm Stock	Espanha	Iribarren, D. [113]
	3,99	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
Cavala	0,55	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
	0,58	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
	0,74	Pesca na costa	Espanha	Iribarren, D. [113]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
	1,49	Pesca artesanal	Espanha	Iribarren, D. [113]
	0,74	Atividade piscatória na costa da galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
	0,54	Inclui-se todos os combustíveis necessários à produção do bife	Noruega	FAO [30]
Dourada	1,49	Pesca artesanal	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal dourada preta	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal- dourada com cabeça dourada	Espanha	Iribarren, D. [113]
	1,49	Pesca artesanal dourada axilar	Espanha	Iribarren, D. [113]
Robalo	0,25	Pesca em alto mar	Reino Unido	Sea Fish [116]
Peixe Espada	9,27	Pesca nos Açores e transporte até Galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
Polvo	4,11	Pesca na Mauritania e transporte até à Galicia	Espanha	Iribarren, D. [113]
Lula	1,85	Galicia - Espanha	Espanha	Iribarren, D. [113]
Camarão	6,60	Atividade piscatória na costa da China	China	Cao, L. [117]
	6,57	Atividade piscatória na costa da China	China	Cao, L. [117]
	6,93	Atividade piscatória na costa da China	China	Cao, L. [117]
	5,10	Atividade piscatória na Tailândia	Tailândia	Mungkung, R. [118]
Tamboril	9,38	Pesca no mar importado de Notherm Stock	Espanha	Iribarren, D. [113]
	7,75	Pesca no mar- metodo utilizando mass allocation e importado de Notherm Stock	Espanha	Iribarren, D. [113]

ANEXO IV - Pegada de carbono associada aos laticínios

Tabela IV 1 Pegada de carbono associada ao leite, iogurte e queijos considerados

Alimento	Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
Leite	1,09	Estudo associa a produção de vaca vs produção de leite	Estados Unidos	Hope, W. P. [32]
	1,24	Desde a extração dos recursos até a produção do leite pasteurizado	Sérvia	Djekic, I. [119]
	1,67	Desde a extração dos recursos até a produção do leite UHT	Sérvia	Djekic, I. [119]
	1,74	Desde a extração dos recursos até a produção do leite UHT embalado	Portugal	Gonzalez, G. [120]
	1,81	Desde a extração dos recursos até a produção do leite	Holanda	Thomassen, M. A. [121]
	0,9	Desde a extração dos recursos até a produção do leite	França	Thibault, S. [122]
	1,3	Produção intensiva de vacas	Alemanha	Guido, H. [123]
	1	Produção extensiva de vacas	Alemanha	Guido, H. [123]
	1,03	Produção orgânica de vacas	Alemanha	Guido, H. [123]
	1,90	Estudo considera as emissões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	Green Eat [34]
Queijo	5,3	Desde a extração dos recursos para o gado até o empacotamento	Canadá	Vergé, X. P. C. [124]
	8,6	Desde a extração dos recursos até ao fim de vida do queijo cheddar	Estados Unidos	Kim, D. [125]
	7,28	Desde a extração dos recursos até ao fim de vida do queijo mozzarella	Estados Unidos	Kim, D. [125]
	14,4	Produção do queijo	Brasil	Santos, H. C. [126]
	6,66	Desde a produção do queijo mozzarella alimentação até ao fim de vida	Itália	Santos, H. C. [126]
	7,49	Desde a extração dos recursos até a produção do queijo maduro	Portugal	Gonzalez, G. [120]
	6,66	Desde a produção de queijo semi-curado gouda até as atividades de fim de vida	Holanda	Roline, B. [127]
	6,5	Desde a extração dos recursos até ao consumidor	Dinamarca	Flysjo, A. [128]
	7,203	Desde a extração dos recursos até a produção do queijo	Irlanda	Finnegan, W. [129]
	8,8	Desde a extração dos recursos até ao consumidor. Queijo semi-curado (angsgarden) com embalagem plástica	Suécia	Berlin, J. [130]
	13,50	Desde a extração dos recursos até ao consumidor. Produção de queijo semi-curado	Estados Unidos	Green Eat [34]
Iogurte	1,89	Produção do iogurte natural	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	1,98	Produção do iogurte com sabor	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	1,41	Produção do iogurte desnatado natural	Espanha	Vasilaki, V. [131]

Alimento	Valor PC (kg CO₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
	1,42	Produção do iogurte desnatado com sabor	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	2,92	Produção do iogurte grego natural	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	2,98	Produção do iogurte grego com sabor	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	2,22	Produção do iogurte líquido natural	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	2,23	Produção do iogurte líquido com sabor	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	1,94	Produção do iogurte produzido	Espanha	Vasilaki, V. [131]
	1,55	Desde a criação do gado até o empacotamento do iogurte	Canadá	Vergé, X. P. C. [124]
	1,78	Desde a extração de recursos até a deposição final	Portugal	Sara, B. [132]
	1,50	Desde a extração dos recursos para o gado até o empacotamento do iogurte	Portugal	Gonzalez, G. [120]

ANEXO V - Pegada de carbono associada aos ovos

Tabela V 1 Pegada de carbono dos ovos

Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
3,44	Criação de 1000 galinhas para produção de ovos durante 420 dias. A sua dieta é a base de milho	Irão	Ghasempour, A. [133]
2,86	Criação de 1000 galinhas para produção de ovos durante 420 dias. A sua dieta é a base de soja	Irão	Ghasempour, A. [133]
1,19	Criação de 1000 galinhas para produção de ovos durante 420 dias. A sua dieta é a base de trigo	Irão	Ghasempour, A. [133]
2,24	Criação de galinhas numa gaiola	Holanda	Van Asselt, E. D. [134]
2,69	Criação de galinhas num celeiro	Holanda	Van Asselt, E. D. [134]
2,75	Criação de galinhas ao ar livre	Holanda	Van Asselt, E. D. [134]
2,53	Criação de galinhas de forma orgânica	Holanda	Van Asselt, E. D. [134]
2,92	Criação de galinhas numa gaiola	Reino Unido	Ilkka, L. [135]
3,45	Criação de galinhas num celeiro	Reino Unido	Ilkka, L. [135]
3,88	Criação de galinhas ao ar livre	Reino Unido	Ilkka, L. [135]
3,42	Criação de galinhas de forma orgânica	Reino Unido	Ilkka, L. [135]
1,52	Criação de galinhas de forma orgânica	Dinamarca	Nicolaj, I. N. [136]
2,66	Criação de galinhas	Espanha	Albin, R. [137]
4,80	Estudo considera as missões da quinta, fábrica, transporte, supermercado e em casa	Estados Unidos	Green Eat [34]
3,40	Da quinta até ao distribuidor	Espanha	Albin, R. [137]
2,59	Do berço à portada quinta	Reino Unido	Williams, A.G.[31]
1,76	Do berço à portada quinta	Canadá	Verge, X. P. C.[103]
2,30	Do berço à portada quinta	Alemanha	Dekker, S. E. M. [138]
3,70	Do berço da quinta até ao revendedor	Aproximação global	Macleod, M. [63]
3,83	Do berço da quinta até ao revendedor	Sudeste Asiático	Macleod, M. [63]
3,42	Do berço da quinta até ao revendedor	Sul da Ásia	Macleod, M. [63]
2,87	Do berço da quinta até ao revendedor	América do Norte	Macleod, M. [63]

Valor PC (kg CO ₂ e/ kg alimento)	Considerações dos artigos	País	Fonte
4,53	Do berço da quinta até ao revendedor	Europa Ocidental	Macleod, M. [63]
4,30	Do berço da quinta até ao revendedor	Alemanha	Mollenhorst, H. [50]
4,60	Do berço da quinta até ao revendedor. Galinhas criadas no solo	Alemanha	Mollenhorst, H. [50]
4,20	Do berço da quinta até ao revendedor. Galinhas de aviário	Alemanha	Mollenhorst, H. [50]
3,00	Do berço da quinta até ao revendedor. Inclui valores desde 2,8 a 3,2 kg CO ₂ eq/kg ovos	Europa	Weiss, F. [42]
1,80	Do berço da quinta até ao revendedor e evitaram usar fertilizantes	Dinamarca	Nielsen N.I. [139]
4,07	Do berço da quinta até ao revendedor	Irão	Ghasempour, A. [133]
2,92	Do berço da quinta até ao revendedor evitaram usar fertilizantes	Reino Unido	Leinonen, I. [80]
3,45	Do berço da quinta até ao revendedor	Reino Unido	Leinonen, I. [80]
3,38	até ao revendedor- evitaram usar fertilizantes- galinhas totalmente livres	Reino Unido	Leinonen, I. [80]
3,42	Do berço da quinta até ao revendedor produzidas de forma biológica	Reino Unido	Leinonen, I. [80]
1,30	até ao revendedor- evitaram usar fertilizantes	Austrália	Wiedemann S.G. [140]
1,60	Do berço da quinta até ao revendedor produzidas de forma enjaulada	Austrália	Wiedemann S.G. [140]
1,42	Do berço da quinta até ao revendedor evitaram usar fertilizantes	Suécia	Cederberg, C. [44]
1,60	Do berço da quinta até ao revendedor	Reino Unido	Taylor, R. C. [141]
3,70	Do berço à porta da quinta	Aproximação global	Gerber, P.J. [26]
2,94	Do berço da quinta até ao centro de distribuição da cidade	Reino Unido	Audsley, E. [55]
3,04	Do berço da quinta até ao centro de distribuição da cidade	Europa (excluindo o Reino Unido)	Audsley, E. [55]

ANEXO VI - Pegada de carbono associada aos alimentos em massa de dióxido de carbono, por dia, *per capita*

Tabela VI 1 Quadro resumo com os resultados obtidos para a pegada de carbono, consumo nacional e emissões de dióxido de carbono, por dia, *per capita*.

Alimento	PC (kg CO2 e/ kg alimento)	Consumo (g/dia/cap)	Pegada de carbono (kg CO2 e /dia/cap)	% Pegada de carbono de cada alimento
Porco	24,53	54,68	1,34	18,3%
Vaca	39,20	32,35	1,27	17,3%
Bife de Porco	20,92	50,97	1,07	14,5%
Bife de Vaca	27,32	31,33	0,86	11,7%
Leite	5,00	142,58	0,71	9,7%
Frango	10,90	60,33	0,66	9,0%
Bife de Frango	9,27	43,69	0,41	5,5%
logurtes	4,11	55,31	0,23	3,1%
Peru	8,41	16,69	0,14	1,9%
Bife de Peru	6,60	16,36	0,11	1,5%
Queijo	4,86	18,61	0,09	1,2%
Ovos	5,19	16,94	0,09	1,2%
Bacalhau	3,31	22,21	0,07	1,0%
Bacalhau às Postas	3,06	14,67	0,04	0,6%
Salmão	4,06	8,51	0,03	0,5%
Ovelha e Cabra	8,57	3,00	0,03	0,4%
Pescada	1,98	12,80	0,03	0,3%
Coelho	6,30	4,02	0,03	0,3%
Salmão Filetado	3,91	6,24	0,02	0,3%
Carapau	2,99	7,71	0,02	0,3%
Atum	2,98	7,40	0,02	0,3%
Bife de Ovelha ou Cabra	8,49	2,25	0,02	0,3%
Dourada	2,73	5,13	0,01	0,2%
Sardinha	1,85	5,42	0,01	0,1%
Robalo	2,26	4,24	0,01	0,1%
Cavala	2,90	3,28	0,01	0,1%
Peixe Espada	1,51	3,81	0,01	0,1%
Lula	1,29	4,38	0,01	0,1%
Polvo	1,49	2,37	0,00	0,0%
Camarão	0,77	4,00	0,00	0,0%
Tamboril	0,25	2,82	0,00	0,0%
Total			7,34	