

Rúben Emanuel Alves Teodoro

ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE
FARO E A SUA MINIMIZAÇÃO



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

2016

Rúben Emanuel Alves Teodoro

ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE
FARO E A SUA MINIMIZAÇÃO

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente

Trabalho realizado sob a orientação do Prof. Doutor Luís Miguel Nunes



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

2016

Declaração da Autoria de Trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Os autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

© **Copyright** Rúben Emanuel Alves Teodoro

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicitar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, enquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respectivos.

Agradecimentos

Agradeço a todos que ao longo do tempo contribuíram na conclusão desta etapa.

Ao meu orientador, Professor Doutor Luís Miguel Nunes pelo acompanhamento, orientação e disponibilidade total demonstrada durante o desenvolvimento desta dissertação.

A todos os que durante os anos de estudo me ajudaram, motivam e incentivaram: amigos, família, colegas e em especial ao meu pai Hélder Daniel Teodoro.

Resumo

O conceito de pegada hídrica (PH) fornece uma ferramenta para analisar a ligação entre o consumo humano e a apropriação de água doce no mundo. A PH de um produto é definida pelo volume total de água doce usada para o produzir. A PH azul refere-se ao volume de água proveniente de águas de superfície ou subterrâneas consumida na produção de bens, a verde refere-se à água da chuva consumida e a cinzenta refere-se ao volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes com base em padrões de qualidade existentes no ambiente.

Este estudo tem como objectivo clarificar o tema da PH e também calcular e minimizar a PH do município de Faro que é composta pela PH directa e indirecta que se referem ao consumo doméstico de água e ao consumo indirecto de água na forma de água virtual contida nos produtos consumidos.

A minimização da PH do município de Faro realizou-se através da ferramenta Solver do Excel que optimizou a importação de bens alimentares de acordo com o local de origem dos produtos e com o consumo de água na sua produção. A escolha de países mais eficientes diminuirá a PH nacional e que por sua vez afectará a PH de cada habitante e do município.

O município de Faro apresenta uma PH directa de 27662,1 m³/dia ou 0,43 m³/dia/hab e uma PH indirecta inicialmente estimada em 3,62×10⁵ m³/dia ou 5,60 m³/dia/hab em que 51,90% é de origem interna e 48,10% externa. Depois da optimização a PH indirecta estimou-se em 3,51×10⁵ m³/dia ou 5,45 m³/dia/hab, uma redução de 10181,6 m³/dia ou 0,16 m³/dia/hab. A PH total que resulta da soma da directa e da indirecta estimou-se em 389430,6 m³/dia ou 6,03 m³/dia/hab para antes da minimização e 379248,9 m³/dia ou 5,87 m³/dia/hab para depois.

Palavras chave: Pegada hídrica, água virtual, minimização/optimização, município de Faro, consumo de água

Abstract

The concept of water footprint (WF) provides a framework to analyse the link between human consumption and the appropriation of the globe's freshwater. The WF of a product is defined as the total volume of freshwater that is used to produce the product. The blue WF refers to the volume of surface and groundwater consumed as a result of the production of a good, the green WF refers to the rainwater consumed and the grey WF of a product refers to the volume of freshwater that is required to assimilate the load of pollutants based on existing ambient water quality standards.

In the present study the WF of Faro municipality is calculated. Measures for reducing the WF are proposed and quantified. WF of Faro municipality is composed of direct and indirect WF referring to the domestic consumption of water supply and the consumption of water in the form of virtual water contained in consumed products.

The minimization of Faro WF was determined by optimizing the importation of food according to the place of origin and to the consumption of water in their production of items. The choice for more efficient countries will decrease the national WF in turn which turn affect the municipal WF.

Faro has a direct WF of 27662,1 m³/day or 0,43 m³/day/person and an indirect WF initially estimated at 3,62×10⁵ m³/dia or 5,60 m³/ day/person in that 51,90% is from domestic water use and 48,10% is external WF. After the optimization the indirect WF was estimated at 3,51×10⁵ m³/day or 5,45 m³/day/person, a reduction of 10181,6 m³/day or 0,16 m³/day/person. The total WF resulting from the sum of direct and indirect was estimated at 389430,6 m³/day or 6,03 m³/day/person before the minimization and 379248,9 m³/day or 5,87 m³/day/person before minimization

Keywords: Water footprint, virtua water, minimization/optimization, Faro municipaity, water consumption

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Considerações gerais.....	1
1.2. Objectivos.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	4
2.1. Conceito de pegada hídrica.....	5
2.2. Conceito de água virtual.....	6
2.3. Avaliação da pegada hídrica.....	8
2.4. Metodologias utilizadas nos estudos e diferenças.....	8
2.4.1. Limitações da pegada hídrica e das suas metodologias.....	13
2.5. Exemplos de aplicação em diferentes escalas espaciais.....	13
2.5.1. Nacionais.....	14
2.5.2. Regionais.....	17
2.5.3. Urbanos.....	18
3. Metodologias.....	22
3.1. Coerência entre os tipos de cálculos da pegada hídrica.....	22
3.2. Metodologia da WFN para o cálculo da pegada hídrica dos produtos seleccionados.....	23
3.2.1. Pegada hídrica de uma etapa do processo produtivo.....	23
3.2.2. Pegada hídrica de um produto.....	24
3.3. Metodologia de cálculo utilizada para obter a PH de um consumidor do município de Faro.....	27
3.3.1. Cálculo da PH directa de um consumidor ($PH_{cons,dir}$).....	27
3.3.2. Cálculo da PH indirecta de um consumidor ($PH_{cons,indir}$).....	28

3.3.2.1.	Tratamento de dados de importação e de exportação.....	28
3.3.2.2.	Tratamento de dados de PH obtidos da WFN.....	31
3.3.2.3.	Cálculo da PH total por produto.....	31
3.3.2.4.	Cálculo da PH indirecta total nacional.....	32
3.4.	Metodologia para optimização da pegada hídrica com base nos países de origem dos produtos.....	32
3.4.1.	Fórmula da célula de destino.....	33
4.	Caso de estudo (caracterização do município e dados).....	36
4.1.	Caracterização do município de Faro.....	36
4.2.	Seleccção de produtos alimentares para o estudo.....	38
4.2.1.	Produção, importação e exportação nacional (dados: INE).....	39
4.2.2.	Importações – Coeficiente ponderador.....	39
4.3.	Água – Dados de consumo de recursos hídricos.....	40
4.3.1.	Consumo de água em Portugal e no Algarve.....	40
4.3.2.	Consumo de água do município de Faro.....	42
4.4.	Pegada hídrica – Dados da PH para Portugal.....	43
4.5.	Pegada hídrica dos produtos por local de produção.....	43
5.	Resultados e discussão.....	44
5.1.	Pegada hídrica directa.....	44
5.2.	Pegada hídrica indirecta.....	46
5.2.1.	Principais resultados a considerar do tratamento de dados.....	46
5.2.1.1.	Proveniência das importações nacionais.....	46
5.2.1.2.	Disponibilidade alimentar.....	48
5.2.2.	Pegada hídrica indirecta antes da minimização.....	51
5.2.2.1.	Proveniência da água virtual das importações.....	52

5.2.2.2.	Proveniência da água virtual da PH indirecta total.....	54
5.2.2.3.	Principais produtos consumidores de água virtual.....	55
5.2.3.	Pegada hídrica indirecta depois da minimização.....	56
5.2.3.1.	Proveniência da água virtual das importações.....	57
5.2.3.2.	Proveniência da água virtual da PH indirecta total.....	58
5.2.3.3.	Principais produtos consumidores de água virtual.....	59
5.3.	Comparação e discussão de resultados.....	61
5.3.1.	Pegada hídrica total.....	61
5.3.2.	Contribuição dos diferentes produtos na redução de PH.....	63
5.3.3.	Países – aumento e diminuição de importação dos principais produtos.....	65
5.4.	Análise de resultados aplicados ao município de Faro.....	68
6.	Considerações finais e recomendações futuras.....	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
	ANEXOS	

Índice de figuras

Figura 3.1. Pegada hídrica de processo como a unidade básica para todas as outras pegadas hídricas (Adaptado de [6]).....	22
Figura 3.2. Esquema de um sistema de produção de um produto “p” em etapas. Nota: “p” é o único produto final proveniente do sistema de produção [6].....	24
Figura 3.3. Esquema do último passo do processo no sistema de produção do produto ‘p’ [6].....	26
Figura 4.1. Mapa da divisão administrativa da Região do Algarve, com destaque do concelho de Faro [73].....	36
Figura 5.1. Mapa com indicação dos países que exportam os trinta produtos para Portugal (Criado em Google map scribble, 2016).....	46
Figura 5.2. Principais países exportadores neste estudo em cada um dos 5 anos. (Criado em Software Circus online).....	48
Figura 5.3. Proveniência por país do total de produtos disponíveis para consumo (Criado em software Circus online).....	49
Figura 5.4. Disponibilidade alimentar por produto considerada no estudo (2011-2015) vs Disponibilidade alimentar por produto considerada pelo INE (2008-2012)	50
Figura 5.5. Principais países exportadores de água virtual para Portugal. (Criado em Software Circus online).....	53
Figura 5.6. Proveniência da água virtual do total de PH indirecta. (Criado em Software Circus online).....	54
Figura 5.7. Percentagem de água virtual por produto.....	55
Figura 5.8. Principais países exportadores de água virtual para Portugal. (Criado em Software Circus online).....	58

Figura 5.9. Proveniência da água virtual do total de PH indirecta. (Criado em Software Circus online).....	59
Figura 5.10. Percentagem de água virtual por produto.....	60
Figura 5.11. Percentagem de redução da PH por produto e no total PH reduzido.....	64

Índice de quadros

Quadro 2.1. Vantagens e desvantagens dos diversos métodos já utilizados.....	11
Quadro 2.2. PH global para alguns produtos provenientes da agricultura ou da indústria [13].....	15
Quadro 2.3. Peso da pegada hídrica externa em Portugal por sectores e tipos de água virtual [37].....	16
Quadro 2.4. Resumo dos principais estudos já realizados.....	19
Quadro 4.1. Dados regionais de distribuição de água e de recolha de águas residuais.....	40
Quadro 4.2. Consumo de água e produção de água residual no município de Faro.....	42
Quadro 5.1. Resultados da PH directa per capita e do município.....	44
Quadro 5.2. Pegada hídrica indirecta antes da minimização.....	52
Quadro 5.3. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal.....	56
Quadro 5.4. Pegada hídrica indirecta depois da minimização.....	57
Quadro 5.5. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal.....	61
Quadro 5.6. Comparação entre as duas estimativas calculadas e redução da PH total.....	62

Lista de abreviaturas

AR	Água Residual
CFS	Commodity Flow Survey
CNHS	Coupled Natural Human System
ECO-92	Conferência das Nações Unidas Sobre o Ambiente e o Desenvolvimento
EEIO	Environmentally Extended Input-Output
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FAGAR	Faro, Gestão de Águas e Resíduos
INE	Instituto Nacional de Estatística
IO	Input-Output
IRIO	Inter Regions Input-Output
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Lyfe Cicle Assessment
MRIO	Multi Regions Input-Output
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Pegada de Carbono
PE	Pegada Ecológica
PH	Pegada Hídrica
PIB	Produto Interno Bruto
SRIO	Single Region Input-Output
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WFN	Water Footprint Network
WFA	Water Footprint Assessment
WWF	Word Wildlife Fund

1. Introdução

1.1. Considerações gerais

A água é um recurso indispensável ao equilíbrio dos ecossistemas e às actividades humanas. O crescimento descontrolado da população e por consequência a maior produção e consumo de bens e serviços assim como fenómenos climáticos e a falta de saneamento têm aumentado a pressão sobre os recursos hídricos, sendo nos tempos que correm um dos principais temas em destaque na comunidade científica. Assim, e dado o envolvimento de diferentes atores, como empresas, organizações não-governamentais (ONG), sector público e consumidores pretende-se criar uma solução para o uso eficiente da água, acesso equitativo e sustentabilidade ambiental, de modo a que as condições hídricas melhorem [1].

De acordo com a Organização da Nações Unidas (ONU), cerca de 70% da água captada anualmente é destinada à agricultura, sobrando 20% para a indústria e somente 10% para o uso doméstico [2]. Todas as actividades destes sectores de consumo causam impactos nos corpos hídricos que para além de poderem atingir um estado de insustentabilidade ficam susceptíveis a provocar efeitos nefastos à saúde humana e aos ecossistemas [1].

A preocupação com assuntos relacionados com a água não é um tema recente pois desde a década de 1960 que a UNESCO trabalha para recolher informações sobre a quantidade de água disponível e os problemas de abastecimento às comunidades. Em 1965 esta organização iniciou um programa de modo a reunir informação e ainda nos dias que correm esse programa se mantém, sendo conhecido por “Programa Hidrológico Internacional” com o objectivo de uma cooperação científica intergovernamental sobre a pesquisa, educação e gestão da água [3].

Ao longo dos anos outros eventos foram realizados como a ECO-92 (conferência das Nações Unidas sobre o ambiente e o desenvolvimento) que resultou na elaboração do documento “Agenda 21” que aborda temas como o fortalecimento de grupos sociais e a conservação e gestão dos recursos naturais. Este antecipava os efeitos das mudanças climáticas e considerava a necessidade de integrar a água superficial e subterrânea em fins económicos de modo a reforçar o seu uso eficiente e a diminuição do desperdício [2].

A directiva quadro da água (Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000) é o principal instrumento da política da União Europeia (UE) relativa à água. Estabelece um quadro de acção comunitária para a protecção das águas de superfície, de transição, costeiras e subterrâneas [4]. Esta directiva foi transposta para o direito nacional pelo decreto-lei nº58/2005, de 29 de Dezembro de 2005 (Lei da água) [5].

A pegada hídrica (PH) foi criada como um indicador de carácter multidimensional do consumo de água, contabilizando o volume deste recursos usado para produzir bens e serviços. Esta contabiliza também o uso indirecto de água no cálculo, ou seja, toda a água utilizada nos processos durante a cadeia de produção de um produto. O método da PH separa e classifica a água de acordo com a sua fonte e impacto: água verde (água da chuva, desde que não escoe), água azul (água superficial e subterrânea) e água cinzenta (volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade existentes) [6].

Segundo *Neto et al* [7] a PH adiciona uma nova perspectiva em relação à escassez, à dependência, ao uso sustentável e às implicações da gestão global do comércio virtual de água. O estudo e avaliação da PH é cada vez mais uma ferramenta para empresas, países ou cidades compreenderem o impacto das suas actividades e consumos sobre o sistema hídrico e adoptarem medidas eficazes para a preservação deste recurso [7].

A PH total obtém-se pela soma da PH directa e indirecta. Para um município urbano como o de Faro, a PH directa é quantificada pelo consumo de água doméstico da população (água azul) e pelo gasto de água a assimilar os poluentes presentes na água residual recolhida (água cinzenta). A PH indirecta é quantificada pelo consumo de água para a produção de bens de consumo, ou seja toda a água gasta em todas as etapas da cadeia produtiva até o produto chegar ao consumidor final. O consumo desta “água virtual” pode ser de origem interna ou externa ao país ou ao município.

A agricultura é o sector económico que mais consome os três tipos de água e é neste sector que se pode mais facilmente minimizar a PH total de uma população. Para isso é importante considerar importar os produtos de países com baixos consumos de água na produção de produtos alimentares, tendo em conta também a distância ao local onde os mesmos são consumidos.

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação surge então com o intuito de clarificar o conceito de PH e mostrar a ligação que esta tem com a importação nacional de produtos alimentares, além de como pode diminuir através da optimização das importações nacionais de produtos alimentares. A escolha de países mais eficientes no gasto de água na produção dos produtos importados diminuirá a PH nacional e que por sua vez afectará a PH de cada habitante e do município.

Segundo *Van Popel e Mekonen* [99] a produção e impressão de uma folha de papel A4 em Portugal apresenta uma pegada hídrica mínima de 5,64 e máxima de 13,40 litros dependendo da espécie de árvore utilizada no fabrico do papel. Desta forma, a impressão desta dissertação apresenta uma pegada hídrica entre 0,95 e 2,26 m³.

1.2. Objectivos

A presente dissertação pretende apresentar de uma forma mais específica o conceito de PH. Assim como, calcular e minimizar a PH do município de Faro com base nas importações, exportações e produção nacional dos principais produtos alimentares.

2. Revisão Bibliográfica

A família das “Pegadas” é composta pelas conhecidas Pegada Hídrica (PH), Pegada de Carbono (PC) e Pegada Ecológica (PE). A PH quantifica-se pelo total de água doce utilizada para produzir bens ou serviços consumidos pela população de uma área delimitada (cidade, município, país, etc.). Esta inclui a água virtual contida nos produtos e a água real utilizada para a preparação e consumo dos mesmos [6].

A compreensão da relação entre consumo e pressão sobre a qualidade e quantidade da água pode levar a mudanças de comportamento dos cidadãos que poderão pressionar os agentes económicos e decisores para que também se responsabilizem pelo impacto sócio ambiental das suas actividades [6].

Os municípios e as cidades são zonas delimitadas onde se consomem grandes quantidades de bens com implicações directas e indirectas nos recursos hídricos locais e externos a estas divisões espaciais. A água flui virtualmente para dentro e para fora destes domínios através da troca de bens e serviços e por isto ambos os fluxos, de água virtual e real, são afectados pelos investimentos no abastecimento de água ou pelo planeamento urbano que influencia o desenvolvimento doméstico, comercial e industrial [6].

Se um país ou município exporta um produto para outro local, também exporta água virtual que foi consumida durante o processo de produção. Deste modo pode-se dizer que alguns países suportam outros na necessidade de água. O comércio de água em estado puro entre regiões ricas e com escassez de água é quase impossível devido às longas distâncias e a todos os custos associados, mas o transporte de água através do comércio é real e uma solução. Estima-se que o comércio global de água virtual entre nações tenha atingido o valor de $1040 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ entre 1995 e 1999. Deste valor, 67% tem origem no comércio de produtos agrícolas, 23% no comércio de gado e 10% em produtos industriais [9].

Deste modo é natural que a maior parte da PH do ser humano provenha da alimentação e por consequência das trocas comerciais entre países. Assim é possível otimizar as importações de maneira a que o consumo de água virtual seja menor. Fazendo uma escolha mais certa de que produtos e de que países importar é possível minimizar a quantidade de água virtual transaccionada.

2.1. Conceito de pegada hídrica (PH)

O conceito de PH foi criado por Arjen Hoeskstra com o intuito de calcular o volume de água usado ao longo da cadeia produtiva de um produto ou de um serviço. Este indicador do uso de água considera o uso directo do consumidor, do produtor e também o uso indirecto, especificando geográfica e temporalmente todas as suas componentes. Além da eficiência no consumo de água, este indicador mostra também o nível de poluição presente nas águas residuais recolhidas. Uma água residual mais poluída necessitará de mais água doce para assimilar os compostos nela presente [10].

A PH tem de ter em conta os consumos internos e externos, ou seja, os recursos hídricos consumidos na forma de produtos nacionais ou regionais e os de produtos importados respectivamente. Este indicador baseia-se no conceito de água virtual, estudado, pela primeira vez, para combater a escassez de água no Médio Oriente, sendo mais tarde definido como o volume de água doce usado para produzir um produto. Designa-se virtual porque a maioria da água usada não está contida no produto mas sim na sua cadeia de produção. A troca de água virtual ocorre quando os produtos são comercializados entre territórios (países, regiões, etc.) [7].

Um produto pode ter três tipos de “águas” ou seja três tipos de PH que fazem parte da total [6]

- Água azul ou PH azul que contabiliza o consumo (perda de água) de água superficial e subterrânea. Na produção industrial e no abastecimento doméstico de água, a PH azul é o volume de água extraído das fontes de água doce. Na agricultura a PH azul também inclui a evaporação da água de irrigação dos campos.
- Água verde ou PH verde que contabiliza o consumo de água da chuva que não escoe. Este tipo de PH é especialmente significativo em produtos agrícolas, pois representa o total de água evaporada dos campos durante o período de crescimento das culturas, incluindo a transpiração das plantas e outras formas de evapotranspiração.
- Água cinzenta ou PH cinzenta, ainda que não represente necessariamente entrada de água no sistema, compõe a pegada hídrica por representar o volume de água que seria necessário para a neutralização total da carga de poluentes com base em concentrações naturais e em padrões de qualidade existentes, de

modo a que esta atinja uma concentração abaixo de um limiar de qualidade definido por lei.

A PH oferece uma perspectiva adequada e ampla da forma como o consumidor ou produtor se relaciona com o sistema de água doce. É uma medida volumétrica do consumo e de poluição mas não é uma medida de impacto ambiental, pois este depende da vulnerabilidade do sistema hídrico e do número de consumidores e produtores que fazem uso desse sistema. É um indicador muito útil quando se fala em sustentabilidade da água ou para avaliação dos impactos ambientais, sociais e económicos de uma determinada área delimitada [6].

A avaliação da PH tem como objectivo quantificar e localizar a PH de um processo, produto, produtor, consumidor, ou quantificar no espaço e no tempo a PH de uma determinada área geográfica. Visa também avaliar a sustentabilidade ambiental, social e económica e formular estratégias para responder a problemas encontrados. Geralmente calcula-se a PH para analisar a escassez e poluição da água relacionada com as actividades humanas, ou para as tornar mais sustentáveis do ponto de vista hídrico [16].

2.2. Conceito de água virtual

O conceito foi avançado por Tony Allan na década de 90 e demorou outra década para que a sua importância fosse reconhecida a nível internacional. É essencial para uma melhor compreensão do risco de escassez ou segurança dos recursos hídricos globais ou regionais e só foi debatido pela primeira vez no “International Expert Meeting on Virtual Water Trade” em 2002 na cidade Holandesa de Delft. [6]

À produção de bens ou serviços está associado um consumo de água, que pode ser bastante elevado quando se considera o sector agrícola e industrial. Esta água, mesmo que fisicamente não presente no produto, pode ser exportada ou importada por países ou regiões quando existem trocas comerciais [11]

Desde o início dos estudos sobre tema que se aplicam duas abordagens para quantificar o volume de água virtual.

A primeira abordagem define esse volume como a quantidade que realmente foi necessária para produzir o produto ou bem e pode depender de diversas variáveis, tais como as condições de produção, o local, o tempo de produção ou o uso eficiente da

água. Por exemplo a produção de cereais num país árido pode exigir o consumo de duas a três vezes mais água do que aquela que seria necessária num país húmido e com maior disponibilidade de recursos hídricos. Além disto a escolha certa da tecnologia usada, neste caso na rega, aumenta o nível de eficiência do consumo de água [12].

A segunda abordagem define a água virtual de um produto como a quantidade de água necessária para o produzir no local onde este é necessário ou consumido. Esta abordagem retrata na realidade uma das principais questões do tema da PH, que é: quanto se poderia poupar em recursos hídricos se em vez de produzir o produto no local de consumo este for importado. Contudo existe uma dificuldade a ser ultrapassada quando se opta por abordar o conceito de água virtual desta forma. No caso de um país ou região não poder produzir um determinado produto, devido por exemplo às condições climáticas, deve-se considerar o consumo de água de um produto substituto para o cálculo de resposta à questão anteriormente apresentada [12].

Outro campo de pesquisa bastante importante na análise da água virtual é a análise do ciclo de vida de um produto. Que abrange o consumo de água de um produto não só nas fases de produção mas também na fase de utilização e de fim de vida ou resíduo. Esta análise é bastante completa no consumo de água directo para produção de um produto, mas muito pobre na análise ao consumo de água necessário para tratar a contaminação da água proveniente da produção.

Avaliar a água virtual presente num produto pode ser tarefa difícil. É necessário principalmente ter em conta os seguintes factores [13]:

- Local e período temporal da produção.
- O local de medição da água (se no local de recolha de água ou no campo de cultivo, no caso da agricultura).
- O desperdício de água e se esse está incluído no total registado ou não.
- O método de avaliação de água incorporada em produtos intermédios que originam outros finais.

Por exemplo, cada quilograma de um cereal consome em média entre 1 m³ a 2 m³ de água. No caso da produção animal ou produtos derivados é necessário em média 16m³ de água por quilograma de carne bovina ou 5 m³ por quilograma de queijo [13]. Estima-

se que cerca de 15% da produção agrícola mundial é transaccionada através das relações comerciais [14].

2.3. Avaliação da pegada hídrica

A avaliação depende muito do foco de interesse, uma vez que esta pode estar num passo do processo de produção, no produto final, no consumidor, ou mesmo de um grupo de consumidores de uma área geográfica maior (país, cidade, etc.). Quanto maior a área da PH em estudo, maior o número de PH de processos individuais que ocorrem dentro dessa área a ter em conta. É através desta avaliação que se pode compreender os impactos relacionados com as actividades e produtos e determinar o que pode ser feito para minimizar o uso não sustentável dos recursos hídricos. A avaliação da PH consiste em quatro fases [16].

- Definição de objectivos ou metas;
- Contabilização da PH;
- Avaliação da sustentabilidade do indicador PH;
- Formulação de respostas.

2.4. Metodologias utilizadas nos estudos e diferenças.

No geral, os estudos já realizados sobre o tema dão maior ênfase à análise da PH verde e azul, existindo poucos que consideram a PH cinzenta. As metodologias mais utilizadas podem ser divididas em duas abordagens: ao produto (bottom-up) ou ao sector comercial em causa (top-down) [17], [18].

Metodologias utilizadas em estudos recentes

Existem três principais métodos utilizados para a análise da PH urbana ou de uma região, são estes:

- WFA (Water Footprint Assessment) - O método de avaliação da PH é geralmente aplicado ao produto e às trocas comerciais.
- EEIO (Environmentally Extended Input-output) – Considera dados económicos do sector em causa.

- LCA (Lyfe Cicle Assessment) – Depende de uma padronização e desenvolvimento de bases de dados para estimar os consumos de água ao longo do ciclo de vida de um produto.

WFA (Water Footprint Assessment)

Este método foi estabelecido pela Water Footprint Network (**WFN**), que disponibiliza todos os dados sobre consumos de água. Este método pode ser aplicado a qualquer escala espacial, sector económico ou produto e é considerado o método base de todo o cálculo da PH encontrando-se descrito no manual “Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard” em *Hoekstra et al* [6] considerado a “bíblia” do tema.

Visto que a grande parte do consumo de água ocorre no sector agrícola e que a água mais consumida é a “água verde”, o método da WFN tem sido mais aplicado ao cálculo da PH de produtos agrícolas incluindo pecuários. Para isso outros programas sobre a mesma temática são utilizados como o CROPWAT, GCWM (Global Crop Water Model) e o H08 (Hydrological Model) entre outros [33].

Uma vez calculada a quantidade de água virtual contida num produto é necessário determinar o seu destino. Parte desta pode ser consumida localmente enquanto o restante pode ser transferido para outra região, país, município, etc. As trocas comerciais entre regiões dentro de um país são muitas vezes chamadas de transferências de produtos enquanto as trocas entre países são chamadas de comércio assim como as mistas. Para determinar para onde é transferida a água virtual são usadas duas abordagens diferentes, principalmente quando se fala de uma escalada regional [6].

A primeira abordagem utiliza o balanço de massas das mercadorias transferidas no comércio. Por exemplo, *Hoff et al* [19] usou uma desagregação regional em pequenas células ($10 \times 10 \text{ km}^2$) estimando os dados de sustentabilidade, para a área e população considerada, a partir das médias nacionais. Estas redistribuiriam a água virtual das que têm um excedente de produção para as que estivessem em défice. Esta abordagem requer sempre um mínimo de dados regionais ou urbanos e uma vez que não leva em conta a distância percorrida pelas mercadorias comerciais pode induzir em erro quando se analisam os resultados de PH da região ou cidade em causa.

A segunda abordagem utiliza dados empíricos das mercadorias. Por exemplo, *Dang et al* [20] utilizou dados de remessas de mercadorias do Commodity Flow Survey (CFS), para calcular as transferências de água virtual dentro dos Estados Unidos da América (EUA).

Contudo, dados tão específicos não estão disponíveis na maioria dos países. Cada vez mais as cidades são heterogêneas possuindo uma especialização específica dentro do país. Deste modo a abordagem de desagregação que começa numa escala nacional ou regional, não são susceptíveis a produzir informações precisas da PH urbana, a não ser que existam dados detalhados de consumo de água e de transferência de produtos

Actualmente o método WFA serve de base ao sistema Coupled Natural Human System (CNHS) que analisa e modela várias dimensões espaciais e comerciais, para melhor se entender as dependências entre regiões e a importância dos diferentes caminhos de transferência de produtos [21].

Environmentally Extended Input-output (EEIO)

A abordagem IO (input-output) de dados económicos foi introduzida pelo prémio Nobel Wassily Leontief e desde então é uma ferramenta económica usada principalmente na avaliação do impacto de alterações num sector sobre outros [22].

Este método pode ser implementado para uma única região (SRIO – Single Region Input-Output), entre regiões (IRIO –Inter Regions Input-Output) ou multi regional abrangendo várias regiões, geralmente para escalas espaciais maiores (MRIO – Multi Regions Input-Output) [22].

Ao contrário do método WFA, este não necessita de uma escala espacial determinada à partida, uma vez que a falta de dados delimita por si só os limites do estudo. A tendência tem sido por aplicar este método à escala nacional (MRIO) onde os dados comerciais são de fácil acesso [23].

A análise EEIO avalia as dependências entre sectores económicos, acompanhando os fluxos monetários ao longo da cadeia de abastecimento que estão conectadas a dados e coeficientes de consumo ambientais [24]. Este método permite a determinação da quantidade de água virtual transferida entre dois lados de um processo comercial. Geralmente é apresentado em volume de água por cada unidade monetária presente no

valor dos bens transaccionados (por exemplo, volume de água por cada Euro transaccionado) [25].

Lyfe Cicle Assessment (LCA)

O método LCA avalia o ciclo de vida de um produto para mostrar os impactos ambientais que este pode gerar até deixar de existir ou for transformado. Este método, criado pela International Organization for Standardization (ISO), dá ênfase à criação, implementação e manutenção de um padrão para comparar os impactos humanos e ambientais na criação de produtos. Esta apoia o desenvolvimento de bases de dados que facilitam a avaliação, tais como ECOINVENT, GABI ou QUANTIS [26].

Quando aplicado aos recursos hídricos o objectivo é o de padronizar a quantificação dos impactes na água, como os efeitos na sua degradação ou destingir os termos uso e consumo de água. Comparando o método LCA com o WFA, este ultimo, avalia impactos e define recomendações sustentáveis somente para uma macro escala [27].

Numa escala urbana ou de cidade, é necessário realizar o método LCA para cada produto consumido, o que impossibilita uma análise LCA para um sistema urbano composto por vários sectores económicos e diversos produtos diferentes [28].

Quando aplicados a estudos os métodos anteriores apresentam as seguintes vantagens e desvantagens, presentes no quadro 2.1:

Quadro 2.1. Vantagens e desvantagens dos diversos métodos já utilizados.

Método	Aplicado	Vantagens	Desvantagens
WFA	Produto	<ul style="list-style-type: none"> - Existem bastantes bases de dados sobre recursos hídricos. - Existem análises detalhadas de produtos agrícolas que estimam a sua produção em diferentes regiões. - Facilita na passagem da mensagem de modo a alertar 	<ul style="list-style-type: none"> - Usa médias nacionais ou regionais e não mostra em específico o consumo de uma região urbana. - Falta de dados ao nível urbano

Método	Aplicado	Vantagens	Desvantagens
		<p>para uma dieta alimentar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avalia parcialmente a cadeia de fornecimento de produtos e a sustentabilidade ao abordar todo o sistema. - Analisa a PH_{verde}, PH_{azul}, PH_{cinzenta}. 	
EEIO	Sector	<ul style="list-style-type: none"> - Avalia toda a cadeia de abastecimento. - Pode identificar os sectores que mais consomem água e avaliar quais são os mais dependentes e eficientes. - Pode-se facilmente comparar mudanças usando tabelas de IO. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muitos dos dados necessários por sector não estão em tabelas IO para a escala urbana, como a agregação e desagregação de sectores.
LCA	Produto	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação completa da cadeia de abastecimento de produtos. - Explícita os exactos impactos humanos e ambientais. - Auxilia empresas na avaliação do seu uso de água e nos impactos a esta causada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Foca-se nos produtos. - Difícil de realizar para a escala urbana porque são muitos produtos individuais. - Usa bases de dados que podem estar limitadas por serem regionais.

2.4.1. Limitações da pegada hídrica e das suas metodologias

A aplicação da avaliação da PH tem apresentado algumas limitações que fizeram aumentar a discussão sobre este novo método. Os estudos já realizados, em diferentes escalas espaciais, focam-se na contabilização da PH e são escassos os que apresentam uma avaliação da sustentabilidade ambiental, social e económica, assim como, na elaboração de respostas e acções para atingir o uso sustentável da água como previsto em *Hoekstra et al* [6].

A incompleta aplicação do método pode ficar a dever-se à falta de consolidação do tema, esperando-se que com o passar do tempo e melhor compreensão do método de cálculo, outros estudos possam surgir com respostas e novas iniciativas.

Outra razão para justificar algumas limitações nos estudos de PH é a da enorme dificuldade na obtenção de dados e informações no qual os valores de PH devem ser contextualizados, principalmente quando a escala espacial diminui, como para bacias hidrográficas, regiões ou municípios. Além deste problema é necessário que o manual orientador da PH contenha indicações mais aprofundadas de como concretizar a avaliação da sustentabilidade da PH, principalmente na perspectiva social e económica [6].

A avaliação da PH baseia-se no uso eficiente de água, contudo e apesar de ser de extrema importância, o facto de se “produzir mais com menos” não garante a manutenção e garantia da água para todos os usos necessários na bacia hidrográfica. É necessário considerar o aumento do consumo, que associados aos efeitos das mudanças climáticas poderão expor ainda mais a complexidade da temática. A PH por si só limita-se a avaliar o consumo de água e não contabiliza impactes noutras componentes, como por exemplo no ar ou nos ecossistemas.

2.5. Exemplos de aplicação em diferentes escalas espaciais

Desde a introdução do tema na sociedade científica que a maioria dos estudos são realizados a uma escala nacional [29]. Em parte devido à necessidade de salvaguardar uma suficiente quantidade de água doce disponível para a população, à existência de dados comerciais bilaterais entre países e à possibilidade de obter melhores parceiros económicos no comércio de produtos [30]. Ainda assim o número de estudos à escala regional ou municipal está a aumentar.

2.5.1. Nacionais

Tonny Allan [31] introduziu pela primeira vez o conceito da incorporação de água em alimentos para combater a escassez em regiões áridas do planeta. Ele afirmou que os países pobres e com poucos recursos hídricos enfrentariam uma escassez de alimentos enquanto os países ricos poderiam aceder ao mercado internacional de produtos e importar água incorporada nos alimentos. E de facto todos os estudos nacionais de PH apontam para uma facilidade de transporte de água virtual entre países ou regiões, que desta forma indirecta obtêm-na na pelos de alimentos [16].

O primeiro estudo global foi realizado por *Hoekstra e Hung* [32] com o objectivo de estimar a quantidade da água virtual incorporada nos alimentos consumidos em cada país. Este estudo foi publicado pela WFN na forma de relatórios independentes que ao serem agregados dariam a PH global do planeta [32]. Por sua vez *Hoekstra e Mekonnen* [33] analisaram a PH azul, verde e cinzenta da humanidade e mostraram a variabilidade das PH's nacionais através das tendências de produção e de consumo de alimentos por país. Descobriram que um quinto da PH global de produção de alimentos era destinado à exportação, o que salienta a importância dos fluxos de água virtual entre países [31].

O estudo realizado por *Konar et al* [34] baseou-se em estatísticas comerciais para avaliar o comércio internacional de água virtual e concluiu que as nações que mais exportam têm mais tendência a negociar com outros países muito exportadores. Por outro lado *Dalin et al* [35] avaliou a evolução das estatísticas comerciais de água virtual ao longo do tempo e mostrou que os países não só aumentaram os seus parceiros comerciais, mas também, as suas poupanças de água virtual na forma de produtos e o seu comércio. Descobriu-se assim que o volume de água contido nos produtos comercializados duplicou em 22 anos (de 1986 a 2007).

No estudo de *Tamea et al* [36] chegou-se à conclusão que o produto interno bruto (PIB) de uma população e a distância entre países com relações comerciais estão relacionados com a quantidade de água virtual importada. Além disso os resultados indicaram que os recursos hídricos nacionais não estão muito correlacionados com os fluxos internacionais de água virtual porque a PH mede essencialmente o impacto das tecnologias usadas e não a disponibilidade hídrica.

Utilizando uma abordagem MRIO, *Lenzen et al* [37] determinou o comércio de água virtual entre 187 países e para ter em conta a escassez de água utilizou o termo de água azul para medir o stress hídrico nacional. Deste estudo descobriu-se que países com muitos recursos hídricos continuam a importar água de países em que este recurso é escasso, devido à eficiente utilização das tecnologias por parte destes últimos.

- **Exemplos importantes**

Actualmente já existem diversas bases de dados que indicam as PH's completas por produto, o que leva a que os estudos recentes comecem logo pelo cálculo da PH da unidade administrativa do seu objectivo (país, região, município ou cidade). Por exemplo, a PH para a produção global de produtos de origem animal é de 2.422.000 km³/ano, deste total 87,2% é de água verde, 6,2% de água azul e 6,6% de água cinzenta [16]. O quadro 2.2 apresenta a PH global para alguns produtos provenientes da agricultura ou da indústria [16]. A escolha do consumo de produtos depende de cada consumidor individual e por isso é de esperar que cada indivíduo tenha uma PH diferente.

Quadro 2.2. PH global para alguns produtos provenientes da agricultura ou da indústria [13].

Produto	Pegada hídrica (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Açúcar	130	52	15	197
Vegetais	194	43	85	322
Frutos	726	147	89	460
Cereais	1232	228	184	3208
Óleos vegetais	2023	220	121	2908
Legumes	3180	141	734	4055
Nozes	7016	1367	680	9063
Leite	863	186	72	1020
Ovos	2592	244	429	3265
Carne de frango	3545	313	467	4325
Manteiga	4695	465	393	5553
Carne de porco	4907	459	622	5988
Carne de ovelha/cabra	8253	457	53	8763
Carne bovina	14414	550	451	15415

O relatório Planeta Vivo da World Wildlife Fund (WWF) de 2008 posicionou Portugal como o 6º país com a PH mais elevada por habitante. Os cinco países com maior PH que Portugal são os Estados Unidos (1º), Grécia (2º), Malásia (3º), Itália (4º) e Espanha (5º) [38]. Para a posição ocupada por Portugal contribui bastante o forte peso do sector agrícola e a grande dependência do consumo externo, com destaque para Espanha. Neste mesmo relatório, a PH total de consumo para Portugal é de 7,06 m³/hab/dia. Desta PH total fazem parte a PH interna e externa que são de 2,83 e 4,23 m³/hab/ano respectivamente [39].

O quadro 2.3 mostra a elevada dependência externa e o peso do sector agrícola na PH de consumo de Portugal.

Quadro 2.3. Pegada hídrica portuguesa por habitante e a percentagem da pegada externa no total da pegada hídrica e por sector económico [37].

Sector	Total (m ³ /hab/ano)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Agrícola	1905,8	353,7	160,9	2420,4
Industrial		8,8	74	82,8
Urbano		10,8	61	71,8
Total	1905,8	373,3	295,9	2575
% Pegada externa				
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Agrícola	62,4	57,2	61	61,6
Industrial		51,1	64,3	63
Urbano				
Total	62,4	55,4	49,3	59,9

A pegada externa representa 59,9% da PH total do país e para isto contribuíram alguns tipos de cultura como a do algodão, pecuária, soja, milho, café, trigo, girassol ou a cana-de-açúcar. A título de exemplo, olhemos para o produto algodão. O algodão é o produto com maior peso quer na exportação quer na importação de água virtual. Portugal importa quase todo o algodão para a sua indústria têxtil de países como Chade, Moçambique, Índia, Espanha ou Zimbabué que utilizam sistemas de sequeiro no consumo de água verde (excepto Espanha que tem regadio). Exporta depois os produtos transformados pela indústria para os EUA ou para a União Europeia com um grande

acréscimo de água azul resultante do processo industrial. Para produzir um 1 kg de algodão é necessário entre 7 a 29 m³ de água [39].

Em França a PH de produção é de 90.000 km³/ano para o período entre 1996 a 2005, e é cerca de 1% da PH de produção mundial. A maior parte desta PH é relativa à água verde com 76%, a azul com 6% e a cinzenta com 18%. Os sectores que mais influenciam a PH de produção total são o da agricultura (com 82%), o da indústria (com 8%), o do pastoreio (com 6%), o doméstico (com 3%) e as pecuárias (com 1%). O total de água importada no mesmo período referido acima é de 78.300 km³/ano. Desta quantidade, 73% provêm da importação de produtos agrícolas, 15% de produtos industriais e 12% de produtos de origem animal. A maior parte da água importada é água verde com o valor de 52,700 km³/ano, ou seja 67% do total e os principais países exportadores de água virtual para França são o Brasil (10%), Bélgica (9%), Espanha (7%), Alemanha (7%), Itália (6%) e a Índia (5%). Quanto à água virtual exportada por França o valor é de 65.500 km³/ano, em que 69% é em produtos alimentares agrícolas, 19% em produtos provenientes de animais e 12% em produtos da indústria. A maior parte da água exportada é água verde com 70% enquanto a água azul e cinzenta ficam com 11 e 18% respectivamente. O total de água consumida em França é de 106.000 km³/ano dos quais 76% é água verde, 8% é água azul e 18% de água cinzenta. Quase metade da sua PH de consumo é externa (47%) [40].

2.5.2. Regionais

Os principais estudos que estimam a PH a nível regional estão sumarizados no quadro 2.4 presente no final do capítulo. Refere-se, a título de exemplo, o realizado por *Dang et al* [41] que quantificou a PH dos fluxos de alimentos dentro dos Estados Unidos da América. Este estudo fornece uma ideia de como a PH do comércio varia consoante a sua escala, comparando directamente o volume de água na transferência de alimentos no mercado interno com os mesmos dados do comércio internacional. Descobrimo que a PH do comércio interno é equivalente a 51% da PH do comércio internacional e que o sector com maior responsabilidade neste valor é o da pecuária.

Um grande número de outros estudos indicam que regiões ricas em recursos hídricos importam de regiões com escassez de água, indo ao encontro do paradoxo de Leontief, que se opõe à noção de que o comércio é determinado por uma vantagem comparativa.

Num estudo realizado no Reino Unido, *Yu et al* [42] descobriu que o sudeste, que é relativamente mais seco, utiliza mais água na agricultura do que as regiões ricas em recursos hídricos a nordeste.

Os estudos de *Guan e Hubacek's* [43] e de *Ma et al* [44] mostram uma enorme transferência de água virtual das regiões com escassez do norte da China para as regiões ricas em água do Sul. Isto também foi confirmado no estudo de *Verma et al* [45] em que o árido leste da Índia exportava bens para o oeste mais húmido. Este paradoxo pode ser explicado pela consideração de outros elementos que influenciam de forma crucial as transferências comerciais inter-regionais e internacionais como o clima, as condições do uso do solo ou diferenças socioeconómicas entre regiões.

Estes e outros estudos regionais quando comparados aos nacionais sublinham a necessidade de se analisar a PH usando diferentes limites geográficos tendo em conta o comportamento dos fluxos de água virtual nessas fronteiras. O exemplo dado da transferência de água virtual de regiões com escassez para outras mais ricas em água é mais evidente à escala regional.

2.5.3. Urbanos

A pegada hídrica urbana ou municipal tem sido estudada principalmente para “super cidades” como por exemplo Pequim, Milão, Londres, Berlim, Deli ou Lagos.

O estudo de *Hoff et al* [46] apresenta uma análise da PH das últimas três cidades indicadas e mostrou que Berlim importa mais de 60% da água virtual do estrangeiro ao contrário das restantes duas cidades em desenvolvimento em que a sua fonte principal é de origem doméstica.

A importação de água virtual *per capita* de Deli foi calculada em 434 m³/ano enquanto a de Berlim em 643 m³/ano. O principal factor apontado para esta diferença são as diferentes escolhas de dietas. Por exemplo, em Berlim existe um grande consumo de carne e de café que faz aumentar em muito o consumo de água virtual proveniente do processo de rega dos alimentos para o gado [46].

Lagos no entanto tem quase o dobro da importação de água virtual de Berlim, com 1210 m³/ano *per capita*, devido ao elevado consumo de milho, sorgo e mandioca. Em última análise o estudo refere que a avaliação da PH e da água virtual a nível regional, urbana

ou de cidade fornece informações do consumo de água que faltam a um estudo nacional [46].

A maioria dos estudos urbanos presentes no já referido quadro 2.4 foram realizados utilizando a abordagem IO. Para a cidade de Pequim que sofre uma situação de stress hídrico, ou seja em que a procura de água por habitante é superior à oferta hídrica, *Wang et al* [47] comparou a PH de 2002 e a de 2007 utilizando dados de diversos sectores económicos e descobriu que durante este período existiu um declínio no consumo de água no sector industrial e agrícola. A cidade de Pequim apresenta uma escassez de recursos hídricos confirmando o seu estatuto de importadora de água virtual.

Zhang et al [48] analisou a PH azul de Pequim em 2002 e descobriu que 51% de toda a água azul era água virtual externa proveniente dos mais diversos sectores económicos. A restante quantidade de água azul era consumida nos mesmos sectores e que operam dentro das fronteiras da região. Do total de água azul consumida somente 0,40% é água de abastecimento público.

Uma das principais conclusões a retirar dos estudos urbanos de PH é que podem existir diferenças consideráveis nas estimativas urbanas e nacionais de PH. Por exemplo, *Feng et al* [49] verificou que a PH de uma pessoa em Londres era 58% e 79% superior à média nacional, no consumo directo de água e de água virtual respectivamente. *Feng et al* [50] descobriu também que a PH doméstica de uma família situada numa zona urbana da bacia do rio Amarelo é 50% superior à de uma família numa zona rural.

O cálculo e análise deste tipo de PH deve ter em conta características únicas da cidade em estudo, como por exemplo da dimensão da cidade, população, infra-estruturas, dieta, indústrias ou do nível de vida. A obtenção de dados de uma escala tão pequena é um dos principais desafios para a obtenção de uma boa estimativa da PH urbana.

Quadro 2.4. Resumo dos principais estudos já realizados sobre o tema da pegada hídrica.

Tipo de estudo	Referência	Pegada hídrica	Metodologia
Berlin, Deli e Lagos	[19]	Verde e azul	WFA
Milão	[10]	Verde, azul e cinzenta	WFA
Califórnia, EUA	[51]	Verde, azul e cinzenta	WFA
Rio Negro, China	[52]	Verde e azul	WFA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tipo de estudo	Referência	Pegada hídrica	Metodologia
Rio Amarelo, China	[53]	Verde e azul	WFA
Rios Europeus	[54]	Verde e azul	WFA
Transferência ente estados nos EUA	[55]	Verde e azul	WFA
Transferência ente estados nos EUA	[20]	Verde e azul	WFA
Transferências entre estados na Índia	[45]	Verde e Azul	WFA
Norte e sul da China	[56]	Verde e azul	WFA
Transferências entre províncias na china	[57]	Verde e azul	WFA
Transferências entre províncias na Indonésia	[58]	Verde, azul e cinzenta	WFA
Pequim e China	[59]	Azul	SRIO
Pequim	[60]	Azul	SRIO
Pequim	[48]	Azul	MRIO
Pequim	[47]	Azul e cinzenta	SRIO
Rio Negro, China	[61]	Azul	MRIO
Rio Negro, China	[62]	Azul	SRIO
Rio Amarelo, China	[50]	Verde e Azul (Rural/urbana)	MRIO
Província de Liaoning, China	[63]	Azul	SRIO
Província de Shandan, China	[64]	Azul	SRIO
Norte e Sul da China	[43]	Azul	IRIO
Comércio entre províncias na China	[65]	Azul	MRIO
Comércio entre províncias na China	[66]	Azul	MRIO
Doméstico (Reino Unido)	[49]	Verde e azul	MRIO
Sydney e Melbourne,	[67]	Impacto indirecto da água	MRIO

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tipo de estudo	Referência	Pegada hídrica	Metodologia
Austrália		azul	
Victoria, Austrália	[68]	Azul	MRIO
Andaluzia, Espanha	[69]	Azul	SRIO
Pequim	[70]	Azul e cinzenta	LCA

Legenda: LCA- Life Cycle Assessment; MRIO –Multi Regional Input-Output, SRIO – Single Region Input-Output; IRIO – Inter Regional; WFA – Water footprint assessment.

3. Metodologia

3.1. Coerência entre os tipos de cálculos da Pegada Hídrica

A PH de uma simples etapa do processo produtivo é a base de todos os cálculos desta temática. É a partir daqui que se pode calcular a PH de um produto (bem ou serviço) final ou intermédio, através da soma das PH's de todos os processos envolvidos na sua produção [6].

Nesta dissertação o cálculo de PH começa nesta fase, adaptando-se ao município os dados de PH para diversos produtos importados por Portugal, uma vez que não existem dados para transacções internacionais desagregados ao nível de município. Os dados de PH recolhidos e utilizados têm assim em conta o local de origem dos produtos importados e a disponibilidade e eficiência do consumo de água do país importador. Esta fase encontra-se identificada com uma linha a tracejado na figura 3.1.

A PH individual de um consumidor é calculada através da soma das PH's dos produtos consumidos por este. De modo a calcular a PH de um grupo de consumidores soma-se as PH's de todos os consumidores, podendo este grupo ser uma comunidade, um município, um estado ou país [6]. Os cálculos de PH presentes nesta dissertação são primeiramente realizados para um consumidor individual e depois para um grupo de consumidores (município). Na figura 3.1 apresenta-se um diagrama da evolução dos cálculos de PH, desde o cálculo para um processo produtivo até ao cálculo para um grupo de consumidores, empresa ou para uma região delimitada geograficamente. Na mesma figura encontra-se identificado a negrito as caixas da sequência seguida nos cálculos presentes na dissertação.

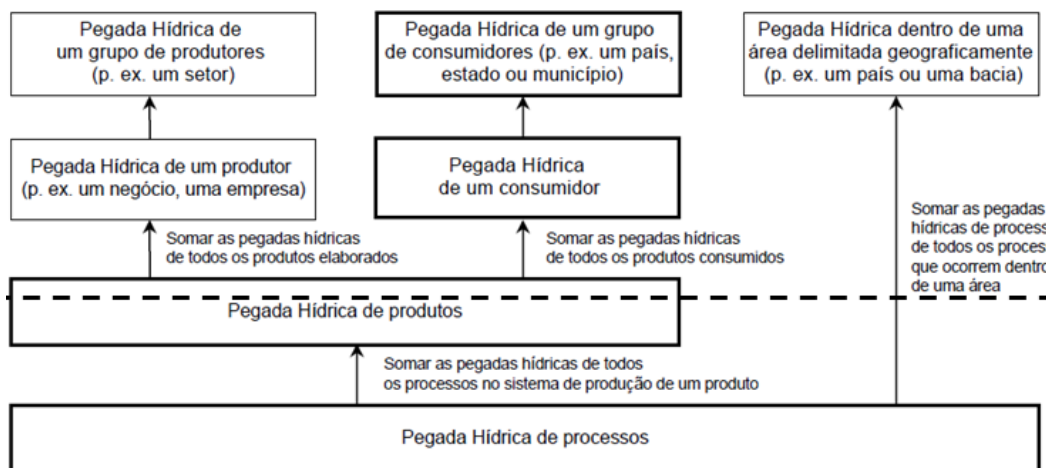


Figura 3.1. Pegada hídrica de processo como a unidade básica para todas as outras pegadas hídricas (Adaptado de [6]).

3.2. Metodologia da WFN para o cálculo da pegada hídrica dos produtos seleccionados.

Para melhor compreensão da metodologia utilizada pela WFN no cálculo das PH's dos produtos seleccionados, apresenta-se neste ponto as fórmulas de cálculo que levaram a esses resultados finais. Os resultados finais de PH por produto e por local de origem dos mesmos estão presentes em base de dados e relatórios elaborados pela WFN e que serviram de base aos cálculos presentes na dissertação. Este ponto (3.2) apresenta uma parte do método presente no manual de cálculo da PH e todas as equações são do mesmo autor [6].

3.2.1. Pegada hídrica de uma etapa do processo produtivo

- **Pegada hídrica azul (água doce superficial ou subterrânea).**

A PH azul de uma etapa do processo apresenta-se numa unidade de volume por tempo e calcula-se da seguinte forma:

$$PH_{proc,azul} = \text{Evaporação da água azul} + \text{Incorporação da água azul} + \text{Vazão de retorno perdida} \quad (1)$$

Em que o componente da evaporação é o mais significativo dos três. Toda a evaporação de água azul relacionada com a produção deve ser contabilizada. Também se deve incluir neste componente a água evaporada no transporte, no processamento ou no armazenamento quando relevantes. A incorporação diz respeito à água incorporada pelo processo no produto e a vazão de retorno perdida à água que não voltará mais à bacia hidrográfica inicial, podendo esta ir para outra bacia hidrográfica ou para o mar.

- **Pegada Hídrica Verde (água da precipitação que não escoia nem incorpora a zona subterrânea, mas é armazenada à superfície do solo ou na vegetação).**

A PH verde de uma etapa do processo apresenta-se numa unidade de volume por tempo e calcula-se da seguinte forma:

$$PH_{proc,verde} = \text{Evaporação da água verde} + \text{Incorporação da água verde} \quad (2)$$

Em que a evaporação de água verde corresponde ao total de água da chuva que sofre evapotranspiração pelos produtos agrícolas ou florestais. A incorporação de água verde diz respeito à água da chuva que é incorporada no produto.

- **Pegada Hídrica Cinzenta (água necessária para assimilar a carga de poluentes).**

A PH cinzenta de uma etapa do processo apresenta-se numa unidade de volume por tempo e calcula-se da seguinte forma:

$$PH_{proc,cinzenta} = L/(C_{max} - C_{nat}) \quad (3)$$

Em que “L” é a carga poluente (massa/tempo), “C_{max}” a concentração máxima aceitável (massa/volume) e “C_{nat}” a concentração natural (massa/volume).

3.2.2. Pegada Hídrica de um produto.

A PH de um produto é definida como o volume total de água utilizada directa ou indirectamente no processo produtivo. A estimativa realizada tem por base o consumo e a poluição da água em todas as etapas do processo produtivo. Na figura 3.2 encontra-se um esquema de como se realiza o cálculo da PH para um produto final. Deste modo verifica-se que a PH do produto final “P[p]” resulta do somatório das PH’s das etapas do processo produtivo (**PH_{proc}[1]**, **PH_{proc}[2]**, **PH_{proc}[3]** e **PH_{proc}[4]**). Algumas etapas ocorrem em série, outras em paralelo.

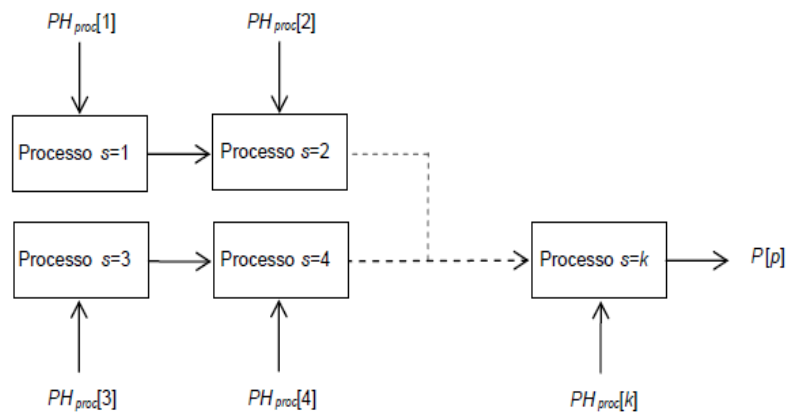


Figura 3.2. Esquema de um sistema de produção de um produto “p” em etapas. Nota: “p” é o único produto final proveniente do sistema de produção [6].

No sistema simples de produção presente na figura anterior a PH do produto final apresenta a unidade de volume por massa e é calculada da seguinte forma:

$$PH_{\text{prod}[p]} = \sum_{s=1}^n \frac{PH_{\text{proc}[s]}}{P_{[p]}} \quad (4)$$

Em que “**PHproc [s]**” é a PH da etapa “s” do processo produtivo (volume/tempo) e “**P[p]**” a quantidade produzida do produto “p” (massa/tempo). Na prática, é muito difícil existir um sistema de produção de um único produto final visto que quase todos os produtos, principalmente os agrícolas, dão origem a outros produtos.

Por exemplo um campo de pastagem de gado consome uma enorme quantidade de água que pode ser quantificada somente para o produto final desse campo agrícola (pasto) ou no final da cadeia produtiva dos produtos provenientes do gado que dele se alimentam. Nestes casos é necessário uma forma mais genérica de cálculo de modo a que se possa distribuir a água utilizada em todo o sistema de produção para os diversos produtos finais resultantes daquele sistema sem que haja dupla contabilidade.

Desta forma é necessário criar um método sequencial cumulativo que calcula a PH de um produto com base nas PH's dos gastos que foram necessários na última etapa do processo de produção do produto e na PH do processo de processamento.

Supondo que para produzir um produto final (bife de gado) existiu um determinado número de consumos de água. Obtém-se a PH do “bife de gado” pela soma das PH's dos produtos consumidos pelo gado adicionando-se a PH da etapa final para este produto final.

No caso de existir um único consumo e mais do que um produto final é necessário distribuir a PH dos consumos de água pelos produtos finais. Por exemplo a água consumida pelo gado é contabilizada na PH do animal, mas quando se avança na cadeia produtiva deve ser distribuída pelos diversos produtos finais, leite, bife, etc. Isto pode ser feito proporcionalmente ao valor dos produtos finais ou ao peso dos produtos.

A figura 3.3 representa o cálculo do produto “p” elaborado a partir de “y” insumos (gasto de água ou input's). Os insumos são numerados de $i=1$ a y . Suponha-se que o processamento dos “y” insumos resulte em “z” produtos finais (de $p=1$ a z).

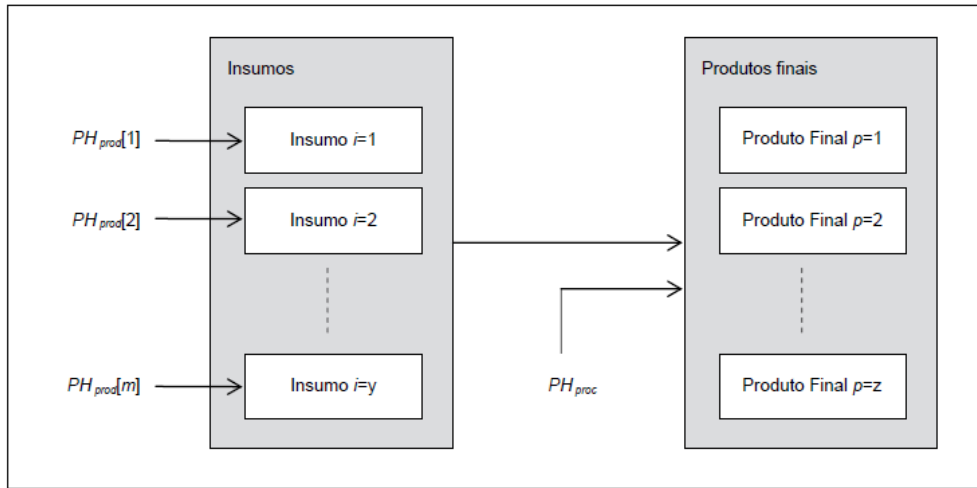


Figura 3.3. Esquema do último passo do processo no sistema de produção do produto ‘p’ [6].

O cálculo da PH de um produto resultante “p” é feito da seguinte forma:

$$PH_{prod[p]} = (PH_{proc[p]} + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{prod[i]}}{f_p[p, i]}) \times f_v[p] \quad (5)$$

Em que “ $PH_{prod[p]}$ ” é a PH do produto final “p” (volume/massa) , “ $PH_{prod [i]}$ ” é a PH do insumo “i” e “ $PH_{proc [p]}$ ” é a PH do processamento que transforma os “y” insumos em “z” produtos de saída expressos com base no uso da água por unidade de produto processado “p” (volume/massa). O parâmetro “ $f_p[p, i]$ ” é chamado de fração do produto e o parâmetro “ $f_v[p]$ ” é uma “fracção de valor”.

$$f_p[p, i] = \frac{peso_{[p]}}{peso_{[i]}} \quad (6)$$

A fração do produto de um produto final “p” (massa/massa) processado a partir de um insumo “i” é definida como a quantidade de produto final (peso [p], massa), obtida de acordo com a quantidade de insumo (peso [i], massa).

$$f_v[p] = \frac{preço_{[p]} \times peso_{[p]}}{\sum_{p=1}^z (preço_{[p]} \times peso_{[p]})} \quad (7)$$

A fração de valor de um produto final “p” (unidade monetária/unidade monetária) é definida através da razão entre o valor de mercado desse produto e o valor de mercado agregado de todos os produtos finais (p=1 a z).

Para calcular a PH do produto final de um sistema de produção é recomendável começar pelo cálculo das PH`s dos recursos mais básicos da cadeia de produção e em seguida calcular as PH`s dos produtos intermediários até que seja possível calcular a PH do produto final. O primeiro passo é sempre obter as PH`s dos insumos e da água utilizada para processá-los na elaboração do produto final. Por fim distribuir pelos produtos finais de acordo com as fracções referidas anteriormente.

3.3. Metodologia de cálculo utilizada para obter a PH de um consumidor do município de Faro

A PH de um consumidor (PH_{cons}) é definida pelo volume total de água doce consumido e poluído na produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor final. As PH`s dos produtos seleccionados foram calculadas pela WFN através da metodologia presente no ponto 3.2. Para o cálculo da PH de um consumidor final ($m^3/dia/hab$) deve-se ter em conta a PH directa ($m^3/dia/hab$) e indirecta do indivíduo ($m^3/dia/hab$).

$$PH_{cons} = PH_{cons,dir} + PH_{cons,indir} \quad (8)$$

3.3.1. Cálculo da PH directa de um consumidor ($PH_{cons,dir}$)

A PH directa refere-se à utilização da água principalmente nos domicílios. O consumo directo pode ser facilmente obtido através de dados disponibilizados por uma empresa de distribuição de água municipal. A PH directa para cada consumidor apresenta-se em unidades de volume por tempo (de preferência em $m^3/dia/hab$) e pode ser calculada pela seguinte forma:

$$PH_{cons,dir} = \frac{\text{Volume de água para consumo}}{\text{População total}} \times \frac{1}{365} + \frac{AR \times 1,45}{365} \quad (9)$$

Em que o volume de água para consumo e a água residual (AR) tratada são respectivamente o total de água distribuída e disponível para consumo e a água residual tratada proveniente das actividades domésticas dos habitantes do município (m^3/ano). A população total é o total de habitantes do município e os 365 dias de um ano convertem os resultados para as unidades escolhidas no estudo ($m^3/dia/hab$). Por cada metro cúbico de água residual tratada é necessário $1,45 m^3$ de água doce para assimilar a carga

poluente até a um limite máximo admissível no meio receptor, tal como estabelecido por lei [98].

3.3.2. Cálculo da PH indirecta de um consumidor ($PH_{\text{cons,indir}}$)

A PH indirecta de um consumidor ($\text{m}^3/\text{dia}/\text{hab}$) refere-se ao consumo e à poluição da água associada à produção de bens por local de origem dos mesmos. Para os produtos seleccionados foi necessário saber de onde e quais as quantidades importadas, assim como a quantidade de exportação dos mesmos produtos do total produzido em solo nacional. Além destes dados é necessário saber a PH de produção dos produtos seleccionados por local de origem ou local de produção. O estudo e a metodologia apenas se concentram na PH de produtos agrícolas, não incluindo outros produtos de consumo, por limitação de tempo e de bases de dados para uma caracterização fiável.

Desta forma e que para mais tarde se pudesse realizar uma minimização da PH com base no local de origem dos produtos é necessário seguir alguns critérios de cálculo importantes.

Ao contrário da PH directa que é logo calculada para o município através da soma da PH directa da população, a PH indirecta será calculada primeiramente para o país e só depois será dividida por habitante para obter a PH indirecta do município. A fórmula seguinte converte a PH indirecta nacional (equação 20) na pegada hídrica de um consumidor do município:

$$PH_{\text{cons,indir}} = \frac{PH_{\text{Indir,total,portugal}}}{\frac{POP_{\text{Portugal}}}{365}} \quad (10)$$

Em que a “ $PH_{\text{ind,total,portugal}}$ ” é a pegada hídrica indirecta total de Portugal (m^3/ano), “ POP_{Portugal} ” a população total de Portugal e os 365 dias/ano convertem o resultado para a unidade escolhida para apresentar os dados por consumidor ($\text{m}^3/\text{dia}/\text{hab}$).

3.3.2.1. Tratamento dos dados de importação e de exportação

Este ponto deve ser considerado uma etapa do tratamento de dados e deve ser repetida para todos os dados de importação e exportação recolhidos junto do Instituto Nacional de Estatística (INE) para cada um dos produtos seleccionados. O INE conta com uma

larga base de dados em que se pode procurar e obter dados da quantidade de importações de um determinado produto “**p**” por país de origem “**i**” (dados recolhidos de 2011 a 2015 em kg/ano).

Dando o INE dados em kg/ano é necessário alterar logo as unidades para ton/ano de modo a facilitar alguns dos seguintes cálculos:

- **Eliminação das quantidades importadas menores a 0,5%** do total de importações do produto em causa. Desta forma não são considerados valores tão baixos que no total de importações e mais tarde de PH não teriam qualquer relevância.

$$I_{\text{tot}_p} * 0,005 \leq I_{p,i} \quad (11)$$

$$I_{\text{tot}_p} = \sum I_{p,i} \quad (12)$$

Em que I_{tot_p} (ton/ano) é o total de importação, ou seja o somatório de toda a importação de um determinado produto “**p**” proveniente de diversos países no ano em estudo. E $I_{p,i}$ (ton/ano) é a quantidade importada desse mesmo produto “**p**” proveniente de um qualquer país “**i**” de que Portugal importe esse produto.

- **Considerar as quantidades exportadas por Portugal provenientes da produção nacional** dos produtos seleccionados. Visto não existirem dados precisos de reexportação dos produtos importados considera-se que o total de exportação é retirado da produção nacional dos mesmos produtos. Desta forma a quantidade de um produto produzido em Portugal e que se encontra disponível para alimentação é menor do que a quantidade produzida inicial.

$$DC_{p,\text{port}} = \text{Prod}_p - \text{Exp}_p \quad (13)$$

Em que “ $DC_{p,\text{port}}$ ” (ton/ano) é a quantidade final produzida em Portugal de um determinado produto “**p**” que ficará disponível para consumo e que se juntará às importações provenientes de outros países originando o total disponível para consumo. Os parâmetros “ Prod_p ” (ton/ano) e “ Exp_p ” (ton/ano) são respectivamente a quantidade

produzida em Portugal de um determinado produto “p” e a exportação nacional desse mesmo produto.

- Nos **casos em que não estão disponíveis dados de produção nacional** em algum dos anos considerados, realizou-se uma média com as quantidades produzidas do determinado produto nos outros anos em que já existem dados finais. À data da realização da dissertação faltavam dados de produção do ano 2015 em alguns dos 30 alimentos considerados em estudo. A seguinte fórmula de média foi utilizada para dar uma aproximação a esses valores em falta.

$$\text{Prod}_p15 = \frac{\text{Prod}_p11,14}{4} \quad (14)$$

Em que “**Prod_p15**” (ton/ano) é a produção nacional estimada de um determinado produto “p” para 2015, calculada através da média das produções dos 4 anos anteriores representadas por “**Prod_p11,14**” (ton/ano).

- **A disponibilidade final para consumo de um produto “p”** (D_fC_p , ton/ano) é composta por todas as importações e pela quantidade final para consumo que é produzida em Portugal.

$$D_fC_p = I_{\text{tot}_p} + DC_{p,\text{port}} \quad (15)$$

- No caso de **não existirem dados de importações para algum dos produtos** num dos 5 anos considerados no estudo (2011 a 2015), esse ano é ignorado e a PH desse mesmo produto é calculada somente para os restantes 4 anos.

O tratamento de dados, descrito nos pontos anteriores, possibilita contabilizar a quantidade do produto “p” disponível para consumo em Portugal num determinado ano e também de que países provêm os produtos. A percentagem da disponibilidade de cada produto segundo o país de origem é calculada pela seguinte equação:

$$\%DC_{p,i} = \frac{I_{p,i}}{D_fC_p} \times 100 \text{ (Outros países)} \quad (16)$$

$$\%DC_{p,port} = \frac{DC_{p,port}}{D_f C_p} \times 100 \quad (\text{Portugal}) \quad (17)$$

Em que “%DC_{p,i}” é a percentagem que um determinado país “i” se faz representar na disponibilidade total para consumo de um produto “p”.

3.3.2.2. Tratamento dos dados de PH obtidos da Water Footprint Network

A WFN foi a entidade que produziu os relatórios utilizados na recolha de dados de PH. Nestes relatórios encontram-se já calculados valores de PH para os produtos seleccionados e por país de origem, ou seja, a cada país corresponde um determinado consumo de água para produzir um determinado produto.

Em alguns casos o produto pode não ter sido produzido no país de onde Portugal importou. Desta forma é necessário verificar os dados de PH presentes em outros relatórios da WFN. Estes apresentam a PH para esses produtos tendo em conta de onde este país reexportador importa.

Os relatórios referidos anteriormente apresentam valores para cada um dos 3 componentes (água verde, azul e cinzenta) da PH. Através da seguinte fórmula obtém-se a PH final de cada produto e por país:

$$PH_{p,i} = PH_{verde_{p,i}} + PH_{azul_{p,i}} + PH_{cinzenta_{p,i}} \quad (18)$$

Em que a PH_{verde}, PH_{azul} e PH_{cinzenta} são respectivamente os valores de PH verde, azul e cinzenta por produto de cada país (m³/ton).

3.3.2.3. Cálculo da PH total por produto

A PH da quantidade total de cada produto importado por Portugal pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$PHt_p = (DC_{p,port} \times PH_{p,port}) + \sum_{p,i} (I_{p,i} \times PH_{p,i}) \quad (19)$$

Em que “PH_{t,p}” (m³/ano) é a PH total de um determinado produto importado por Portugal. Desta forma quantifica-se a água utilizada para produzir todo o produto “p” disponível para consumo em Portugal.

3.3.2.4. Cálculo da PH indirecta total nacional

A PH indirecta nacional (m³/ano) resulta então da soma de todas as PH`s calculadas pela equação anterior para todos os produtos seleccionados. A equação que calcula o total de água gasto na produção de todos os produtos disponíveis para consumo em Portugal é a seguinte:

$$PH_{ind,total\portugal} = \sum_p PH_{t_p} \quad (20)$$

3.4. Metodologia para optimização da pegada hídrica com base nos países de origem dos produtos.

A optimização presente nesta dissertação tem como objectivo diminuir a PH de acordo com o local de origem dos produtos alimentares consumidos em Portugal. Desta forma é necessário recorrer a três tipos de dados indispensáveis, são eles:

- Quantidades importadas por produto e local de origem.
- PH da produção desses produtos no local de origem.
- Coeficiente ponderador.

Os dois primeiros, como já se falou no ponto 3.3.2.1 e 3.3.2.2 respectivamente, provêm do INE e WFN enquanto a forma de cálculo do coeficiente ponderador será apresentada mais abaixo.

O add-in “Solver” é uma ferramenta poderosa do Excel que permite optimizar uma função objectivo sujeita a um conjunto de restrições sob variáveis independentes e parâmetros do modelo. Este tem disponíveis as seguintes possibilidades: Maximizar, minimizar ou atingir um valor específico utilizando os algoritmos “Generalized Reduced Gradient”, para problemas não lineares uniformes, “Programação linear – Simplex”, para problemas lineares uniformes e um método “Evolucionário” para problemas não uniformes.

O solver trabalha com um grupo de células que devem estar directa ou indirectamente ligadas com a célula destino que é a célula onde deve estar a função objectivo. Ou seja, todas as células que influenciam no resultado da célula destino poderão ser alteradas

pelo próprio Excel, desde que sejam fórmulas interrelacionadas e atinjam a meta desejada, avaliando todas as restrições.

Nesta dissertação a utilização do Solver permite minimizar a PH de um produto escolhendo as quantidades a importar por país de origem. Para isso a ferramenta de optimização deve achar uma situação ideal para as quantidades importadas de cada país e que não violem as restrições escolhidas. A optimização é explicada nos pontos seguintes.

3.4.1. Fórmula da célula de destino

A função objectivo é descrita pela equação 21, mas alterando a equação 19, através da introdução de um coeficiente ponderador para as importações por país de origem.

$$PHt_p = (DC_{p,port} \times PH_{p,port}) + \sum_{p,i} (I_{p,i} \times PH_{p,i} \times Coef_i) \quad (21)$$

O Coeficiente ponderador (**Coef_i**) é calculado por país. Neste valor está reflectida a distância entre o país de origem e Portugal e o meio de transporte utilizado para fazer chegar um determinado produto. De outra forma seria de esperar que o solver optasse por dar relevância às importações provenientes de países em que a PH é menor.

Desde que é calculado pela primeira vez este coeficiente é sempre o mesmo para o país em causa. As seguintes fórmulas de cálculo deste coeficiente ajudam a perceber a sua utilidade:

- **Para países fora da União Europeia:**

$$Coef_i = \frac{\text{Distância marítima (km)}}{370 \text{ (km)}} \quad (22)$$

Quando o país importador se encontra fora da União Europeia o método de transporte considerado é por via marítima. O transporte de barco apresenta o mais baixo consumo de combustíveis entre todos os tipos de transporte de mercadorias. A mesma quantidade de energia fornecida pelos combustíveis permite transportar uma tonelada de

mercadoria durante 370 km por via marítima, enquanto só é suficiente para transportar durante 300 km por via ferroviária ou 100 km por via rodoviária. [72]

- **Para países dentro da União Europeia:**

No caso de o país importador fazer parte da União Europeia é necessário ter em conta qual o tipo de transporte de mercadorias utilizado e qual a percentagem, do total importado, que é transportada em cada um dos tipos. Através das bases de dados do INE e do seu relatório de comércio internacional é possível saber qual a percentagem da importação que é transportada por via marítima, via ferroviária ou rodoviária por país da exportador.

A fórmula seguinte calcula o coeficiente ponderador para os países da UE.

$$\text{Coef}_i = \text{Coef } M_i + \text{Coef } F_i + \text{Coef } R_i \quad (23)$$

Em que o coeficiente ponderador calculado para cada país (**Coef_i**) resulta do somatório de três sub-coeficientes: marítimo (**Coef M_i**), ferroviário (**Coef F_i**) e rodoviário (**Coef R_i**).

$$\text{Coef } M_i = \frac{\text{Distância marítima}}{370} \times pTM \quad (24)$$

$$\text{Coef } F_i = \frac{\text{Distância férrea}}{300} \times pTF \quad (25)$$

$$\text{Coef } R_i = \frac{\text{Distância rodoviária}}{100} \times pTR \quad (26)$$

Nos três sub-coeficientes acima referidos as siglas **pTM**, **pTF** e **pTR** são percentagens do total de importações provenientes de cada país segundo o meio de transporte, marítimo, férreo ou rodoviário respectivamente.

- **Restrições**

Foram impostas as seguintes restrições à minimização:

- **O somatório das importações individuais deve igualar as importações nacionais.**

- **A quantidade importada de um determinado país não pode aumentar ou diminuir mais de 1/3 do valor importado inicialmente.** Desta forma garante-se a continuidade da importação de todos os países que já exportavam anteriormente.
- **Os valores de produção dos produtos em Portugal não estão sujeitos à otimização,** ou seja, são valores fixos. Caso contrário o Solver iria sempre privilegiar a produção nacional em vez de otimizar a dos outros países.

4. Caso de estudo (caracterização do município e dados)

O estudo em causa como já foi descrito anteriormente na metodologia tem como objectivo reduzir a PH do município de Faro através da optimização das importações Portuguesas segundo o local de origem dos produtos. Para completar o objectivo foram recolhidos diversos dados de diferentes temáticas e que serão apresentados nos subcapítulos deste capítulo.

Este capítulo pretende então apresentar uma caracterização do município em estudo e os dados necessários à resolução do método apresentado no capítulo 3.

4.1. Caracterização do município de Faro

O município de Faro encontra-se situado na zona do sotavento da região do Algarve em Portugal, sendo delimitada a Sul e a Oeste pelo oceano atlântico. Como mostra a figura 4.1, o concelho de Faro tem como concelhos vizinhos, São Brás de Alportel a Norte, Loulé a Oeste e Olhão a Este, sendo também atravessado pelas duas vias principais estruturantes da região, a Via do Infante (A22) e a Estrada Nacional 125. Ao nível da acessibilidade ferroviária o concelho encontra-se conectado à linha do Sul que liga a região a Lisboa e ao resto do país, através da linha do Algarve que atravessa longitudinalmente a região entre Lagos e Vila Real de Santo António [73].



Figura 4.1. Mapa da divisão administrativa da Região do Algarve, com destaque do concelho de Faro [73].

O município de Faro tem uma área de 202,55 km², que representa aproximadamente 4% da área da região do Algarve, e uma população de 64560 habitantes, o equivalente a 14,1% da população residente em toda a região, a que corresponde uma densidade populacional de 319,84 hab/km². Este concelho agrega 6 freguesias e 61 pequenos lugares (São Pedro, Sé e Montenegro são consideradas urbanas, enquanto Santa Bárbara

de Nexe e Conceição são medianamente urbanas, cabendo a Estoi a única designação de freguesia rural) [73].

A evolução demográfica neste concelho tem sido geralmente positiva apesar de ter apresentado um decréscimo de 13% de população residente na década de 60 devido à grande vaga de emigração. Desde então que a população do concelho de Faro tem aumentado, registando nos dias que correm um aumento anual entre 11% (2011) e os 14% (2001) [74].

Faro apresenta uma densidade de edifícios de 85,42 edifícios/km² e de alojamentos de 188,17 alojamentos/km², valores muito acima das médias regionais que se fixam em 39,8 edifícios/km² e 75,68 alojamentos/km². Na generalidade das freguesias do concelho, a oferta de alojamento é bastante superior ao número de famílias, com uma maior disparidade na cidade de Faro, que engloba as freguesias de S. Pedro e da Sé [73].

O concelho, de acordo com os últimos censos (2011), apresenta uma população jovem, em que apenas 18% do total tem 65 anos ou mais. No que respeita ao peso da população activa, esta assume uma representatividade de 67%.

O nível de vida da população do concelho tem aumentado nos últimos anos e também é superior ao da média regional. Por exemplo, os ganhos médios mensais aumentaram de 750€ no ano 2000 para 900€ no ano 2005 e para cerca de 1000€ no ano 2009. Para isto acontecer o concelho contou com a concentração do emprego qualificado em Faro, de equipamentos com influência regional, como o hospital de Faro, a universidade e o aeroporto, e de empresas especializadas atraídas pela proximidade dos serviços administrativos e equipamentos dos quais dependem. Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), Faro encontra-se na 5^a posição do ranking nacional de municípios com maior poder de compra *per capita* [74].

Na área do ensino, desde a creche ao ensino superior, o concelho conta com 98 estabelecimentos, dos quais 39 são públicos e 52 privados ou cooperativos. No sector da saúde detém 3 unidades hospitalares, 1 centro de saúde e 7 extensões (nos aglomerados urbanos mais significativos). Apresenta no sector da saúde indicadores bastante favoráveis, com a existência de 8,9 médicos e 15,3 enfermeiros por cada 1.000 habitantes, muito acima do rácio ideal definido pela Organização Mundial da Saúde

(OMS) de 1 médico por cada 1.000 habitantes. No âmbito do desporto conta com 174 equipamentos desportivos de diversos tipos.

No âmbito da logística tem de se destacar o mercado abastecedor da região de Faro (MARF) que funciona como um centro logístico fundamental para o desenvolvimento regional e ordenamento urbano e comercial do Algarve. Esta estrutura dispõe de um conjunto de espaços destinados a operadores do ramo alimentar e não alimentar, preparadores, armazenistas, distribuidores, transportadores, tal como a outros prestadores de serviços [73].

Na temática ambiental e quando se considera o nível de saneamento básico e do abastecimento de água, verifica-se que Faro apresenta valores inferiores à média regional. De facto, 92% da população do concelho encontra-se servida por um sistema de abastecimento de água contra 98% da população regional, enquanto 83% da população é coberta por sistemas de drenagem de águas residuais contra 88% da média regional. Já em matéria de recolha indiferenciada e selectiva de resíduos urbanos, Faro apresenta um desempenho superior à média da região, 24% e 85% contra 22% e 84% respectivamente [74].

4.2. Seleção de produtos alimentares para o estudo.

A balança alimentar portuguesa permite retractor as disponibilidades alimentares e a sua evolução em Portugal. Esta disponibilidade alimentar aumentou em 2,1%, face a dados recolhidos entre 2003 e 2008, atingindo as 3963 kcal/hab/dia no período entre 2008-2012. Com esta disponibilidade calórica é possível satisfazer a necessidade alimentar de duas pessoas [75].

O desequilíbrio das disponibilidades alimentares face à roda dos alimentos evidencia excessos de produtos alimentares do grupo da carne, ovos ou gorduras, e défice de hortícolas, frutas e leguminosas secas. As disponibilidades de produtos de origem vegetal perderam importância, enquanto as de origem animal se mantêm sistematicamente acima das observadas nos anos 90 [75].

Para este estudo foram considerados 30 alimentos que representam todas as categorias da roda dos alimentos.

A disponibilidade total (ton) de cada um dos alimentos é dada pela soma da produção nacional com o total de importação menos as exportações. Desta forma toda a quantidade de produto que permanece no país está disponível para consumo.

Para os cálculos efectuados é necessário considerar a disponibilidade total de um produto, mesmo que a quantidade disponível não venha a ser toda consumida. Isto porque para a produção desse produto já foi consumida uma quantidade de água que se perderá quer o produto seja consumido ou não.

4.2.1. Produção, importação e exportação nacional (dados INE).

Os dados utilizados no cálculo da pegada hídrica e na sua minimização estão disponíveis ao público nas bases de dados do Instituto Nacional de Estatística. Estas bases de dados compilam a produção nacional, importações e exportações por tipo de produto e por ano de produção ou de transacção comercial [76] [77]. Além disso encontram-se nos relatórios escritos que este mesmo instituto publica, tais como o “Relatório de Comércio Internacional” ou as “Estatísticas Agrícolas” [78 a 85]. Estes relatórios são anuais e indicam a produção nacional de um determinado produto e qual a quantidade importada por país de origem. Todos os dados utilizados (produção, importação e exportação) encontram-se no anexo I desta dissertação.

Dos três conjuntos de dados recolhidos o principal foco está na importação, pois são estes valores que são otimizados para diminuir a importação de água virtual e que por sua vez diminui a PH do município.

4.2.2. Importações – Coeficiente ponderador

O coeficiente ponderador deste estudo relaciona a distância entre o país exportador e o importador (Portugal), e o tipo de transporte das mercadorias transaccionadas. Este tem como objectivo prático de não permitir que a optimização escolha somente países com baixos valores de PH.

Desta forma foi considerado que todas as importações provenientes de fora da União Europeia (EU) são realizadas por via marítima enquanto as transacções entre membros da UE são realizadas por via marítima, ferroviária e rodoviária.

O INE apresenta no relatório de “Estatísticas de Transportes 2014” o modo de como as importações chegam ao nosso país [86]. Assim é possível saber qual a percentagem da

importação transportada por cada meio de transporte e por país exportador. No anexo III encontra-se uma lista dos países da UE e as respectivas percentagens de exportações transportadas para Portugal por cada um dos meios anteriormente referidos (dados relativos ao ano de 2014).

4.3. Água – Dados de consumo de recursos hídricos

4.3.1. Consumo de água em Portugal e no Algarve

A actividade humana em Portugal constitui um factor de pressão sobre a água. A descarga de águas residuais e a utilização de fertilizantes e pesticidas na agricultura são causas para a diminuição da qualidade dos solos e das massas de água. Desta forma é necessário garantir a sua qualidade e a continuação da utilização para as mais diversas actividades. Segundo o relatório “Estatísticas do Ambiente” publicado pelo INE em 2015, estima-se que em Portugal tenham sido captados 899.900.900 m³ de água pelas entidades gestoras de serviços públicos urbanos de abastecimento [87]. O quadro 4.1 sumariza os dados retirados do mesmo relatório.

Quadro 4.1. Dados regionais de distribuição de água e de recolha de águas residuais [87].

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve	Açores	Madeira
Total de água captada 1000m³/ano	221311	340254	75985	98002	69542	34526	62278
Água captada m³/ano/hab	61	82		131	157	140	238
Água distribuída m³/ano/hab	41	55	83	60	95	77	99
População servida pela distribuição (%)	93,1	96,5	99,6	91,5	90,5	X	99,1
Águas residuais recolhidas m³/ano/hab	55	67	79	56	86	24	49

4. CASO DE ESTUDO (CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO E DADOS)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve	Açores	Madeira
População servida pelo serviço de recolha de AR (%)	79,4	78,4	97,1	80,8	81,7	X	66,6

Portugal apresenta uma população total de 10.562.178 habitantes (censos 2011) e um consumo directo de água potável estimado em $5,49 \times 10^8$ m³/ano, variando a capitação diária regional entre cerca de 130 litros (nos Açores) e mais de 290 litros (no Algarve). A utilização directa da água por parte da população pode ser facilmente quantificada, ora vejamos os exemplos [88]:

- Um banho de 10 minutos gasta em média 150 litros;
- Uso do lavatório gasta em média 1,20 litro por minuto;
- A sanita descarrega 20 litros de cada vez;
- A máquina de lavar roupa e louça consome 75 e 40 litros por utilização respectivamente;
- Uma pessoa consome por dia entre 1 e 5 litros de água.

A região algarvia apresentou alguns problemas no que toca à disponibilidade de água nos últimos anos devido às suas condições climatéricas e à importância do turismo e da agricultura. Na última década tem-se verificado um aumento da procura de água muito superior ao perspectivado pela empresa Águas do Algarve, S.A, concessionária do sistema multimunicipal de abastecimento de água nesta região [89].

Os factores de maior consumo de água são: o elevado número de população sazonal do turismo que coincide maioritariamente com a época de verão, as elevadas necessidades para a agricultura e as necessidades hídricas para os campos de golfe que mais recentemente estão em crescimento. A maior parte do aproveitamento hídrico nesta região é através das 6 barragens que possui (Bravura, Funcho, Arade, Odeleite, Beliche e Odelouca), existindo ainda 17 aquíferos principais [89].

De uma análise rápida do quadro 4.1 pode-se retirar que o Algarve é a região continental que menos água capta para abastecimento urbano. Apesar disto a população algarvia tem ao seu dispor a maior quantidade de água por habitante do país. De

salientar que por ser muito difícil contabilizar os consumos da população flutuante, estes valores poderão não estar totalmente correctos [87].

No que toca à disponibilidade do serviço pelos habitantes o Algarve situa-se como a melhor região na disponibilidade do serviço de drenagem de águas residuais e com a mais baixa percentagem de população servida no abastecimento público de água [87].

4.3.2. Consumo de água do município de Faro

O abastecimento de água ao município de Faro é feito pela empresa FAGAR. Segundo a empresa FAGAR “ (...) a empresa tem como objecto a exploração das actividades de interesse geral de construção de redes de águas e de esgotos, de gestão, exploração, manutenção e conservação dos sistemas públicos de distribuição de água para consumo público, de recolha e rejeição de águas residuais domésticas e pluviais” [94].

A FAGAR dispõe de uma rede de distribuição de água que se estende por 563km, cobrindo, em 2015, cerca de 96% do município. O sistema é servido por 21 reservatórios com uma capacidade de reserva de 28250 m³ de água. O número de cliente desta empresa mantém-se constante ao longo do ano uma vez que o município de Faro é um município de habitações permanentes, não sofrendo com a sazonalidade verificada noutros locais da região algarvia [95]. Do total de clientes para consumo de água, 87,91% é consumidora do tipo doméstico, 12,09% do tipo comércio, indústria e outras entidades (autarquia, estado, FAGAR, etc.).

O quadro 4.2 resume os dados da distribuição de água da empresa nos anos considerados no estudo.

Quadro 4.2. Consumo de água e produção de água residual no município de Faro [90 a 94].

	2015	2014	2013	2012	2011
Água distribuída (m³/ano)	4612074	4492171	4528705	4499502	4497922
Água residual recolhida (m³/ano)	3786396	3723311	3813511	3802692	4083004

4.4. Pegada hídrica – Dados da PH para Portugal.

Portugal encontra-se na região mediterrânica, sujeito a um clima particular que ocorre em apenas 3% da superfície terrestre e que se caracteriza por dois factores principais [38]:

- Forte variabilidade da precipitação (ocorrência de frequentes e intensos períodos de Seca).
- A coincidência da estação seca com a estação quente (Verão), período em que as disponibilidades de água são muito reduzidas, e a procura cresce substancialmente, devido às necessidades de rega das culturas agrícolas e de abastecimento das populações (residentes e turistas).

A contabilidade tradicional do consumo de água no mundo restringe-se ao seu consumo directo. No entanto o consumo efectivo de água numa sociedade é bastante superior, por via dos restantes usos, nomeadamente a agricultura de regadio (que em Portugal como na maior parte dos países mediterrânicos, representa mais de 2/3 do consumo total de água), e aos usos industriais e energéticos. Portugal ocupa o 6º lugar do ranking mundial de PH, entre 151 países, com 2,26 m³/hab/ano, quase o equivalente à água necessária para encher uma piscina olímpica [38].

4.5. Pegada hídrica dos produtos por local de produção

Como já referido anteriormente a PH dos produtos importados é a quantidade de água consumida na produção do produto em causa, desde o primeiro processo de produção até que chegue ao consumidor final.

Hoekstra e Mekonnen publicaram através da associação WFN dois estudos essenciais para a realização desta dissertação. Estes estudos são:

- A pegada hídrica verde, azul e cinzenta de produtos agrícolas ou de derivados de produtos agrícolas [95a][95b].
- A pegada hídrica de produtos de origem animal [96a][96b].

Ambos os estudos publicam extensas bases de dados com estimativas de cada um dos três componentes da PH para cada produto e por país de origem. Os dados de PH relativos aos produtos seleccionados encontram-se no anexo II desta dissertação.

5. Resultados e discussão

Como referido anteriormente a PH de um habitante do município é composta pela PH directa e indirecta. A directa não sofre alterações por parte da optimização ao contrário da indirecta, que diminui depois da minimização realizada através da ferramenta solver.

Este capítulo apresenta os resultados obtidos da resolução do método, além de apresentar e comparar a PH antes e depois da minimização realizada.

5.1. Pegada hídrica directa

A pegada hídrica directa quantifica a água consumida nas actividades domésticas pela população do município de Faro. O quadro 5.1 apresenta os resultados do método de cálculo da PH directa presente na metodologia.

Quadro 5.1. Resultados da PH directa per capita e do município.

	Unidades	2015	2014	2013	2012	2011
Água consumida (azul)	(m ³ /ano)	4,61×10 ⁶	4,50×10 ⁶	4,53×10 ⁶	4,50×10 ⁶	4,50×10 ⁶
	(m ³ /hab/dia)	0,196	0,191	0,192	0,191	0,191
Água residual (AR) recolhida	(m ³ /ano)	3,79×10 ⁶	3,72×10 ⁶	3,81×10 ⁶	3,80×10 ⁶	4,08×10 ⁶
	(m ³ /dia)	1,04×10 ⁴	1,02×10 ⁴	1,04×10 ⁴	1,04×10 ⁴	1,12×10 ⁴
PH cinzenta	(m ³ /ano)	5,49×10 ⁶	5,40×10 ⁶	5,53×10 ⁶	5,51×10 ⁶	5,92×10 ⁶
	(m ³ /hab/dia)	0,233	0,229	0,235	0,234	0,251
Pegada hídrica directa do município	(m ³ /ano)	1,01×10 ⁷	9,89×10 ⁶	1,01×10 ⁷	1,00×10 ⁷	1,04×10 ⁷
	(m ³ /dia)	2,77×10 ⁴	2,71×10 ⁴	2,76×10 ⁴	2,74×10 ⁴	2,85×10 ⁴
Pegada hídrica directa per capita	(m ³ /hab/ano)	156,48	153,21	155,80	155,10	161,37
	(m ³ /hab/dia)	0,429	0,420	0,427	0,425	0,442

O principal dado a ter em conta é a distribuição de água realizada pela empresa FAGAR (água consumida), pois como seria de esperar todos os outros resultados individuais dependem deste consumo. O aumento da distribuição de água ao longo dos 5 anos estudados resulta num aumento proporcional da PH directa do município e do consumidor individual. Pelo quadro anterior percebe-se que a única alteração a esta proporcionalidade está na água residual tratada (água cinzenta), pois nem toda a água distribuída retorna como água residual para posteriormente receber tratamento.

Comparando os anos de 2015 e 2011, em que o consumo é maior e menor respectivamente, regista-se um aumento na utilização de água azul de 114152 m³. Esta variação pode ser em parte justificada pelo aumento de 1177 “clientes” (cliente é um novo contador aberto e pode servir mais do que 1 habitante) que a empresa distribuidora de água apresentou entre os dois anos referidos e que está também relacionado com a expansão do serviço a 96% da população em 2015 enquanto em 2011 somente 88% da população era servida.

Na água residual o panorama é um pouco diferente já que esta encontra o seu máximo de recolha em 2011 e o mínimo em 2014. A água residual recolhida corresponde a 90,78% e a 82,88% da água distribuída em 2011 e em 2014 respectivamente. Estes resultados estão um pouco acima da média (50 a 80%) mas seriam expectáveis pois o município é essencialmente urbano e o principal uso de água é o doméstico.

A água residual tem uma enorme relevância no cálculo da PH directa. É necessário em 1,45 m³ de água doce, por metro cúbico de água residual, para assimilar a concentração de poluentes até que esta se encontre em valores ambientalmente seguros. Desta forma a PH directa é claramente influenciada pela quantidade de água residual recolhida e que num município urbano será sempre maior.

No conjunto dos 5 anos estudados a população do município de Faro apresenta uma PH directa média de 0,428 m³/hab/dia, em que 55,16% desse consumo é relativo ao tratamento da água residual (0,236 m³/hab/dia) e 44,84% é relativo ao uso directo de água (0,192 m³/hab/dia) nas actividades domésticas.

Quando comparados os resultados do município (0,192 m³/hab/dia) com os resultados divulgados para Portugal (0,282 m³/hab/dia) ou para o Algarve (0,290 m³/hab/dia) verifica-se o consumo directo de água não é tão elevado por habitante. Apesar do município de Faro se situar no Algarve, este é essencialmente urbano com um uso de água doméstico, ao contrário de outros municípios algarvios que contam com grandes consumidores de água como por exemplo as cadeias hoteleiras ou os campos de golfe.

5.2. Pegada hídrica indirecta

A PH indirecta contabiliza o uso de água para produzir produtos. Esta dissertação incide numa lista de trinta produtos alimentares que tenta abranger diversas categorias da roda dos alimentos da dieta alimentar portuguesa. Desta forma a PH indirecta estima o consumo de água indirecto de cada consumidor em Portugal.

5.2.1. Principais resultados a considerar do tratamento de dados

De acordo com a metodologia adoptada tratou-se os dados de modo a que estes fossem significativos para o estudo em causa. O INE apresenta uma base de dados de importação de produtos alimentares bastante completa com uma unidade de kg/ano por país exportador. Alguns destes dados, por serem tão baixos relativamente à soma total das importações, são completamente irrelevantes ao estudo e foram eliminados. Assim todos os valores de importação de um determinado produto que fossem menores a 0,5% do total de importação não foram considerados no estudo.

5.2.1.1. Proveniência das importações nacionais

O anexo I apresenta os dados de importação de todos os produtos de acordo com o descrito acima e a figura 5.1 demonstra os países de onde são exportados os trinta produtos escolhidos.



Figura 5.1. Mapa com indicação dos países que exportam os trinta produtos para Portugal (criado em Google map scribe, 2016).

Os produtos importados por Portugal provêm de todas as partes do mundo com especial origem na Europa (figura 5.1). Para o grupo de produtos escolhido, entre 2011 e 2015 foram importados produtos com origem em 65 a 75 países diferentes.

Apesar de importar de muitos países, Portugal consegue em quatro (2012 - 2015) dos cinco anos considerados uma balança comercial total positiva em que o valor das exportações se sobrepôs ao valor dos produtos importados. Estes resultados vêm inverter completamente a tendência negativa das décadas de 90 e 2000.

Quando se considera somente o sector agro-alimentar a situação é diferente. Segundo o último relatório disponível de estatísticas agrícolas (2014) divulgado pelo INE, Portugal apresenta uma balança comercial negativa de 3,2 mil milhões de euros. Mesmo assim a situação tem vindo a melhorar visto que em relação ao ano anterior Portugal importou menos produtos com um valor total de menos 304 milhões de euros (- 4,3%). As exportações também aumentaram em relação ao ano de 2013 em mais de 161 milhões de euros (4,7%) totalizando 3,6 mil milhões de euros em 2014. Os principais países exportadores são a Espanha com 48,7% do total do valor de importações (mais 1,9% que em 2013), França (9,8%), Alemanha (5,4%), Países Baixos (4,9%) e o Brasil (3,6%).

Ao longo dos últimos 5 anos Portugal importou em média 1.11×10^7 toneladas de produtos agro-alimentares. Da lista de 158 países que neste espaço temporal exportaram produtos para Portugal destacam-se a Espanha, que é local de origem de 38,30% do total importado ($4,26 \times 10^6$ ton), a França com 11,79% ($1,31 \times 10^6$ ton), a Ucrânia com 7,98% ($8,87 \times 10^5$ ton), o Brasil com 7,64% ($8,50 \times 10^5$ ton) e os EUA com 4,35% ($4,84 \times 10^5$ ton). O conjunto dos restantes 153 países atinge um total de 29,94% ($3,33 \times 10^6$ ton).

Nesta dissertação não são considerados todos os produtos agro-alimentares e por este motivo obteve-se algumas diferenças no que toca à percentagem do total de importações dos principais países de origem. Nos 5 principais países de onde Portugal mais importa mantêm-se a Espanha, França e Ucrânia, enquanto o 4º e o 5º país mais exportador vai variando nos diferentes anos (2011 a 2015). A figura 5.2 apresenta os cinco principais países exportadores em cada um dos 5 anos estudados. Espanha é, numa média para os 5 anos, local de origem de 28,12% do total importado dos 30 produtos, enquanto a França representa-se em 18,66% e a Ucrânia com 15,62%.

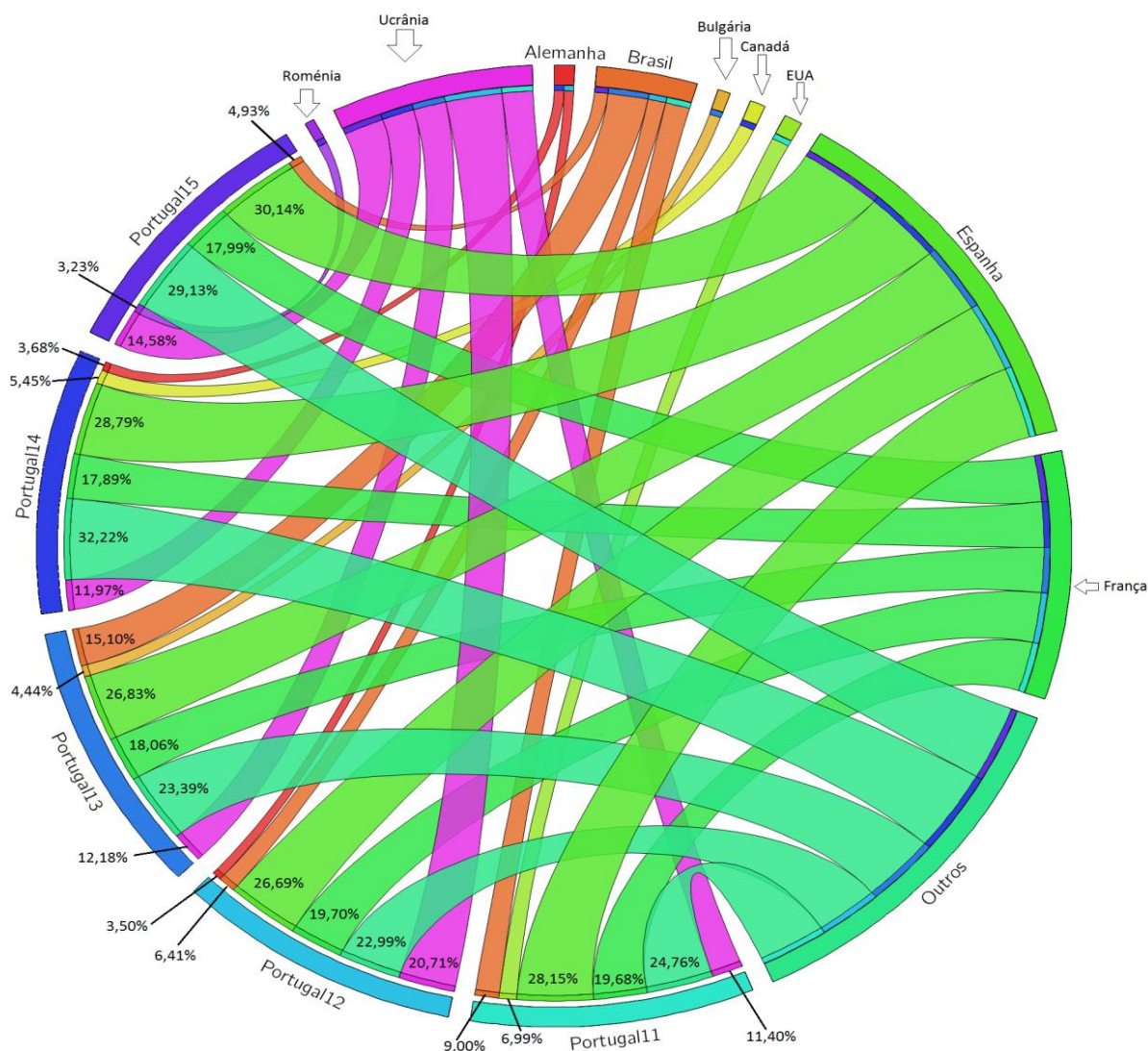


Figura 5.2. Principais países exportadores neste estudo em cada um dos 5 anos. (Criado em Software Circus online).

5.2.1.2. Disponibilidade alimentar

A disponibilidade final de um produto para a população portuguesa foi estimada através da soma do total de importações com o resultado da subtracção das exportações à produção nacional. Nos produtos em que a exportação é maior do que a produção nacional e dada a inexistência de dados de reexportação, considerou-se uma reexportação de produtos importados igual à percentagem que cada país se faz representar no total de importações. São exemplos desta situação o feijão e o grão-de-bico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do tratamento de dados efectuado resulta uma estimativa da disponibilidade de cada alimento para consumo em Portugal (figura 5.4) e a indicação de qual a percentagem da disponibilidade provém de cada país (figura 5.3). O anexo IV apresenta um conjunto de quadros com a percentagem que cada país se faz representar na disponibilidade para consumo de cada produto.

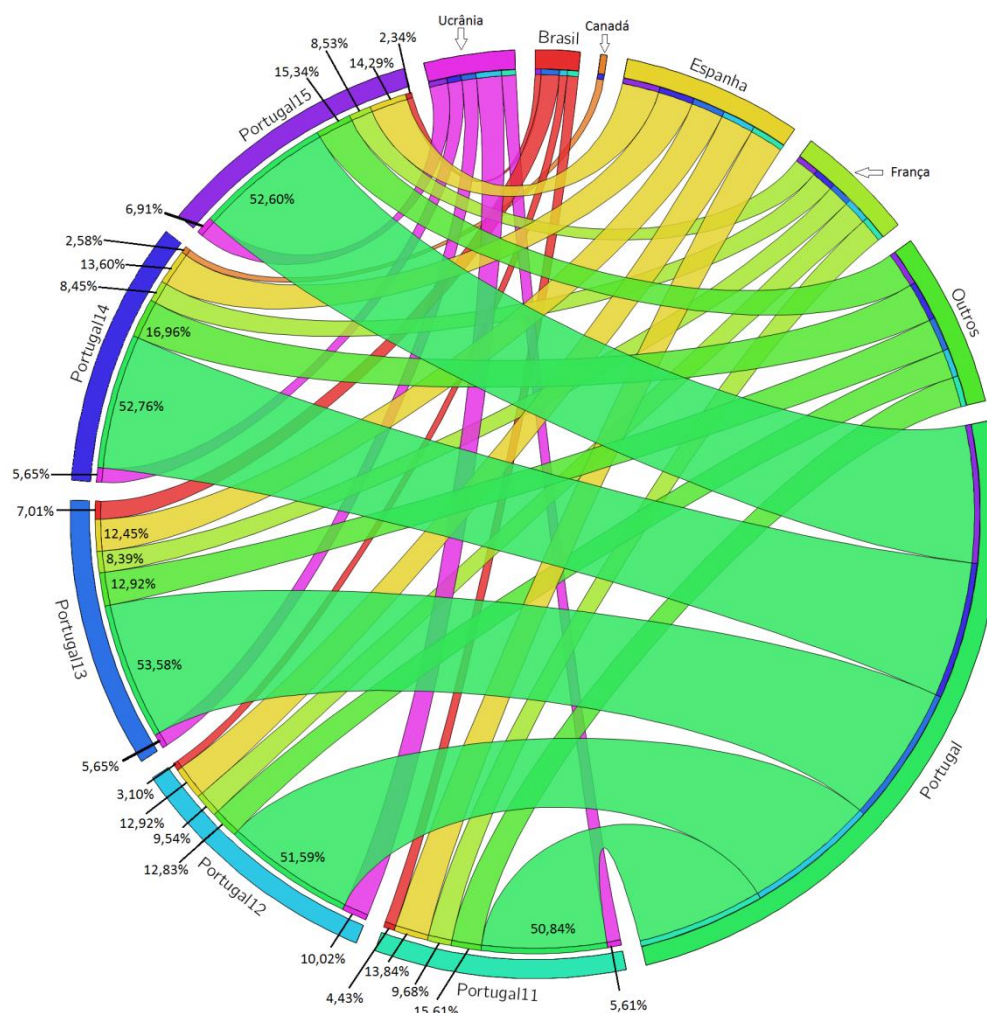
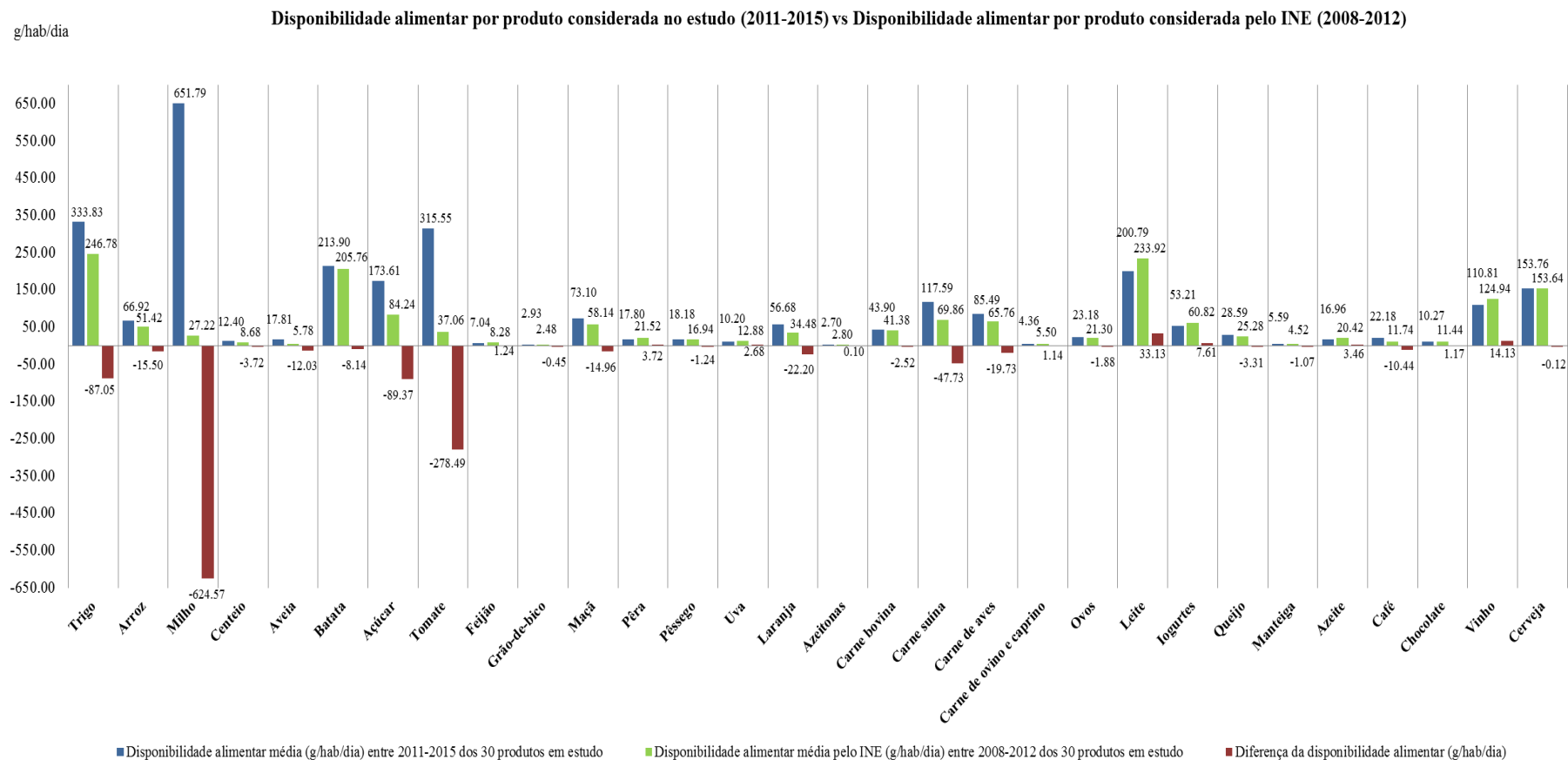


Figura 5.3. Proveniência por país do total de produtos disponíveis para consumo (fonte: criado em software Circus online).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 5.4. Disponibilidade alimentar por produto considerada no estudo (2011-2015) vs Disponibilidade alimentar por produto considerada pelo INE (2008-2012).



Analisando a figura 5.3 verifica-se que esta é uma evolução da figura 5.2 à qual se juntou a produção nacional disponível para consumo. Assim pela equação (15, 16 e 17) da disponibilidade obtém-se a quantidade que cada país coloca no consumo dos 30 produtos em Portugal. Desta forma percebe-se que mais de metade (52,72%) da disponibilidade alimentar do conjunto dos 30 produtos estudados é produzida em Portugal.

De acordo com a metodologia, a minimização da PH não é realizada para a produção nacional, ou seja a minimização apenas terá efeito nos restantes 47,28% correspondentes à quantidade de produtos importados e que se encontram disponíveis para consumo. De todos os países que fazem parte destes 47,28% destacam-se os países que mais exportam para Portugal e presentes na figura 5.3. Assim a Espanha faz-se representar na disponibilidade total de produtos com 13,42% e a França e Ucrânia em 8,92% e 6,77% respectivamente.

A figura 5.4 apresenta a quantidade média de cada produto que cada habitante tem disponível para consumo. Além disso compara o calculado nesta dissertação com a disponibilidade por produto divulgada pelo INE nos seus dados mais recentes, entre 2008-2012.

Verifica-se que à excepção de dois alimentos não existem grandes diferenças entre as disponibilidades nos dois espaços temporais. As quantidades de milho e tomate consideradas nesta dissertação são relativas a toda a quantidade disponível e não somente à quantidade consumida directamente como é o caso dos dados do INE. Enquanto o INE considera somente o milho e o tomate consumido “à mesa”, este estudo considera todo o milho e tomate que entra e é produzido no país tenha ele a finalidade de consumo directo ou de matéria-prima para outros produtos como por exemplo pão de milho ou concentrado de tomate.

5.2.2. Pegada hídrica indirecta antes da minimização

A PH indirecta antes da minimização utiliza todos os valores provenientes do tratamento de dados e foi calculada para que se pudesse comparar com o após minimização. É nesta parte da PH total que se obtém uma poupança no consumo de água virtual que se vai reflectir na PH individual de cada habitante e por sua vez na do município.

Ao resolver a equação 19 obtém-se a PH total de um determinado produto e com o somatório de todas as PH totais dos produtos (equação 20) obtém-se uma estimativa da quantidade de água virtual consumida na produção do total dos 30 produtos disponíveis para consumo. O quadro 5.2 apresenta a estimativa calculada da água virtual consumida por Portugal, assim como pelo município de Faro e pelos seus habitantes.

Quadro 5.2. Pegada hídrica indirecta antes da optimização.

	Unidades	2015	2014	2013	2012	2011
Portugal	m ³ /ano	2,20×10 ¹⁰	2,10×10 ¹⁰	2,27×10 ¹⁰	2,10×10 ¹⁰	2,12×10 ¹⁰
	m ³ /dia	6,04×10 ⁷	5,76×10 ⁷	6,22×10 ⁷	5,76×10 ⁷	5,81×10 ⁷
Município de Faro	m ³ /ano	1,35×10 ⁸	1,28×10 ⁸	1,39×10 ⁸	1,29×10 ⁸	1,30×10 ⁸
	m ³ /dia	3,69×10 ⁵	3,52×10 ⁵	3,80×10 ⁵	3,52×10 ⁵	3,55×10 ⁵
Consumidor individual	m ³ /hab/ano	2085,6	1990,1	2150,5	1991,1	2009,4
	m ³ /hab/dia	5,71	5,45	5,89	5,46	5,51

Portugal ao longo dos 5 anos apresenta uma quantidade de água virtual média de $2,16 \times 10^{10}$ m³ proveniente dos mais diversos países através das importações dos produtos ($1,04 \times 10^{10}$ m³/ano) e da sua produção nacional ($1,12 \times 10^{10}$ m³/ano). Esta quantidade importada equivale a 83,07% da PH total do país na altura em que a WFN realizou o estudo de PH para Portugal (1996 a 2005). Dada a diferença de anos é de salientar que a população nacional aumentou, assim como as importações, exportações e produção nacional de produtos alimentares. Considerando uma média anual de 550 mm e uma taxa de infiltração no aquífero freático entre 15 a 20% na campina de Faro, aquífero mais importante no concelho, a recarga anual é de cerca de 10×10^6 m³/ano, ou seja menos de 1% da PH. Logo o concelho é necessariamente deficitário.

A PH indirecta de um consumidor e do município são divisões da PH indirecta do país e por isso não sofrem alterações específicas. Em média um habitante consome 5,60 m³/dia e o município $3,62 \times 10^5$ m³/dia de água virtual proveniente da produção dos produtos alimentares estudados.

5.2.2.1. Proveniência da água virtual das importações

Pelo cálculo da PH indirecta das importações dos 30 produtos estudados foi possível descobrir de onde é importada a maioria da água virtual disponível em Portugal. A figura 5.5 apresenta a percentagem de água virtual dos principais países exportadores e

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

quando comparada com a figura 5.2 conclui-se que os países mais exportadores de produtos também são os mais exportadores de água virtual. Ao longo dos 5 anos no Top 5 de países mais exportadores de água virtual encontra-se a Espanha, Ucrânia, Brasil, França e dependendo do ano outros países como os EUA, Moçambique, África do Sul ou a Alemanha.

A Espanha exportou durante os 5 anos uma média de 43,64% ($4,45 \times 10^9$ m³/ano) da água virtual proveniente do total das importações, enquanto a Ucrânia, Brasil e França exportaram 9,60% ($2,00 \times 10^8$ m³/ano), 6,74% ($1,40 \times 10^8$ m³/ano) e 6,82% ($7,09 \times 10^8$ m³/ano) respectivamente. O Brasil é o país em que mais se nota uma diminuição da exportação de água virtual ao longo dos 5 anos, enquanto os outros referidos mantêm-se constantes.

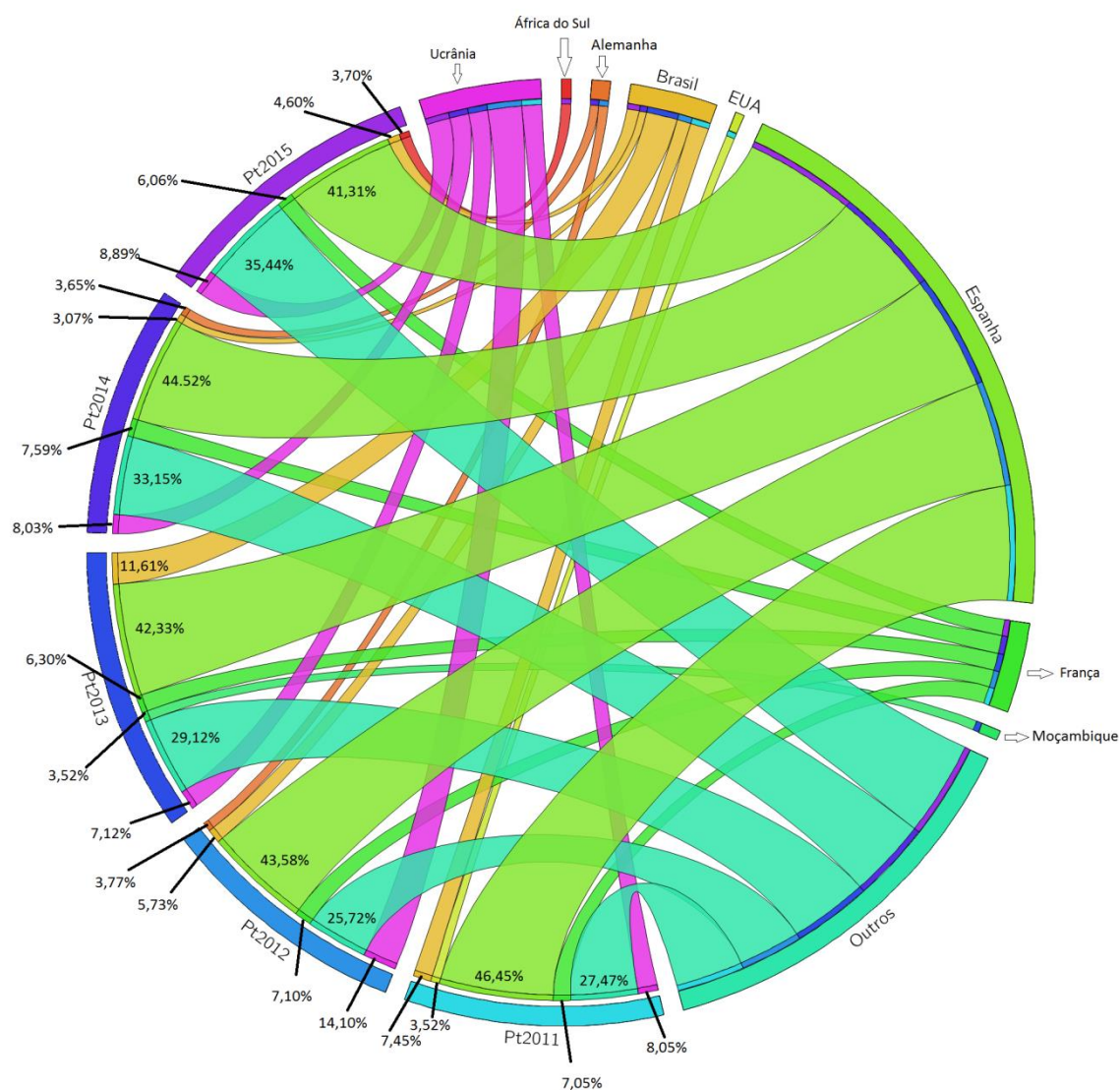


Figura 5.5. Principais países exportadores de água virtual para Portugal. (Criado em Software Circus online).

5.2.2.2. Proveniência da água virtual da PH indirecta total

A totalidade da água virtual apresentada na PH indirecta é soma da água virtual proveniente das importações com a água virtual da produção nacional. Da junção dos resultados do ponto anterior à água virtual da produção nacional surgiu uma nova figura 5.6, que representa a proveniência da água virtual de toda a PH indirecta.

Portugal participa no total de água virtual com uma média dos 5 anos de 51,90% ($1,12 \times 10^{10} \text{ m}^3$). Enquanto a percentagem dos países referidos no top 5 de importação de água virtual é diluída pela entrada desta quantidade proveniente da produção em solo nacional.

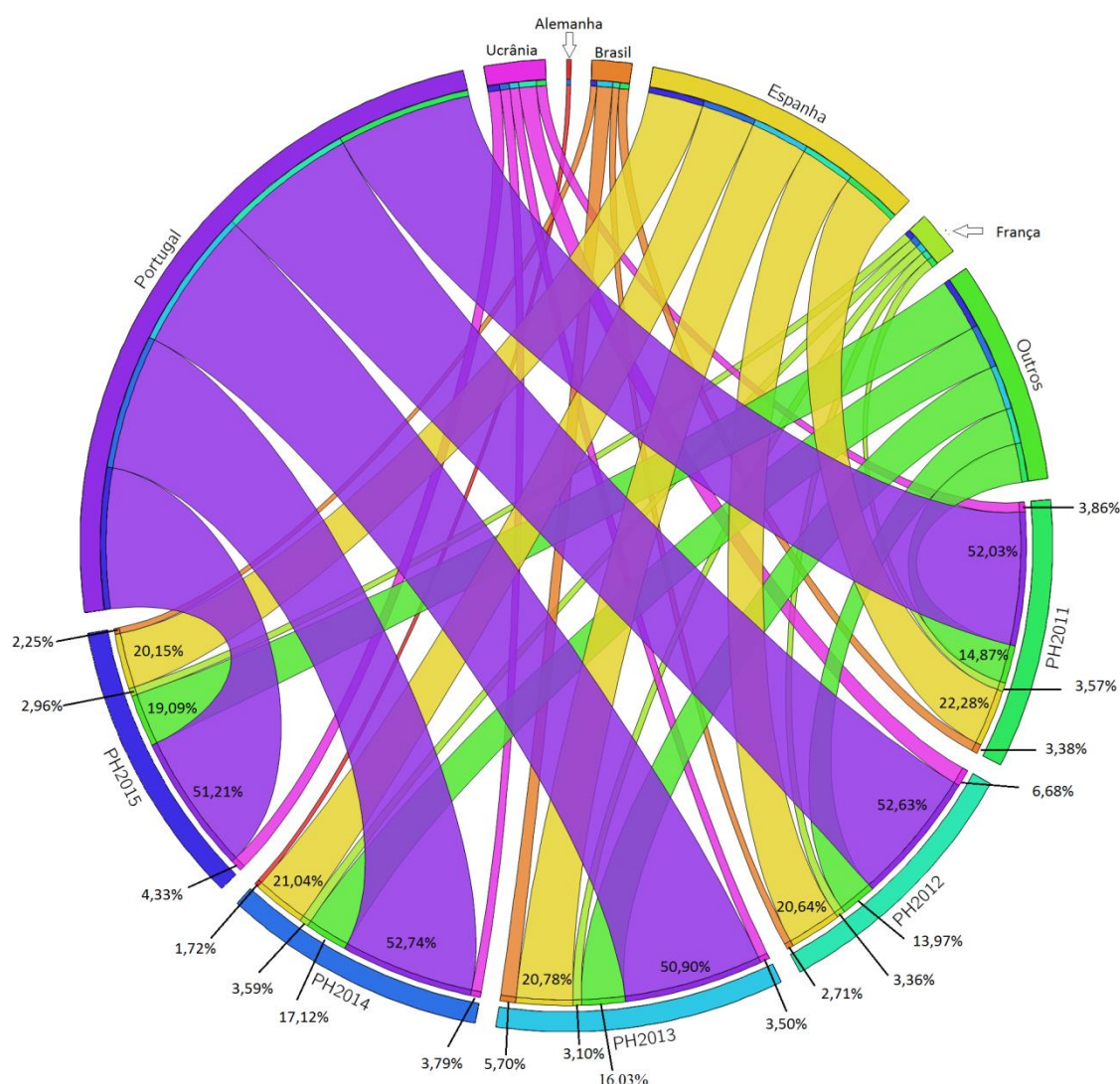


Figura 5.6. Proveniência da água virtual do total de PH indirecta. (Criado em Software Circus online).

5.2.2.3. Principais produtos consumidores de água virtual

A PH indirecta calculada nesta dissertação é relativa à disponibilidade para consumo de 30 produtos alimentares. A figura 5.7 apresenta qual a percentagem de água virtual que provém de cada um dos produtos, sejam eles produzidos internamente ou provenientes das importações nacionais. O quadro 5.3 apresenta os valores para os produtos que mais consomem água na sua produção (destacam-se os produtos em que a soma de água virtual atinge 80% do total).

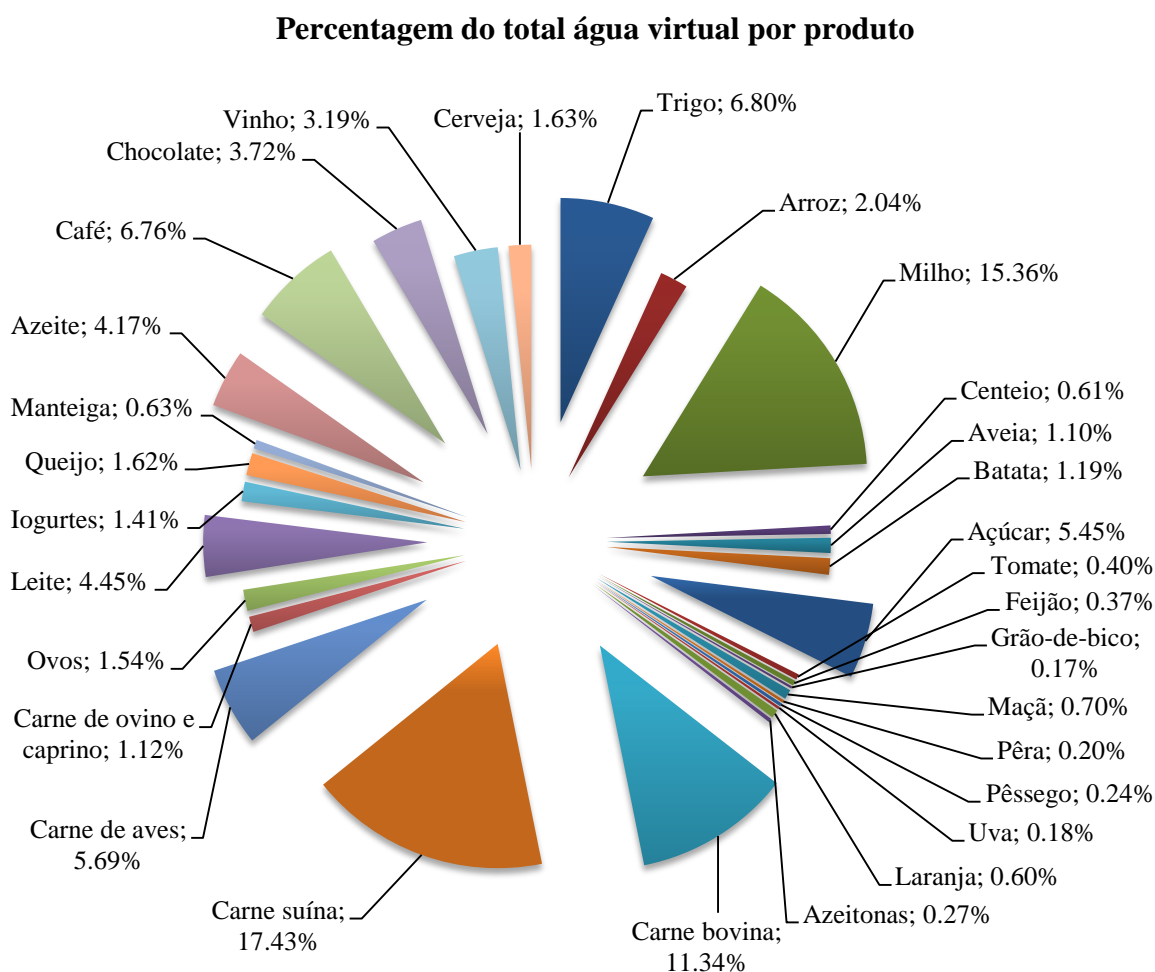


Figura 5.7. Percentagem de água virtual por produto.

Pela figura 5.7 verifica-se que o produto que mais necessita de água virtual para a produção de toda a sua quantidade disponível para consumo em Portugal é a carne suína com 17,43% do total de água virtual calculado. Destacam-se também com percentagens superiores a 10% o milho (15,36%) e a carne bovina (11,34%), enquanto com percentagens entre os 5% e os 10% encontram-se o trigo (6,80%), café (6,76%), a carne de aves (5,69%) e o açúcar (5,45%), com percentagens inferiores a 5% o leite (4,45%), Azeite (4,17%) e o chocolate (3,72%). No total estes 10 produtos consomem $1,75 \times 10^{10}$

m^3/ano , representando 81,17% da PH indirecta. No anexo VI encontram-se os resultados para os restantes produtos.

Quadro 5.3. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal.

Produto	PH indirecta (m^3/ano)	Quantidade disponível para consumo (ton/ano)	Água virtual por tonelada (m^3/ton)
Carne suína	$3,76 \times 10^9$	$4,53 \times 10^5$	8307,2
Milho	$3,32 \times 10^9$	$2,51 \times 10^6$	1320,3
Carne bovina	$2,45 \times 10^9$	$1,69 \times 10^5$	14468,4
Trigo	$1,47 \times 10^9$	$1,29 \times 10^6$	1141,2
Café	$1,46 \times 10^9$	$8,55 \times 10^4$	17085
Carne de aves	$1,23 \times 10^9$	$3,30 \times 10^5$	3730,6
Açúcar	$1,18 \times 10^9$	$6,69 \times 10^5$	1759,9
Leite	$9,60 \times 10^8$	$7,74 \times 10^5$	1240,7
Azeite	$9,01 \times 10^8$	$6,54 \times 10^4$	13785,5
Chocolate	$8,03 \times 10^8$	$3,94 \times 10^4$	20262,2

A carne suína não é o produto que mais água virtual consome por tonelada produzida, contudo dadas as quantidades disponíveis para consumo este torna-se o produto que mais contribui em água virtual para o total da PH indirecta como indica a figura 5.7.

5.2.3. Pegada hídrica indirecta depois da optimização

A minimização realizada no solver obedece a determinados parâmetros escolhidos para a metodologia utilizada. Estes parâmetros podem ser ajustados conforme o objectivo do estudo. Desta forma garantiu-se que a minimização não alteraria as importações em mais ou menos de 1/3 da importação de cada produto por país exportador e que o total de produto disponível para consumo seria o mesmo que existia antes da minimização.

A alteração da quantidade importada de cada produto proveniente de um determinado país teve então como objectivo reduzir a estimativa do consumo de água virtual utilizada na produção. Assim é possível comparar os resultados de antes e depois e obter uma poupança total de água que se reflecte na PH indirecta de um habitante em Portugal e por sua vez na PH total de um habitante do município e do município.

Após a alteração da quantidade a importar de cada país, para reduzir a água virtual consumida, repetiu-se o cálculo da PH indirecta ao resolver a equação 19 e 20. O quadro 5.4 apresenta a nova estimativa de água virtual para Portugal, assim como para o município de Faro e para os seus habitantes.

Quadro 5.4. Pegada hídrica indirecta antes da optimização.

	Unidades	2015	2014	2013	2012	2011
Portugal	m ³ /ano	2,15×10 ¹⁰	2,03×10 ¹⁰	2,20×10 ¹⁰	2,05×10 ¹⁰	2,06×10 ¹⁰
	m ³ /dia	5,88×10 ⁷	5,57×10 ⁷	6,03×10 ⁷	5,63×10 ⁷	5,66×10 ⁷
Município de Faro	m ³ /ano	1,31×10 ⁸	1,24×10 ⁸	1,34×10 ⁸	1,26×10 ⁸	1,26×10 ⁸
	m ³ /dia	3,59×10 ⁵	3,40×10 ⁵	3,68×10 ⁵	3,44×10 ⁵	3,46×10 ⁵
Consumidor individual	m ³ /hab/ano	2032,4	1923,6	2082,9	1945	1954,8
	m ³ /hab/dia	5,57	5,27	5,71	5,33	5,36

Utilizando os novos dados de importação provenientes da minimização do solver estima-se que Portugal apresentaria ao longo dos 5 anos uma quantidade de água virtual média de $2,10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ proveniente dos mais diversos países através das importações dos produtos ($9,80 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$) e da sua produção nacional ($1,12 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{ano}$), ou seja cerca de 46,67% e 53,33% do total. Comparando estes valores com os apresentados no ponto 5.2.2.2 verifica-se um ligeiro aumento da percentagem (1,43%) de água virtual proveniente da produção nacional e o oposto de água virtual importada pelas importações.

5.2.3.1. Proveniência da água virtual das importações

No novo cenário criado (após a minimização) é possível estimar quais os países que mais exportam água virtual para Portugal à imagem do que se apresentou no ponto 5.2.2.1. Assim a figura 5.8 apresenta a percentagem de água virtual dos principais países exportadores. Ao longo dos 5 anos no Top 5 de países mais exportadores de água virtual estariam a Espanha, Ucrânia, Brasil, França e dependendo do ano outros países como Moçambique, Países Baixos ou Alemanha.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Espanha exportaria durante os 5 anos uma média de 44,71% ($4,38 \times 10^9$ m³/ano) da água virtual proveniente do total das importações, enquanto a Ucrânia, Brasil e França exportaram 9,60% ($2,00 \times 10^8$ m³/ano), 6,74% ($1,40 \times 10^8$ m³/ano) e 6,82% ($7,09 \times 10^8$ m³/ano) respectivamente. O Brasil é o país em que mais se nota uma diminuição da exportação de água virtual ao longo dos 5 anos, enquanto os outros referidos mantêm-se constantes.

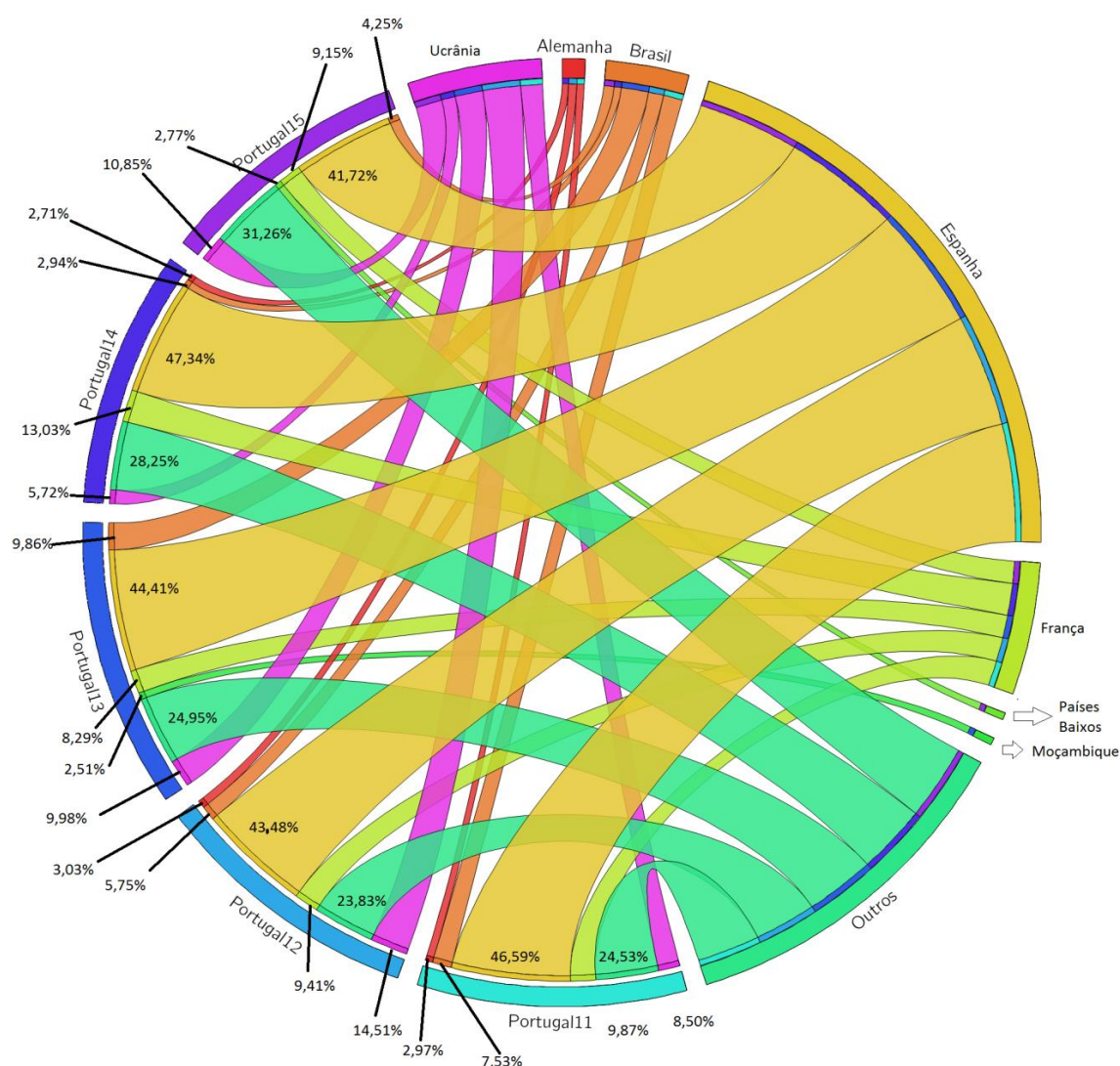


Figura 5.8. Principais países exportadores de água virtual para Portugal (Criado em Software Circus online).

5.2.3.2. Proveniência da água virtual da PH indirecta total

A totalidade da água virtual apresentada na PH indirecta é soma da água virtual proveniente das importações com a água virtual da produção nacional. Da junção dos

resultados do ponto anterior à água virtual da produção nacional surgiu uma nova figura 5.9 que representa a proveniência da água virtual de toda a PH indirecta.

Portugal participa no total de água virtual com uma média dos 5 anos de cerca de 53% ($1,12 \times 10^{10} \text{ m}^3$). Enquanto a percentagem dos países referidos no top 5 de importação de água virtual é diluída pela entrada desta quantidade proveniente da produção em solo nacional.

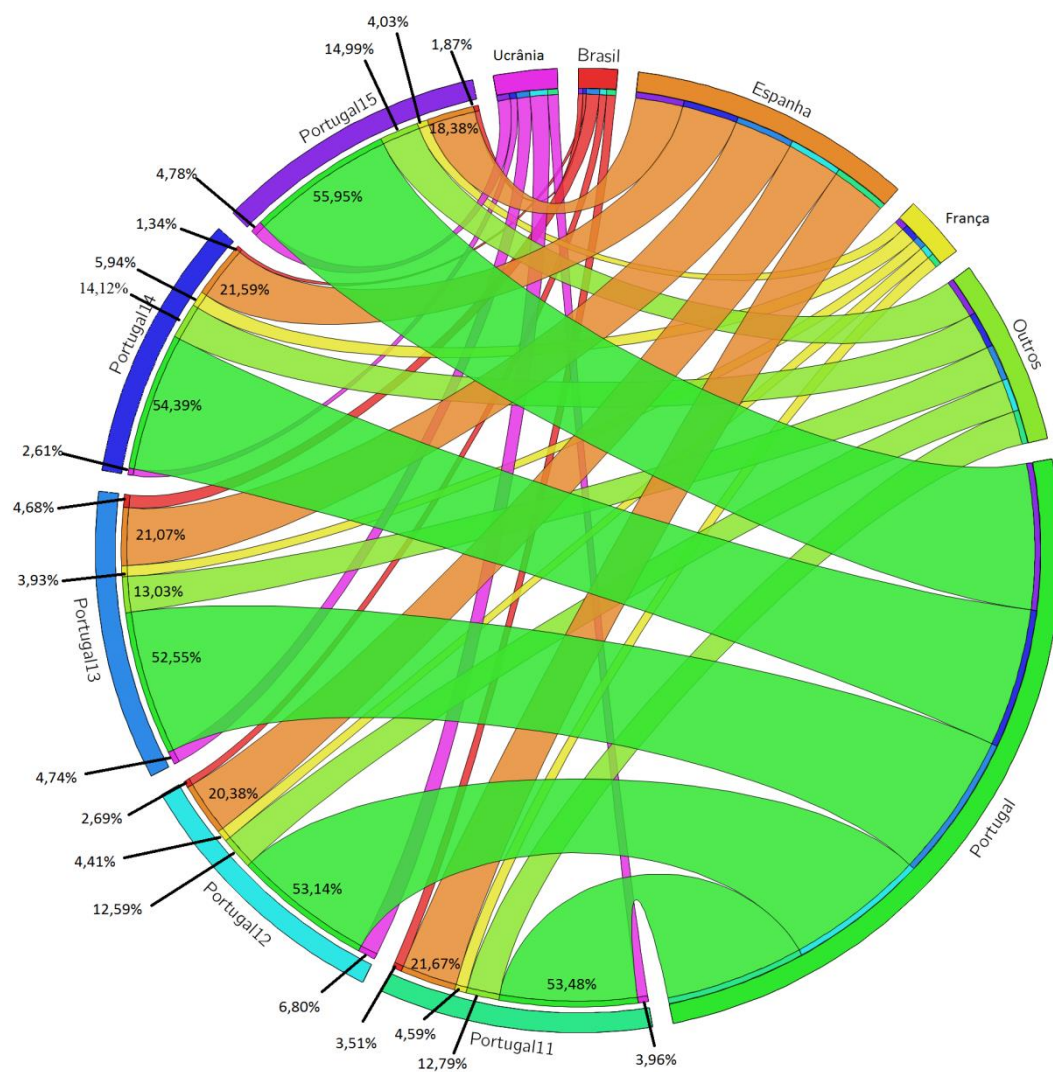


Figura 5.9. Proveniência da água virtual do total de PH indirecta (Criado em Software Circus online).

5.2.3.3. Principais produtos consumidores de água virtual

Depois da minimização da PH indirecta a figura 5.10 apresenta a percentagem de água virtual que provém de cada um dos produtos à imagem do que apresentava a figura 5.7

para a situação inicial. O quadro 5.5 apresenta os valores para os produtos que mais consomem água na sua produção depois da minimização (destacam-se os produtos em que a soma de água virtual atinge os 80% do total). Todas as comparações são feitas nos subcapítulos seguintes.

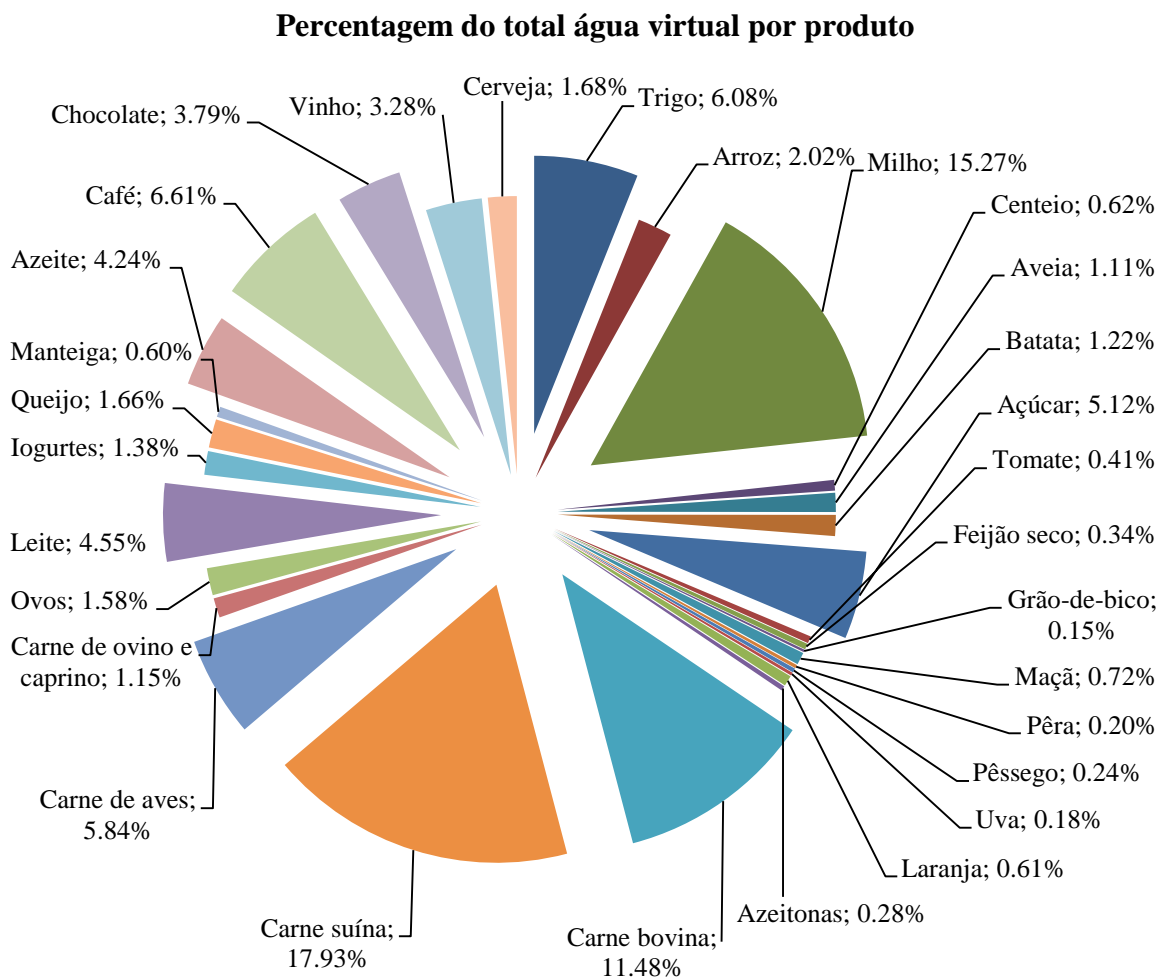


Figura 5.10. Percentagem de água virtual por produto.

Pela figura 5.10 verifica-se que o produto que mais necessita de água virtual para a produção de toda a sua quantidade disponível para consumo em Portugal é a carne suína com 17,93% do total de água virtual calculado. Destacam-se também com percentagens superiores a 10% o milho (15,27%) e a carne bovina (11,48%), enquanto com percentagens entre os 5% e os 10% encontram-se o trigo (6,08%), café (6,61%), a carne de aves (5,84%) e o açúcar (5,12%), com percentagens inferiores a 5% o leite (4,55%), Azeite (4,24%) e o chocolate (3,79%). No total estes 7 produtos consomem $1,70 \times 10^{10}$ m³/ano representar mais de dois terços da PH indirecta (80,91%). No anexo VI encontram-se os resultados para os restantes produtos.

Quadro 5.5. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal resultante da optimização.

Produto	PH indirecta (m³/ano)	Quantidade disponível para consumo (ton/ano)	Água virtual por tonelada (m³/ton)
Carne Suína	3,76×10 ⁹	4,53×10 ⁵	8302,8
Milho	3,21×10 ⁹	2,51×10 ⁶	1276,2
Carne bovina	2,41×10 ⁹	1,69×10 ⁵	14239,7
Trigo	1,28×10 ⁹	1,29×10 ⁶	991,8
Café	1,39×10 ⁹	8,55×10 ⁴	16241,3
Carne de aves	1,23×10 ⁹	3,30×10 ⁵	3718,7
Açúcar	1,08×10 ⁹	6,69×10 ⁵	1607,5
Leite	9,56×10 ⁸	7,74×10 ⁵	1234,8
Azeite	8,90×10 ⁸	6,54×10 ⁴	13605,5
Chocolate	7,95×10 ⁹	3,96×10 ⁴	20073,4

5.3. Comparação e discussão dos resultados

Através da comparação dos resultados obtidos para as duas situações estudadas é possível quantificar uma minimização da PH nacional que se vai reflectir na do município de Faro. Esta redução de PH é relativa à diferença entre as estimativas antes e depois da optimização pelo solver. Para esta diferença contribui a PH indirecta que representa a água consumida na produção dos produtos importados de cada país exportador.

Serve este ponto de comparação de resultados para quantificar a redução de PH, assim como para identificar quais os produtos que mais contribuem para esta redução. Desta forma é possível optimizar as importações nacionais de modo a que o consumo de água na produção dos produtos disponíveis em Portugal seja menor.

5.3.1. Pegada hídrica total

A PH total é o total de água consumido por um habitante, município ou país através do consumo de água directo e de água virtual dos produtos alimentares. A PH directa não estava sujeita à minimização pois depende dos hábitos de utilização de água de cada pessoa e por isso os consumos registados na estimativa inicial serão os mesmos na final (quadro 4.2). Por outro lado a PH indirecta foi alterada através da optimização realizada

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

no solver cujos resultados são apresentados nos quadros 5.3 e 5.5. Desta forma o quadro 5.6 apresenta valores (m^3/dia) para a PH total das duas estimativas e a redução de PH obtida comparando os dois casos. Antes da optimização a PH directa e indirecta representavam respectivamente 7,11% e 92,89% da PH total.

Quadro 5.6. Comparação entre a situação actual e após optimização da proveniência.

Ano		PH total				
		2015	2014	2013	2012	2011
PH total antes da optimização	Município (m^3/dia)	$3,97 \times 10^5$	$3,79 \times 10^5$	$4,08 \times 10^5$	$3,80 \times 10^5$	$3,84 \times 10^5$
	Habitante (m^3/dia)	6,143	5,872	6,318	5,880	5,947
PH total depois da optimização	Município (m^3/dia)	$3,87 \times 10^5$	$3,67 \times 10^5$	$3,96 \times 10^5$	$3,71 \times 10^5$	$3,74 \times 10^5$
	Habitante (m^3/dia)	5,997	5,690	6,134	5,754	5,798
Diferença entre o valor actual e após optimização						
Município	(m^3/dia)	$-9,4 \times 10^3$	$-1,2 \times 10^4$	$-1,2 \times 10^4$	$-8,1 \times 10^3$	$-9,7 \times 10^3$
	(m^3/ano)	$-3,4 \times 10^6$	$-4,3 \times 10^6$	$-4,4 \times 10^6$	$-3,0 \times 10^6$	$-3,5 \times 10^6$
Habitante	(m^3/dia)	-0,146	-0,182	-0,185	-0,126	-0,132
	(m^3/ano)	-53,198	-66,414	-67,506	-46,037	-54,661
Diferença relativa no valor de PH total	%	2,37	3,10	2,93	2,15	2,52
Diferença relativa no valor de PH indirecta	%	2,55	3,34	3,14	2,31	2,72

Considerando que a PH de produção nacional se mantém nos valores calculados inicialmente para cumprir o parâmetro da não alteração das quantidades produzidas em solo nacional presente na metodologia, verifica-se que a diferença obtida entre as

estimativas é proveniente somente da PH externa de produção. Assim o valor médio da diferença obtida para o município ($-1,02 \times 10^4$ m³/dia) significa uma redução de 5,85% na PH externa e de 2,81% na PH indirecta total municipal.

Esta redução quando aplicada à PH do consumidor final ou do município apresenta as mesmas percentagens em relação à PH indirecta interna e externa, alterando-se somente com a introdução da PH directa no cálculo da PH total do município. Assim a diminuição média de $-1,02 \times 10^4$ m³/ano resultante da diferença entre o valor calculado antes e após optimização implica uma redução de 2,61% na PH total de um habitante ou do município.

Depois da optimização a PH directa e indirecta representam respectivamente 7,30% e 92,70% da PH total. O município de Faro obtém indirectamente uma redução média de PH de $-1,02 \times 10^4$ m³/dia, que caso esta água estivesse disponível para consumo directo em Faro daria para satisfazer mais de 53 mil habitantes diariamente.

5.3.2. Contribuição dos diferentes produtos na redução de PH

A redução total da PH apresentada no ponto anterior é resultado da soma das minimizações individuais obtidas para cada um dos produtos. Foi possível minimizar a PH em 28 dos 30 produtos estudados ficando a faltar somente a “azeitona de mesa” e o “tomate”. Segundo as estimativas a azeitona não teria aumento nem diminuição da PH devido a haver importação de um só país, a Espanha. Com o método utilizado, o tomate aumentaria a sua PH em 0,01% revelando que a utilização do coeficiente ponderador não ajuda à diminuição da PH deste produto em concreto.

Os restantes 28 produtos apresentaram diferentes percentagens de redução da sua PH. Os 5 produtos que mais reduziram a sua PH foram o grão-de-bico (14,32%), trigo (13,01%), açúcar (8,25%), feijão (9,76%) e a manteiga (6,95%), enquanto os 5 que menos reduziram foram a cerveja (0,01%), vinho (0,08%), ovos (0,01%), carne suína (0,05%) e a pêra (0,15%).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de PH minimizado apresentado no ponto anterior verifica-se que 32,95% é proveniente da minimização da PH do trigo, sendo este o produto mais importante para a redução da PH. Por outro lado a pêra é o produto em que a quantidade de PH otimizada tem menos peso na redução, apresentando uma diminuição de 0,01% do total. A figura 5.11 apresenta as percentagens de redução da PH de cada produto (à esquerda compara a PH de um produto antes da optimização com a PH do mesmo produto depois da optimização) e também com o total reduzido (à direita compara o valor de redução que cada produto obteve com o total reduzido após a optimização).

Percentagem de redução da PH por produto e no total PH reduzido

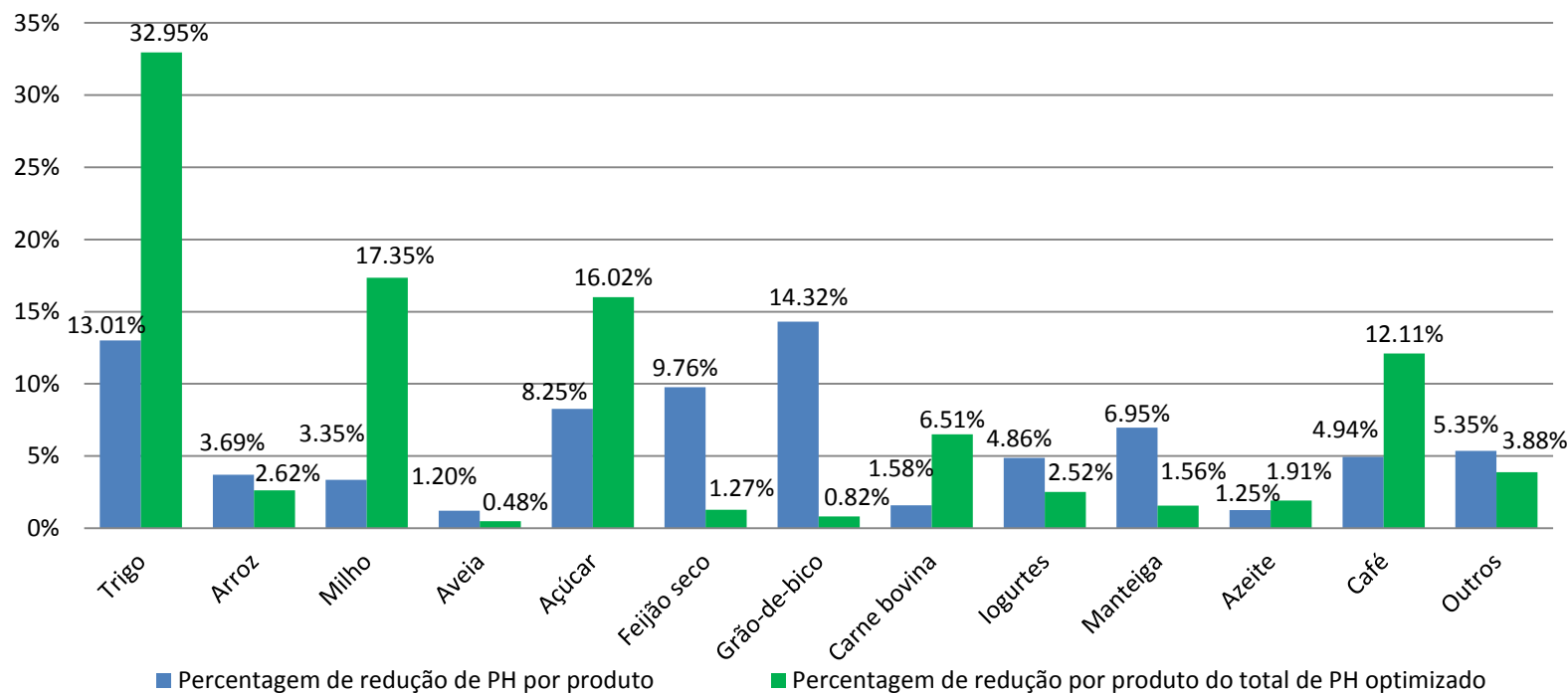


Figura 5.11. Percentagem de redução da PH por produto e no total PH reduzido.

Pela figura anterior verifica-se que uma elevada percentagem de diminuição da PH pode não traduzir uma elevada quantidade de água poupada na produção desse produto. Por exemplo o grão-de-bico que apresenta uma redução de 14,32% nas estimativas apresentadas, só se faz representar em 0,82% do total de PH reduzido. Por outro lado o milho apresenta uma redução da sua PH de 3,35% mas que no total de redução de PH é de 17,35%. Além destes produtos destacados na figura 5.11 todos os resultados de redução de PH encontram-se apresentados no anexo VI.

5.3.3. Países – variação na importação dos principais produtos

Neste subcapítulo são apresentados os 5 produtos que mais se fazem representar na redução de PH total e também quais os países que mais contribuem para essa redução. O trigo, milho, açúcar, carne bovina e o café apresentam todos juntos uma redução de 84,84% do total de PH minimizada e por isso são analisados em pormenor.

- **Trigo (32,95%)**

O trigo é o produto que maior redução de PH apresenta, ou seja que maior quantidade de água é poupada na sua produção, depois de otimizar as exportações para Portugal, por país de origem.

A quantidade de água virtual após otimização fixa-se nos $-1,92 \times 10^8$ m³/ano para as importações portuguesas, o que representaria cerca de $-0,052$ m³/dia por habitante. Para esta redução contribuiria o aumento da importação de países como a França e o Reino Unido e a diminuição da importação existente dos restantes países exportadores. Assim o consumo de água para produção de uma tonelada de trigo passaria de uma média de 1141,2 m³ para 991,82 m³.

Segundo as estimativas deste estudo, França que inicialmente exportava 44,64% do total de trigo disponível em Portugal deveria exportar um valor superior até 56,43%, o mesmo deveria acontecer com a quantidade proveniente do Reino Unido que passariam de 7,32% para um máximo de 9,77%. Todos os outros países que exportam trigo para Portugal e que estão considerados na estimativa inicial deveriam diminuir a sua exportação de modo a minimizar a PH externa do trigo. Deste grupo de 17 países deve-se salientar uma redução de exportação proveniente de países como Espanha ou Alemanha que passariam de 17,66% e 7,34% para 11,96% e 4,90% do total disponível respectivamente.

Apesar de o método apresentar um coeficiente ponderador baseado na distância e na energia gasta para transporte da mercadoria, a otimização levada a cabo pela ferramenta solver dá preferência a aumentar as importações provenientes de França ou do Reino Unido em vez de Espanha que teria um coeficiente ponderador menor mas uma PH de produção de trigo mais elevada que os anteriores.

- **Milho (17,35%)**

O milho é o segundo produto com mais representação na redução total de PH com 17,35% dessa quantidade, equivalente a $-1,11 \times 10^8$ m³/ano ou -0,027 m³/dia/hab. Depois da otimização realizada a estimativa de consumo de água virtual para produção de milho fixou-se em 1276,2 m³ por tonelada enquanto na estimativa inicial seria de 1320,3 m³.

A otimização das importações de milho revelou-se o bom exemplo para retratar o funcionamento e necessidade do coeficiente ponderador visto que a ferramenta de otimização deu preferência às importações provenientes de países mais próximos do que a países mais longínquos.

Assim para obter a redução de PH de milho referida seria necessário aumentar as quantidades importadas de países como França, Espanha, Ucrânia, Roménia ou Sérvia, e reduzir as importações de outros 9 países com principal relevância para o Brasil e os EUA. Apesar de os EUA apresentarem um consumo de água virtual mais baixo na produção de milho, o coeficiente ponderador elevado faz com que a preferência de importação seja dada aos países europeus que apesar de PH de produção ligeiramente superiores encontram-se bastante mais próximos geograficamente, logo a mercadoria teria de percorrer menos distância e consumir menos energia para ser transportada.

Portugal deveria passar a importar de França uma quantidade equivalente a 10,97% da disponibilidade de milho para consumo, de Espanha 5,26%, da Ucrânia 28,96%, da Roménia 2,79% e da Sérvia 1,38% em vez das quantidades utilizadas na estimativa inicial que foram de 5,86%, 3,95%, 28,28%, 2,51% e 1,13%, respectivamente.

- **Açúcar (16,02%)**

O açúcar é um produto importado por Portugal de quase todas as zonas do mundo num total de 25 países. Este produto apresentava antes da optimização uma PH de produção média de 1759,9 m³/ton e depois da optimização de 1607,5 m³/ton. Esta diferença reflectida na redução total de PH é quantificada em $-1,02 \times 10^8$ m³/ano ou em -0,025 m³/dia/hab.

No grupo de países que seria necessário aumentar as importações para obter a redução de PH apresentada encontram-se o Brasil, Colômbia, Costa Rica, Espanha, França, Guatemala, Nicarágua, Suazilândia ou a Zâmbia. Por outro lado seria importante reduzir a importação deste produto de países como Cuba, Fiji, Guiana Moçambique, entre outros. Dado o elevado número de países a partir de onde Portugal importa as alterações de importação calculada por país têm um peso percentual relativamente, ainda assim destaca-se o Brasil que deveria ver a sua exportação de açúcar aumentar em cerca de 4%.

- **Café (12,11%)**

O café apresenta a quarta maior redução de PH de entre o grupo de alimentos estudado. A estimativa final apontou que a importação orientada de café seria responsável por 12,11% do total da PH optimizada, ou seja $-7,21 \times 10^7$ m³/ano e -0,019 m³/dia/hab. Assim a PH média de produção do café importado por Portugal passaria a 16241,4 m³/ton enquanto actualmente é de 17085 m³/ton.

O café um pouco como o açúcar é importado de muitos países num total de 23. Contudo muitos destes países servem de país reexportador em que o café de lá importado já foi transportado do verdadeiro país produtor. Nestes casos o valor da PH de produção é dado não pelo consumo de água virtual na produção de café dentro do país que é inexistente, mas sim pela média da PH de produção de onde esse país importa.

Tendo em conta estes dados e estimando antes e depois da optimização das importações verifica-se que para se obter a redução referida acima seria necessário aumentar a percentagem de importação em países como o Brasil, Espanha, Índia e Vietname. Estes quatro países passariam a ser origem de 10,13%, 12,05%, 2,68% e 16,47% do café disponível em Portugal, respectivamente. Em vez das anteriores percentagens de 7,60%, 9,04%, 4,02% e 13,63%.

- **Carne bovina (6.51%)**

A carne bovina é o único produto animal que apresenta uma elevada representação na redução total de PH, 6,51%. Comparando as duas estimativas de PH a redução de água virtual proveniente da carne bovina foi quantificada em $-3,87 \times 10^7$ m³/ano e -0.010 m³/dia/hab. Assim a carne bovina desceu de uma PH média de produção de 14434,076 m³/ton para 14239,92 m³/ton.

Para a redução da PH da carne bovina seria necessário aumentar a importação de carne produzida na França, Reino Unido, Irlanda e Países Baixos. Além disso seria necessário reduzir as quantidades dos restantes países exportadores de carne bovina para Portugal, tais como a Espanha, Itália, Polónia, Uruguai entre outro. Em ambos os casos, de aumento ou diminuição das quantidades importadas, as alterações não seriam muito significativas. As novas percentagens correspondentes às quantidades a importar por cada país obtidas da minimização pelo solver encontram-se no anexo V para todos os produtos e países.

5.4. Análise de resultados aplicados ao município de Faro (resumo)

O município de Faro apresenta uma PH directa média de $2,77 \times 10^4$ m³/dia, em que 44,84% ($1,24 \times 10^4$ m³/dia) é água azul proveniente da distribuição directa de água pela empresa FAGAR e 55,16% ($1,53 \times 10^4$ m³/dia) é água cinzenta proveniente do tratamento de AR. A PH directa não esteve sujeita à optimização e por isso apresenta o mesmo valor para as duas estimativas estudadas. Contudo dada a redução de PH total, pela minimização da PH indirecta, a PH directa tem um peso diferente para a situação actual e para depois da optimização. A PH directa representa 7,11% da PH municipal total actual e depois da optimização passa a representar 7,30%. O município de Faro é essencialmente urbano com um grande centro urbano como a cidade de Faro, desta forma seria de esperar uma grande eficiência tanto na distribuição de água como na recolha de AR que teve um total de 85% da água distribuída.

A PH indirecta do município é actualmente de $3,62 \times 10^5$ m³/dia representando 92,89% da PH total, em que 51,90% ($1,88 \times 10^5$ m³/dia) é de origem interna e 48,10% ($1,74 \times 10^5$ m³/dia) de origem externa. Os 5 produtos que mais peso têm na PH indirecta do município são a carne suína com 17,43% ($6,31 \times 10^4$ m³/dia), o milho com 15,36% ($5,56 \times 10^4$ m³/dia), a carne bovina com 11,34% ($4,11 \times 10^4$ m³/dia), o trigo com 6,80%

($2,46 \times 10^4$ m³/dia) e o café com 6,76% ($2,45 \times 10^4$ m³/dia), enquanto os principais países são Portugal com o valor já referido acima, a Espanha com 20,98% ($7,59 \times 10^4$ m³/dia), a Ucrânia com 4,43% ($1,60 \times 10^4$ m³/dia) e a França com 3,32 ($1,20 \times 10^4$ m³/dia).

Depois da optimização a PH indirecta do município passou a ser de $3,52 \times 10^5$ m³/dia representando 92,70% da PH total, em que 53,33% ($1,88 \times 10^5$ m³/dia) é de origem interna e 46,67% ($1,64 \times 10^5$ m³/dia) de origem externa. Os 5 produtos com mais peso na PH indirecta do município continuam a ser a carne suína com 17,93% ($6,31 \times 10^4$ m³/dia), o milho com 15,27% ($5,38 \times 10^4$ m³/dia), a carne bovina com 11,48% ($4,04 \times 10^4$ m³/dia), o trigo com 6,08% ($2,14 \times 10^4$ m³/dia) e o café com 6,1% ($2,21 \times 10^4$ m³/dia). Também os principais países de onde é proveniente a água virtual contida nos produtos são os mesmos referidos anteriormente, além de Portugal cujo valor já foi referido acima há ainda a Espanha com 20,62% ($7,26 \times 10^4$ m³/dia), a Ucrânia com 4,58% ($1,61 \times 10^4$ m³/dia) e a França com 4,58% ($1,61 \times 10^4$ m³/dia).

Assim, a PH total actual do município fixou-se em $3,89 \times 10^5$ m³/dia e a PH total depois da optimização em $3,79 \times 10^5$ m³/dia. Uma minimização de -10181,6 m³/dia que equivale a uma redução de 2,61%. Para esta minimização contribuiu a optimização de quase todos os produtos estudados à excepção do tomate. Os produtos com mais peso no total minimizado foram o trigo com -3354,8 m³/dia, o milho com -1766,5 m³/dia, o açúcar com -1631,1 m³/dia, o café com -1233 m³/dia e a carne bovina com -662,8 m³/dia. A optimização destes 5 produtos é responsável por 85% do total de PH reduzido.

6. Considerações finais e recomendações futuras

Considerando o objectivo desta dissertação, fornecer um maior esclarecimento sobre o tema da pegada hídrica e também calcular e minimizar a do município de Faro, os resultados obtidos indicam que pelo método de optimização utilizado é possível reduzir a PH do município. Assim, estimou-se a PH do município duas vezes, uma antes e outra depois da optimização realizada com recurso a uma ferramenta de optimização numérica.

A PH directa quantifica a água consumida nas actividades domésticas da população do município e pelo método de minimização escolhido não sofre alteração de resultados nas duas estimativas finais. Assim, o município de Faro apresenta no espaço temporal (2011-2015) deste estudo uma PH directa média de 27662,1 m³/dia ou seja de 0,43 m³/dia/hab, ou seja 7,11% da PH total.

A PH indirecta quantifica a água consumida para a produção dos produtos disponíveis para consumo no nosso país e por sua vez no município. Neste estudo foi considerado um grupo de 30 produtos alimentares e que provêm da produção nacional e das importações. Assim, os três principais países de onde Portugal mais importa são a Espanha, França e Ucrânia, enquanto o 4º e o 5º lugar mais exportador vai variando nos diferentes anos (2011 a 2015). Encontram-se neste lote países como o Canadá, a Bulgária, EUA, Brasil ou Alemanha.

A disponibilidade do produto para alimentação foi estimada através da soma do total de importações com o resultado da subtracção das exportações à produção nacional. Conclui-se que mais de metade (52,72%) da disponibilidade alimentar do conjunto dos 30 produtos estudados é produzida em Portugal, enquanto a Espanha se faz representar na disponibilidade com 13,42% e a França e Ucrânia em 8,92% e 6,77% respectivamente.

Sabendo a PH de produção de cada produto no país de origem foi possível estimar a PH indirecta do consumo dos 30 produtos e ajustá-la ao município. Assim, a PH indirecta do município estimou-se em $3,62 \times 10^5$ m³/dia ou 5,60 m³/dia/hab, ou seja 82,89% da PH total. A totalidade da água virtual apresentada na PH indirecta é soma da água virtual proveniente das importações e da produção nacional, desta forma Portugal é responsável por 51,90% do total de água virtual sendo os restantes 48,10% PH indirecta externa. Os

países que, depois de Portugal, mais se fazem representar no total de água virtual são a Espanha, Brasil, Ucrânia, França e Alemanha.

A minimização da PH indirecta obedeceu a determinados parâmetros que procuraram garantir que esta não alteraria as importações em mais ou menos de 1/3 da importação de cada produto por país exportador e que o total de produto disponível para consumo seria o mesmo que existia antes da minimização. Assim, a ferramenta solver procurou alterar a quantidade a importar de cada produto por país de origem com o objectivo de reduzir a estimativa do consumo de água virtual indirecta resultante do consumo de produtos alimentares.

Após a alteração das quantidades a importar de cada país foi possível estimar novamente a PH indirecta do país e do município e compará-la com o valor actual. Depois da optimização a PH indirecta do município fixou-se em $3,52 \times 10^5$ m³/dia, ou seja 5,45 m³/dia/hab. A PH indirecta passou a representar 92,70% da PH total enquanto a directa os restantes 7,30%.

A PH total do município, que é resultado da soma da PH directa com a indirecta, foi estimada em 389430,6 m³/dia ou 6,03 m³/dia/hab para antes da minimização e em 379249 m³/dia ou 5,87 m³/dia/ para depois da minimização. Comparando as duas estimativas é possível verificar que a segunda estimativa minimiza a PH municipal em 10182 m³/dia ou 0,16 m³/dia/hab.

Foi possível minimizar a PH em 28 dos 30 produtos estudados ficando a faltar somente a “azeitona de mesa” e o “tomate”. Segundo as estimativas a azeitona não teria aumento nem diminuição da PH e o tomate aumentaria a sua PH em 0,01% revelando que a utilização do coeficiente ponderador não ajuda à diminuição da PH deste produto em concreto. Os 5 produtos que mais reduziram a sua PH são o grão-de-bico (14,32%), trigo (13,01%), açúcar (8,25%), feijão (9,76%) e a manteiga (6,95%), enquanto os 5 que menos reduziram foram a cerveja (0,01%), vinho (0,08%), ovos (0,01%), carne suína (0,05%) e a pêra (0,15%). Do total de PH reduzido verificou-se que 32,95% é proveniente da minimização da PH do trigo, sendo este o produto mais importante para a redução da PH. Por outro lado a pêra é o produto em que a quantidade de PH reduzida tem menos importância na redução total final com uma diminuição de 0,01%.

Com base nos resultados obtidos do estudo desta dissertação, conclui-se que é possível minimizar a PH do município através da metodologia utilizada. De forma a completar ou a melhorar a minimização da PH com base na importação de bens alimentares sugerem-se as seguintes recomendações futuras:

- Calcular a PH indirecta para uma estimativa real de consumo dos produtos no município em vez de toda a disponibilidade, visto que nem toda desta disponibilidade é consumida na maioria dos produtos além de o município importar de outras regiões a maior parte daquilo que consome.
- Estudar o impacte da restrição aos valores importados: o limite máximo de 1/3 a adicionar ou a retirar à quantidade importada de cada país. Desta forma seria de esperar uma maior redução de água virtual.
- Adicionar outro coeficiente ponderador, que represente outra limitação como por exemplo o preço dos produtos por local de origem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] World Water Assessment Programme (WWAP), “Managing Water under Uncertainty and Risk,” in *The United Nations World Water Development.*, Report 4, Paris. UNESCO. 2012.
- [2] Organização das Nações Unidas (ONU), “Programa 21,” nº 18. 2014 [online]. Disponível: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm> [Acedido: 06-Dec-2015].
- [3] Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCU), “Dependências dos Recursos Hídricos – Sistemas sometidos a estrés y respuestas sociales 2008-2013,” França, 2014.
- [4] Directiva quadro da água 2000/60/CE. Jornal oficial das Comunidades Europeias, Parlamento Europeu e do conselho de 23 de Outubro de 2000. L327/1.
- [5] Decreto-Lei nº58/2005. Diário da República. I Série-A. Nº249, 7280-7310.
- [6] A. Hoekstra, A. K. Chapagain, M.M. Aldaya and M.M. Mekonnen, “The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard,” *Water Footprint Network.*, 2011, Delft, the Netherlands.
- [7] J. D. Neto, K. F. B. Maracajá, L. E. Araújo and V. P. R. Silva, “Water Footprint as Indicator of Environmental Sustainability,” *REUNIR, Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade.*, vol. 2, no 2. pp. 113-125, 2012.
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “Summary for Policymakers, em: Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment,” *Cambridge University Press.*, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2013.
- [9] A. Y. Hoekstra and P. Q. Hung, “Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows between Nations in Relation to International Crop Trade,” *Value of Water Research.*, Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2002.
- [10] D. Vanham and G. Bidoglio, “The water footprint of Milan,” *Water Sci. Technol.*, vol. 69, pp. 789–795, 2014.
- [11] M. J. Haddadin, “Exogenous water - A conduit to globalisation of water resources”, In: Hoekstra (ed) “Virtual water trade, Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade,” *Value of Water Research.*, Report Series Nº. 12., UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, 2003.
- [12] D. Renault, “Value of Virtual Water for Food: Principles and features. Proceedings Expert meeting on Virtual Water,” Food and Agriculture Organization of the United Nations, Delft, the Netherlands, 2003.
- [13] A. K. Chapagain and A. Y. Hoekstra, “Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products,” *Value of water research.*, Report series nº13, UNESCO-IHE, August, Delft, 2003

- [14] S. Sojamo and E. A. Larson, "Investigating food and agribusiness corporations as global water security, management and governance agents: The case of Nestlé, Bunge and Cargill," *Water Alternatives.*, volume 5, n° 3, pp 619-635, 2012.
- [15] E.D. Williams, R.U. Ayres and M. Heller, "The 1.7 kilogram microchip: Energy and material use in the production of semiconductor devices," *Environmental Science and Technology.*, n°36, pp5504-5510, 2002.
- [16] A. Y. Hoekstra and M. M. Mekonnen, M.M, "The water footprint of humanity," *Proceedings of the National Academy of Sciences.*, vol. 109, no. 9, pp 3232–3237, USA 2011
- [17] P. L. Daniels, M. Lenzen and S.J. Kenway, "The ins and outs of water use - A review of multi-region input-output analysis and water footprints for regional sustainability analysis and policy," *Economic System Research.*, vol. 23, pp. 353–370, 2011.
- [18] K. Feng, A. Chapagain, S. Suh, S. Pfister and K. Hubacek, "Comparison of bottom-up and top-down approaches to calculating the water footprint of nations," *Economic System Research.*, vol. 23, pp. 371–385, 2011.
- [19] H. Hoff, P. Döll, M. Fader, D. Gerten, S. Hauser and S. Siebert, "Water footprints of cities; indicators for sustainable consumption and production," *Hydrology and Earth System Science.*, vol 10, pp. 2601–2639, 2013.
- [20] Q. Dang, X. Lin and M. Konar, "Agricultural virtual water flows within the United States," *Water Resources Research.*, vol. 51, pp. 973–986, 2015.
- [21] R. R. Rushforth, E. A. Adams and B. L. Ruddell, "Generalizing ecological, water and carbon footprint methods and their worldview assumptions using embedded resource accounting," *Water Resources and Industry.*, Vol. 1–2, pp. 77 - 90, 2013.
- [22] B. M. Blackhurst, C. Hendrickson and J. S. I. Vidal, "Direct and indirect water withdrawals for U.S. Industrial sectors," *Environmental Science & Technology.*, vol. 44, no. 6, pp. 2126 -2130, 2010.
- [23] S. Mubako, S. Lahiri and C. Lant, "Input–output analysis of virtual water transfers: Case study of California and Illinois," *Ecological Economics.*, vol. 93, pp. 230 - 238, 2013.
- [24] T. Wiedmann, "A review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting," *Ecological Economics.*, vol, 69, pp. 211-222, 2009.
- [25] S. Y. Zhou, H. Chen and S. C. Li, "Resources use and greenhouse gas emissions in urban economy: Ecological input-output modeling for Beijing 2002," *Communications Nonlinear Science Numerical Simulations.*, vol. 15, pp. 3201-3231, 2010.
- [26] A. Kounina, M. Manuele, B. Jean-Baptiste, B. Anne-Marie, B. Markus, B. Cecile, et al, "Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment," *The Internacional Jornal of Life Cycle Assessment.*, vol. 18, pp. 707-721, 2013.

- [27] J. Chenoweth, M. Hadjikakou and C. Zoumides, “Quantifying the human impact on water resources: a critical review of the water footprint concept,” *Hydrology and Earth System Sciences.*, vol. 18, pp. 2325-2342, 2014.
- [28] Y. Virtanen, S. Kurppa, M. Saarinen, J. M. Katajajuuri, K. Usva, I. Maenpaa, et al, “Carbon footprint of food – approaches from national input–output statistics and a LCA of a food portion,” *Journal of Cleaner Production.*, vol. 19, no.16, pp. 1849-1856, 2011.
- [29] Z. M. Chen and G. Q. Chen, “ Virtual water accounting for the globalized world economy: National water footprint and international virtual water trade,” *Ecological Indicators.*, vol. 28, pp. 142–149, 2013.
- [30] A. Y. Hoekstra, A. K. Chapagain and H. H. G. Savenije, “Water saving through international trade of agricultural products,” *Hydrological Earth System Science.*, vol. 10, pp. 455–468, 2006.
- [31] J.A. Allan, “Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. Priorities for water resources allocation and management,” London, ODA. 13-26, 1993. [online] disponível em: <http://www.nzdl.org/gsdllmod?e=d-00000-00---off-0envl--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-0utfZz-8-00&a=d&c=envl&cl=CL1.5&d=HASH69550dfc4fa9946bf573b7.4.2#HASH69550dfc4fa9946bf573b7.4.2>
- [32] A. Y. Hoekstra and P. Q. Hung, “Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows between Nations in Relation to International Crop Trade,” *Value of Water Research.*, Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2002.
- [33] A. Y. Hoekstra and M. M. Mekonnen, “The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products” *Value of Water Research.*, Report Series No. 48, vol. 2, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- [34] M. Konar, C. Dalin, S. Suweis, N. Hanasaki, A. Rinaldo and I. Rodriguez-Iturbe, “Water for food: The global virtual water trade network,” *Water Resources Research.*, vol. 47, W05520, 2011.
- [35] C. Dalin, M. Konar, N. Hanasaki, A. Rinaldo and I. Rodriguez-Iturbe, “Evolution of the global virtual water trade network,” *Proceedings of the National Academy of Sciences.*, vol. 109, pp. 5989–5994, 2012.
- [36] S. Tamea, J. A. Carr, F. Laio and L. Ridolfi, “Drivers of the virtual water trade,” *Water Resources Research.*, vol. 50, pp. 17–287, 2014.
- [37] M. Lenzen, D. Moran, A. Bhaduri, K. Kanemoto, M. Bekchanov, A. Geschke and B. Foran, “International trade of scarce water,” *Ecological Economics.*, vol. 94, pp. 78–85, 2013.
- [38] World Wide Fund for Nature, “Relatório Planeta Vivo 2008,” Gland, Suíça (2008).
- [39] A. Do Ó, L. N. Silva, Â. Morgado and M. Barata, “Pegada Hídrica em Portugal,” World Wide Fund for Nature - Programa Mediterrâneo, Roma, 2011.

- [40] A. E. Ercin, M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra, “The water footprint of France,” *Value of Water Research.*, Report Series No. 56, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2012.
- [41] Q. Dang, X. Lin and M. Konar, “Agricultural virtual water flows within the United States,” *Water Resources Research.*, vol. 51, pp. 973–986, 2015.
- [42] Y. Yu, K. Hubacek, K. Feng and D. Guan, “Assessing regional and global water footprints for the UK,” *Ecological Economics.*, vol. 69, pp. 1140–1147, 2010.
- [43] D. Guan and K. Hubacek, “Assessment of regional trade and virtual water flows in China,” *Ecological Economics.*, vol. 61, pp. 159–170, 2007.
- [44] J. Ma, A. Y. Hoekstra, H. Wang, A. K. Chapagain and D. Wang, “Virtual versus real water transfers within China,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, vol. 361, pp. 835–842, 2006.
- [45] S. Verma, D. A. Kampman, P. Van der Zaag and A. Y. Hoekstra, “Going against the flow: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India’s national river linking program,” *Physics and Chemistry of the Earth.*, vol. 34, pp. 261–269, 2009.
- [46] H. Hoff, P. Doll, M. Fader, D. Gerten, S. Hauser and S. Siebert, “Water footprints of cities; indicators for sustainable consumption and production,” *Hydrology and Earth System Sciences.*, vol. 10, pp. 2601–2639, 2013.
- [47] Z. Wang, K. Huang, S. Yang and Y. Yu, “An input–output approach to evaluate the water footprint and virtual water trade of Beijing, China,” *Journal of Cleaner Production.*, vol. 42, pp. 172–179, 2013.
- [48] Z. Zhang, H. Yang and M. Shi, “Analyses of water footprint of Beijing in an interregional input–output framework,” *Ecological Economics.*, vol. 70, pp. 2494–2502, 2011.
- [49] K. Feng, K. Hubacek, J. Minx, Y. L. Siu, A. Chapagain, Y. Yu, D. Guan and J. Barrett, “Spatially explicit analysis of water footprints in the UK,” *Water.*, vol. 3, pp. 47–63, 2011.
- [50] K. Feng, Y. L. Siu, D. Guan and K. Hubacek, “Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach,” *Applied Geography.*, vol. 32, pp. 691–701, 2012.
- [51] J. Fulton, H. Cooley and P. H. Gleick, “Water footprint outcomes and policy relevance change with scale considered: Evidence from California,” *Water Resour. Manag.*, vol. 28, pp. 3637–3649, 2014.
- [52] Z. Zeng, J. Liu, P. H. Koeneman, E. Zarate and A. Y. Hoekstra, “Assessing water footprint at river basin level: A case study for the Heihe River Basin in Northwest China,” *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. 16, pp. 2771–2781, 2012.
- [53] L. Zhuo, M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra, “Sensitivity and uncertainty in crop water footprint accounting: A case study for the Yellow River Basin,” *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. 18, pp. 2219–2234, 2014.

- [54] D. Vanham, “An assessment of the virtual water balance for agricultural products in EU river basins,” *Water Resour. Ind.*, vol. 1–2, pp. 49–59.
- [55] S. Mubako, and C. L. Lant, “Agricultural virtual water trade and water footprint of U.S. States,” *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, vol. 103, pp. 385–396, 2013.
- [56] J. Ma, A. Y. Hoekstra, H. Wang, A. K. Chapagain, and D. Wang, “Virtual versus real water transfers within China,” *Philos. Trans. R. Soc B.*, vol. 361, pp. 835–842, 2006.
- [57] C. Dalin, N. Hanasaki, H. G. Qiu, D. L. Mauzerall, and I. Rodriguez-Iturbe, “Water resources transfers through Chinese interprovincial and foreign food trade,” *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 111, pp. 9774–9779, USA 2014.
- [58] F. Bulsink, A. Y. Hoekstra and M. J. Booij, “The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products,” *Hydrology and Earth System Sciences.*, vol. 14, pp. 119–128, 2010.
- [59] K. Hubacek, D. Guan, J. Barrett, and T. Wiedmann, “Environmental implications of urbanization and lifestyle change in China: Ecological and water footprints,” *Journal of Cleaner Production.*, vol. 17, pp. 1241–1248, 2009.
- [60] H. Wang, and Y. Wang, “An input–output analysis of virtual water uses of the three economic sectors in Beijing,” *Water Int.*, vol. 34, pp. 451–467, 2009.
- [61] D. J. White, K. Feng, L. Sun, and K. Hubacek, “A hydro-economic MRIO analysis of the Haihe River Basin’s water footprint and water stress,” *Ecol. Model.*, 2015.
- [62] Y. Zhi, Z. F. Yang, and X. A. Yin, “Decomposition analysis of water footprint changes in a water-limited river basin: A case study of the Haihe River Basin, China” *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. 18, pp. 1549–1559, 2014.
- [63] H. J. Dong, Y. Geng, J. Sarkis, T. Fujita, T. Okadera, and B. Xue, “Regional water footprint evaluation in china: A case of Liaoning,” *Sci. Total Environ.*, vol. 442, pp. 215–224, 2014.
- [64] X. Deng, F. Zhang, Z. Wang, X. Li, and T. Zhang, “An extended input output table compiled for analyzing water demand and consumption at county level in China,” *Sustainability.*, vol. 6, pp. 3301–3320, 2014.
- [65] K. Feng, K. Hubacek, S. Pfister, Y. Yu, and L. Sun, “Virtual scarce water in China,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 48, pp. 7704–7713, 2014.
- [66] Y. K. Jiang, W. J. Cai, P. F. Du, W. Q. Pan, and C. Wang, “Virtual water in interprovincial trade with implications for China’s water policy,” *J. Clean. Prod.*, vol. 87, pp. 655–665, 2014.
- [67] M. Lenzen, and G. M. Peters, “How city dwellers affect their resource hinterland,” *J. Ind. Eco.*, vol. 14, pp. 73–90, 2010.
- [68] M. Lenzen, “Understanding virtual water flows: A multiregion input-output case study of Victoria,” *Water Resour. Res.*, vol. 45, W09416, 2009.

- [69] E. Velázquez, “An input–output model of water consumption: Analysing intersectoral water relationships in Andalusia,” *Ecol. Econ.*, vol. 56, pp. 226–240, 2006.
- [70] J. Huang, B. G. Ridoutt, H. L. Zhang, C. C. Xu, and F. Chen, “Water footprint of cereals and vegetables for the Beijing market comparison between local and imported supplies”, *J. Ind. Ecol.*, vol. 18, pp. 40–48, 2009.
- [71] M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra, “National water footprint account: The green, blue and grey water footprint of production and consumption”, *Value of water research.*, Report series nº50, vol-1, UNESCO-IHE, Maio Delf, 2011.
- [72] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy – Energy Efficiency in Germany (2016), "Modes of transport" disponível em <http://www.inefficiency-from-germany.info/ENEFF/Navigation/EN/Energyefficiency/Transport/InlandWaterways/inland-waterways.html>, consultado em 28 de Abril de 2016.
- [73] Camara Municipal de Faro (CMF), “Plano Estratégico Faro 2025”, Anexo 1 – Diagnostico local e regional, Faro, 2013.
- [74] Camara Municipal de Faro (CMF), “Estatísticas Concelhias – Principais Indicadores Locais”, Departamento de Planeamento Estratégico, Faro, 2012.
- [75] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Balança Alimentar Portuguesa (BAP)”, 2010.
- [76] INE, “Estatísticas do comércio internacional de bens - Importações (kg) de bens por local de origem e tipo de bens (nomenclatura combinada –NC8); anual”, [online], Lisboa: 2011 – 2015, disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008152&contexto=bd&selTab=tab2
- [77] INE, “Estatísticas do comércio internacional de bens - Exportações (kg) de bens por local de destino e tipo de bens (nomenclatura combinada –NC8); anual”, [online], Lisboa: 2011 – 2015, disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008153&contexto=bd&selTab=tab2
- [78] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas agrícolas 2011”, Edição 2012, Lisboa, ISSN 978-989-25-0155-0, 2012.
- [79] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas agrícolas 2012”, Edição 2013, Lisboa, ISSN 978-989-25-0198-7, 2013.
- [80] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas agrícolas 2013”, Edição 2014, Lisboa, ISSN 978-989-25-0265-6, 2014.
- [81] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas agrícolas 2014”, Edição 2015, Lisboa, ISSN 978-989-25-0320-8, 2015.
- [82] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas do comércio internacional 2011”, Edição 2012, Lisboa, ISSN 978-989-25-0159-8, 2012.

- [83] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas do comércio internacional 2012”, Edição 2013, Lisboa, ISSN 978-989-25-0202-1, 2013.
- [84] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas do comércio internacional 2013”, Edição 2014, Lisboa, ISSN 978-989-25-0266-3, 2014.
- [85] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas do comércio internacional 2014”, Edição 2015, Lisboa, ISSN 978-989-25-0304-2, 2015.
- [86] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas dos transportes e comunicações 2014”, Edição 2015, Lisboa, ISSN 978-989-25-0309-7, 2015.
- [87] Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas do ambiente 2014”, Edição 2015, Lisboa, ISSN 978-989-25-0301-1, 2015.
- [88] C. Pinheiro, D. Mendes, J. Matos, J. Mota, L. Fernandes e R. Pinheiro, “Disponibilidade de água doce - A vulnerabilidade e a escassez de água doce são reais em Portugal?”, PROJECTO FEUP, Universidade do Porto, Outubro de 2009.
- [89] C. M. F. Da Silva, “O abastecimento público de água na região do Algarve: Caracterização e perspectivas de evolução”, FEUP - Universidade do Porto, 2009.
- [90] Faro, Gestão de Águas e Resíduos, “Relatório e Contas 2011”, Faro, 2011.
- [91] Faro, Gestão de Águas e Resíduos, “Relatório e Contas 2012”, Faro, 2012.
- [92] Faro, Gestão de Águas e Resíduos, “Relatório e Contas 2013”, Faro, 2013.
- [93] Faro, Gestão de Águas e Resíduos, “Relatório e Contas 2014”, Faro, 2014.
- [94] Faro, Gestão de Águas e Resíduos, “Relatório e Contas 2015”, Faro, 2015.
- [95a] M. M. Mekonnen, and A. Y. Hoekstra, “The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products,” *Value of Water.*, Research Report Series No. 47, vol. 1, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- [95b] M. M. Mekonnen, and A. Y. Hoekstra, “The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products,” *Value of Water.*, Research Report Series No. 47, vol. 2, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- [96a] M. M. Mekonnen, and A. Y. Hoekstra, “The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products,” *Value of Water.*, Research Report Series No. 48 vol. 1, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- [96b] M. M. Mekonnen, and A. Y. Hoekstra, “The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products,” *Value of Water.*, Research Report Series No. 48 vol. 2, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- [97] INE, “Produção nacional de bens - Produção (kg) de bens por tipo de bens (nomenclatura combinada –NC8); anual”, [online], Lisboa: 2011 – 2015, disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008153&contexto=bd&selTab=tab2

[98] S. Morera, L. Corominas, M. Poch, M. M. Aldaya and J. Comas, “Water footprint assessment in wastewater treatment plants,” *Journal of Cleaner Production.*, v. 112, pp. 4741 – 4748, 2016.

[99] P. R. Van Oel and A. Y. Hoekstra, “The green and blue water footprint of paper products: Methodological considerations and quantification,” *Value of Water.*, Research Report Series No. 46, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.

Anexos

Anexo I – Dados de Importação, produção e exportação nacional por produto.

Anexo II – Pegada Hídrica de produção dos produtos segundo o local de origem.

Anexo III – Dados para Cálculo do coeficiente ponderador.

Anexo IV – Disponibilidade para consumo de cada produto – Percentagens da proveniência desse consumo antes da optimização.

Anexo V – Disponibilidade para consumo de cada produto – Percentagens da proveniência desse consumo depois da optimização.

Anexo VI - PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal antes e depois da minimização.

Anexo I – Dados de Importação, produção e exportação nacional por produto.

O seguinte anexo apresenta os dados de importação, exportação e produção nacional para o grupo de produtos considerado na dissertação. Alguns dados a vermelho representam a média de produção dos anos anteriores, como foi referido na metodologia.

Quadro 1. Exportações nacionais por produto [77].

Produto alimentar	Exportações nacionais (ton/ano)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Trigo	16768,171	41429,634	8107,596	40974,470	37497,400
Arroz	61630,221	75891,461	33612,654	21013,123	27004,702
Milho	29274,353	115088,197	26168,107	30721,866	34102,38
Centeio	50,588	0,04	99,595	102,678	0,04
Aveia	1872,133	5419,838	93,918	313,975	162,545
Batata	44447,105	53889,739	56259,110	56832,903	47244,753
Açúcar	128352,469	163794,362	217673,091	149069,935	218113,71
Tomate	170305,561	121352,933	106904,198	98378,405	112040,81
Feijão	8565,037	9255,834	12257,084	10015,702	9122,364
Grão-de-bico	4504,221	2583,05	2636,365	1947,003	3578,581
Maçã	38560,402	33437,693	24660,28	21379,232	21663,091
Pêra	122065,943	140581,558	82186,589	94708,913	
Pêssego	8185,733	7378,788	6307,096	3130,979	4090,215
Uva	6067,905	7515,304	5257,988	4795,131	6536,467
Laranja	128280,325	94534,110	75522,554	98364,521	54081,369
Azeitonas	17015,97	12172,4	8415,44	2100,95	1304,82
Carne bovina	9696,605	5892,994	7176,743	9031,127	7926,412
Carne suína	41254,955	41532,951	32163,079	27859,87	22497,451
Carne de aves	24234,836	20377,591	19068,042	17884,230	17288,188
Carne de ovino e caprino	2244,834	1100,895	892,213	602,474	796,812
Ovos	13775,435	17594,77	11454,382	10294,378	
Leite	216131,247	232128,413	229370,727	280497,887	257573,75

Iogurtes	4995,780	5533,447	7092,041	7928,265	8871,752
Queijo	8516,921	9209,795	8261,004	10478,343	9558,159
Manteiga	18929,820	13366,222	13890,707	17985,564	13222,140
Azeite	123573,701	127684,782	104730,8	96712,8	79984,388
Café	11851,757	11528,332	10759,995	11513,700	10626,351
Chocolate	3403,406	3698,726	3110,692	3563,562	4003,915
Vinho	281285,430	284003,186	304922,175	337411,086	308929,17
Cerveja	198261,238	279258,091	259700,889	320882,389	298668,90

Quadro 2. Produção nacional por produto [78 – 81, 97].

Produto alimentar	Produção nacional (ton/ano)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Trigo	75200,25	98794	92014	58990	51003
Arroz	179880,25	167322	180155	187028	185016
Milho	871366,5	896995	929538	848666	810267
Centeio	17252,8	17629	18210	14784	18388
Aveia	52209	67443	62632	30506	48255
Batata	465741,25	539872	487646	445649	389798
Açúcar	409331,10	351792,63	455167,45	381739,09	448625,22
Tomate	1304289	1399535	1186840	1385417	1245364
Feijão	1928,75	1802	1933	1922	2058
Grão-de-bico	571	531	439	634	680
Maçã	257256,25	273721	287314	220761	247229
Pêra	132194,75	210009	202483	116287	
Pêssego	32142,25	41053	22839	30157	34520
Uva	16454	14435	17479	17913	15989
Laranja	231350	251519	236800	208980	228101
Azeitonas	17399	17399	17532	11973	9047
Carne bovina	88644	79842	84011	92988	96004
Carne suína	377638	360053	345673	362436	383787
Carne de aves	308544	295261	291479	292051	292169
Carne de ovino e	11237	10933	10740	10633	10919

caprino					
Ovos	106706	96808	92134	87180	
Leite	844015,75	831530	834470	859012	851051
Iogurtes	99402,5	92165	107905	98577	98963
Queijo	77922	78536	75734	78467	78951
Manteiga	27490,75	28114	25736	28446	27667
Azeite	70705,598	59879,25	89986,77	58084,11	74872,26
Café	40835,781	41507,063	41870,933	41276,791	38688,337
Chocolate					
Vinho	617775,300	538526,600	546614,000	556844,100	494164,700
Cerveja	829266	829266	829266	826586	831946

- **Trigo**

Quadro 3. Importação nacional de trigo (ton) [76].

Local de origem do trigo	Importações nacionais de trigo (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	34229,813	6449,700	104114,397	92736,336	48857,025
Brasil				32756,870	
Canadá	68964,330	57505,480	26903,620	60913,020	
Alemanha	57202,464	132747,108	73479,504	117666,594	92687,699
Dinamarca				35279,163	33556,419
Estónia	13375,616				
Espanha	311143,379	241085,019	146255,261	154881,845	284247,340
França	555570,163	665488,026	559202,600	604368,211	478105,242
Reino Unido	154058,789	79433,794	32153,840	110000,188	104685,443
Grécia		12585,300			
Lituânia	17216,959	6245,610			
Letónia	31815,181			16844,479	
Países Baixos		8188,925		5506,393	
Polónia	13922,418	15574,150		7699,915	

Roménia	11250,534		27579,127	56795,585	19069,900
Rússia				13224,380	44357,190
Turquia			17028,035		
Ucrânia				32027,265	111329,850
Estados Unidos			68250,200	45038,805	52044,615

- **Arroz**

Quadro 4. Importação nacional de arroz (ton) [76].

Local de origem do arroz	Importações nacionais de arroz (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina			2722,597	8134,218	5599,110
Brasil				9999,880	9150,740
Espanha	52081,451	26494,603	33955,285	39045,633	15686,760
França			881,571	670,852	2865,977
Reino Unido				3450,968	
Grécia		1135,979	1150,116		
Guiana	72723,422	33794,908	26863,845	8336,392	35610,824
Índia	11728,396	4276,990	4753,027	6279,998	2610,000
Itália	2893,152	3507,040	2697,704	4097,462	3703,053
Camboja	10237,456	6876,026	4396,338	2325,740	4940,396
Myanmar	1449,000	2125,000	1000,000		
Países Baixos		529,387			
Paquistão	3894,555	1545,600	975,235		1311,023
Suriname		15372,096	6861,977	8517,860	7311,720
Tailândia	3633,899	1708,937	1446,269	1413,002	1995,854
Uruguai	1736,800	8043,730	15476,807	18893,368	29084,804
Vietname		4456,476	5233,829		

- **Milho**

Quadro 5. Importação nacional de milho (ton) [76].

Local de origem de milho	Importações nacionais de milho (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	27517,754	121491,765	123791,930	138657,022	72745,932
Brasil	248048,115	109457,260	675398,535	102022,545	215165,080
Canadá		221573,637	31207,915		118415,737
Alemanha	4008,123	6861,420		3328,644	11202,461
Espanha	101487,469	113666,100	76608,978	133587,863	71241,113
França	130659,178	169482,768	86686,617	133836,075	211221,601
Hungria	39284,842			15032,107	
Paraguai	30587,000				
Roménia	160358,409	107249,533	20015,415		32776,101
Rússia		53322,600		62199,345	
Ucrânia	773620,012	625770,105	625445,269	1060072,877	486196,325
Estados Unidos	151066,960	169496,888		26470,528	313224,345
Sérvia	78021,565	25350,700			39597,080
África do Sul		52439,265			35384,580

- **Centeio**

Quadro 6. Importação nacional de centeio (ton) [76].

Local de origem de centeio	Importações nacionais de centeio (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	1121,27	2158,44	8690,75	6335,21	4298,94
Espanha	17382,20	25665,75	19831,00	20276,74	16835,92
Polónia	3873,35		3597,27	7730,52	
Roménia			4481,89		
Suécia	10718,36				

- Aveia

Quadro 7. Importação nacional de aveia (ton) [76].

Local de origem de aveia	Importações nacionais de aveia (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	3092,342				
Brasil					183,434
Alemanha	134,683	160,500	201,539		
Estónia	176,450				
Espanha	10685,213	11989,440	13400,118	14397,945	17210,972
França	118,055		8329,688		
Reino Unido		4764,166	363,001	188,470	1932,369
Hungria	130,612				
Suécia			2722,393		

- Batata

Quadro 8. Importação nacional de batata (ton) [76].

Local de origem de batata	Importações nacionais de batata (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	3942,724	8402,888	12420,599	2485,266	6543,428
Alemanha	5753,861	4730,698	7520,922	7398,216	7730,865
Dinamarca	4011,048	7489,575	9188,547	3410,819	5704,332
Espanha	193778,934	162241,684	186558,613	220675,504	173956,505
França	169293,688	156747,498	166618,806	165134,926	190664,528
Reino Unido	3071,715	3313,496	2385,754	2177,585	4038,838
Países Baixos	29436,135	27780,428	43791,858	26630,634	28098,705

- Açúcar

Quadro 9. Importação nacional de açúcar (ton) [76].

Local de origem do açúcar	Importações nacionais de açúcar (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Barbados		5496,67			10131,39
Benim				9935,36	
Brasil		20398,61	89125,99	180315,44	233466,40
Belize			13321,29	17462,49	
Colômbia	2211,25				
Costa Rica	10630,59		43968,82		
Cuba	65549,02	36749,91	51430,21	48321,39	
República Dominicana		31733,97	16952,12		
Espanha	45158,05	20216,21	14647,96	12015,97	12049,68
Ilhas Fiji	31871,90		31086,72		
França					11040,10
Guatemala	22394,92	2367,57		19857,98	
Guiana		33331,75	22279,96	21679,79	45559,22
Jamaica	18545,17	22104,00	16136,36		21493,36
Laos		23972,50			
Madagáscar		30701,49	19944,06		
Malawi			28587,61	3117,59	
Moçambique	8067,64	24944,18	76868,56		40313,54
Nicarágua	22506,99				
Panamá		1986,27			
Sudão	72190,46	25093,52			
Suazilândia	77733,47		58428,59		33926,55
África do Sul	2663,72				
Zâmbia	8972,47	8979,25	20698,79	17002,56	9302,74
Zimbabwe		79915,42	25034,88	74865,08	69930,48

- **Tomate**

Quadro 10. Importação nacional de tomate (ton) [76].

Local de origem de tomate	Importações nacionais de tomate (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	2120,91	1949,46	1170,90		
Espanha	31856,04	28090,40	32175,04	28922,38	36322,75
França	1952,68	1700,60	616,58	335,94	
Marrocos	521,58	576,00	590,76		
Países Baixos	308,42				
Polónia	405,56				
Eslovénia				546,89	

- **Feijão**

Quadro 11. Importação nacional de feijão (ton) [76].

Local de origem de feijão	Importações nacionais de feijão (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	12931,269	5486,775	7813,451	12748,770	13091,630
Brasil	431,763	650,330	548,695	1069,488	518,775
Belize	253,375				453,244
Canadá	4238,238	5861,618	5171,668	3198,121	2682,668
China	4557,622	6865,455	9455,213	8136,317	11845,995
Egipto	1018,000	1202,000	429,000	288,000	
Espanha	560,386	822,102	1045,207	1091,248	1187,476
Etiópia	4116,000	8524,400	3668,000	2340,000	
Madagáscar	611,000	1084,000	1306,950	1215,500	1426,000
Myanmar	238,250	2092,800		256,000	
Peru		603,479	2754,850	2138,890	2114,880
Estados Unidos	3271,247	7185,386	3708,595	256,271	651,716

- **Grão-de-bico**

Quadro 12. Importação nacional de grão-de-bico (ton) [76].

Local de origem de grão-de-bico	Importações nacionais de grão-de-bico (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	1643,910	7501,284	5540,036	7795,603	2988,140
Austrália		2936,300	269,900		
Canadá	153,875	124,950		406,013	1197,413
China					238,570
Espanha	140,248	184,902	264,539	345,382	1103,659
Etiópia			480,000		
França				227,832	356,347
Índia	496,046	1558,358	3874,849	689,100	5197,581
México	3820,000	3845,000	4182,000	2551,940	285,950
Turquia					90,000
Estados Unidos	1639,680	2897,039	1707,771	1490,726	370,131

- **Maçã**

Quadro 13. Importação nacional de maçã (ton) [76].

Local de origem de maçãs	Importação nacional de maçãs (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	391,328	1116,010	1305,814	1045,276	5438,618
Brasil	3646,523	2718,516	3637,996	4712,994	4484,709
Chile	3506,845	5632,093	4648,175	1421,615	2052,432
Alemanha	96,184	1040,676	388,251	73,234	244,509
Espanha	16205,856	12983,778	23249,078	19847,139	20903,528
França	12331,150	16929,897	18041,529	22307,957	26905,573
Itália	3720,433	2305,561	1410,495	1652,164	3771,532
Países Baixos	224,187	50,614	1526,555	33,852	90,669
Nova Zelândia	309,036	209,916	465,248	656,208	1773,408
Polónia	355,560	711,892	2976,039	287,090	
Uruguai	94,960	255,513	132,859	122,223	41,948
África do Sul	246,348	149,212	606,344	691,031	405,722

- **Pêra**

Quadro 14. Importação nacional de pêra (ton) [76].

Local de origem das pêras	Importação nacional de pêras (ton)			
	2015	2014	2013	2012
Argentina	1602,207	1591,751	1879,809	1237,642
Bélgica	86,534			
Brasil	208,620			
Chile	606,272	916,544	253,033	102,447
Alemanha		280,069	495,878	282,270
Espanha	5802,980	4769,264	7575,043	6587,255
França				372,710
Países Baixos	395,767	215,735	1178,324	244,698
Rússia		72,072		
África do Sul	3545,209	4100,164	4891,138	3745,610

- **Pêssego**

Quadro 15. Importação nacional de pêssego (ton) [76].

Local de origem de pêssego	Importação nacional de pêssegos (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Chile	230,989				
Alemanha	672,912	243,034		705,748	527,387
Espanha	37559,844	42550,958	53823,585	39305,485	43186,329

- **Uva**

Quadro 16. Importação nacional de uva (ton) [76].

Local de origem da uva	Importações nacionais de uva (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina					279,55
Chile	4433,54	4506,84	3080,82	2249,83	2855,27
Alemanha	141,76		236,15	604,03	261,20

Espanha	18377,17	22047,13	20833,55	18048,61	24005,90
França	1070,47	2342,39	778,43	1538,26	1627,94
Itália	742,78	846,85		214,59	197,79
Países Baixos	559,06	1304,81	548,24	181,73	160,15
Peru	1837,51	1189,26	899,28	950,24	791,46
África do Sul	900,61	613,51	730,44	917,86	1626,72

- **Laranja**

Quadro 17. Importação nacional de laranja (ton) [76].

Local de origem da laranja	Importação nacional de laranja (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	1176,541	2302,677	1042,182	1767,680	1374,580
Brasil	3029,920	1752,720			1480,020
Espanha	30577,732	39129,477	33145,194	17572,021	35526,879
França			440,496	469,176	1262,942
Grécia				1251,443	
Peru					1190,000
Uruguai	601,298	820,441	2678,377	1184,330	2053,309
África do Sul	52418,141	39290,917	40091,753	39309,654	29309,277
Zimbabwe	1527,326	1015,792	880,045	398,240	480,430

- **Azeitona de mesa**

Quadro 18. Importação nacional de azeitona (ton) [76].

Local de origem da azeitona	Importações nacionais de azeitona (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	5780,216	4700,607	4974,230	2370,322	1862,884

- **Carne bovina**

Quadro 19. Importação nacional de carne bovina (ton) [76].

Local de origem da carne bovina	Importações nacionais de carne bovina (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	1077,756	790,021			
Brasil		456,544	424,065	587,319	676,804
Alemanha	1147,229	2270,543	1676,423	1655,763	1878,854
Dinamarca	1554,495	1919,217	1612,006	1669,023	2429,041
Espanha	58436,047	57401,753	55450,664	51955,670	55459,811
França	4493,059	4615,289	5362,642	6353,322	7501,581
Reino Unido	1316,413	1877,189	1373,512	769,250	825,407
Irlanda	2944,593	3149,667	1677,362	2225,361	3197,511
Itália	706,674	787,919	673,056	799,747	1014,438
Países Baixos	14806,765	15580,729	14341,116	11692,569	12259,641
Nova Zelândia					421,999
Polónia	5757,444	7248,383	3880,551	1597,384	587,835
Uruguai	948,580	790,823	688,630	835,050	862,515

- **Carne suína**

Quadro 20. Importação nacional de carne suína (ton) [76].

Local de origem da carne suína	Importação nacional de carne suína (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica					589,770
Alemanha		712,413	863,683	660,633	736,338
Espanha	118077,946	131440,643	121768,355	111809,226	106441,435
França	2262,614	1669,071	1379,333	1859,633	2155,249

- **Carne de aves**

Quadro 21. Importação nacional de carne de aves (ton) [76]

Local de origem da carne de aves	Importações nacionais de carne de aves (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				366,39	
Brasil					360,28
Alemanha	2773,55	2487,45	2467,54	2593,69	2707,17
Espanha	34730,01	35221,96	30635,55	25354,99	26512,07
França	6569,01	6422,44	8721,22	6866,06	7638,63
Reino Unido	3862,81	2108,32	1232,85	654,65	853,04
Hungria	1143,12				
Itália	5551,23	5133,75	3228,03	2664,19	3286,82
Países Baixos	3941,85	3575,95	3559,83	4801,75	4226,30
Polónia	5214,62	3726,55	2606,24	1719,51	1740,19

- **Carne ovina ou caprina**

Quadro 22. Importação nacional de carne ovina ou caprina (ton) [76]

Local de origem de carne ovina ou caprina	Importações nacionais de carne ovina ou caprina (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	133,296	228,569	161,426	272,57	408,298
Chile	87,702	195,846	163,58	17,258	105,574
Alemanha				36,937	
Espanha	2891,455	2858,781	2622,928	2588,299	2747,79
França	726,135	688,143	782,036	713,484	713,948
Reino Unido	1122,885	1195,062	1147,081	583,144	609,592
Grécia	239,29	113,438	106,998		
Irlanda	42,193	57,322	147,147	253,244	639,087
Itália		79,289	52,965		
Países Baixos	488,505	528,534	303,643	339,7	214,544

Nova Zelândia	1261,826	1025,823	1282,791	1669,216	2536,957
----------------------	----------	----------	----------	----------	----------

- **Ovos**

Quadro 23. Importação nacional de ovos (ton) [76].

Local de origem de ovos	Importação nacional de ovos (ton)			
	2015	2014	2013	2012
Alemanha				329,91
Estónia			629,436	
Espanha	8104,251	6017,91	5715,755	6582,494
França	139,267		44,986	204,983

- **Leite**

Quadro 24. Importação nacional de leite (ton) [76]

Local de origem de leite	Importações nacionais de leite (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				2518,423	
Alemanha	2425,343	2051,547	4128,458	4663,954	7661,947
Dinamarca	1652,284				
Estónia	662,688				
Espanha	76926,359	103297,211	108941,934	162272,995	164386,884
França	37913,366	42900,252	46668,245	46281,744	45862,969
Reino Unido	606,581	610,508			
Itália	975,617	952,573	693,026	460,464	606,916

- **Iogurtes**

Quadro 25. Importação nacional de iogurtes (ton) [76].

Local de origem de iogurtes	Importações nacionais de iogurtes (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	816,13	1638,11	735,39		
Bélgica		572,93			
República Checa	971,25	871,26			
Alemanha	9414,70	9494,39	10316,02	12134,73	13465,13
Espanha	85629,86	79114,10	74096,09	70695,41	71606,04
França	14320,26	16660,22	21846,75	30061,07	26462,49
Reino Unido			890,19		
Polónia	1245,77	1536,11	2154,23	2933,20	3325,35

- **Queijos**

Quadro 26. Importação nacional de queijos (ton) [76]

Local de origem de queijos	Importações nacionais de queijos (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	1669,904	1117,856	876,705	679,659	301,006
Alemanha	11190,989	9325,472	8371,945	8651,582	8843,457
Dinamarca	1664,448	987,817	820,883	640,307	874,549
Espanha	18854,944	20035,812	16439,064	14300,299	16140,192
França	5844,680	5289,219	6007,303	6297,880	5549,082
Reino Unido	1184,549	1027,470	1033,321	1116,436	1146,524
Itália	1865,099	1123,041	1097,178	977,688	861,273
Lituânia	401,519	879,868	247,492		
Países Baixos	4983,506	3680,502	3252,228	2233,008	2185,242
Polónia	770,112	1129,891	1997,679	1826,873	1713,355

- **Manteigas**

Quadro 27. Importação nacional de manteiga (ton) [76].

Local de origem de manteigas	Importações nacionais de manteigas (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	2696,69	2903,83	3293,65	3107,72	3008,40
Alemanha	645,76	597,00	423,18	192,58	68,36
Espanha	4200,45	4352,69	5121,04	4418,33	5090,97
França	1339,51	1373,31	1485,83	1541,87	946,61
Reino Unido					147,15
Países Baixos	209,79	133,57	128,15	206,27	156,57

- **Azeite**

Quadro 28. Importação nacional de azeite (ton) [76]

Local de origem de azeite	Importações nacionais de azeite (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	91978,754	102432,558	101743,7	100913,269	87967,162
França	885,336		1698,844		
Itália			1607,154		
Marrocos	1094,78	957,98			
Tunísia	7176,973		2453,5		
Turquia			5203,013		

- **Café**

Quadro 29. Importação nacional de café (ton) [76].

Local de origem de cafés	Importações nacionais de cafés (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Angola	783,100			399,510	
Bélgica	568,096				

Brasil	6441,540	6930,823	6384,030	6491,506	6234,564
Suíça				1387,896	1457,475
Costa do Marfim	1305,299	1481,110	794,320	1613,845	546,417
Camarões	4232,673	4292,954	3704,082	5383,618	5351,575
Colômbia	498,845	465,325	498,406	400,588	364,188
Costa Rica	777,975	959,390	1598,972	1388,625	1365,538
Alemanha	1652,797	1495,784	1770,896	2580,914	2747,667
Espanha	6741,798	7455,674	7567,451	10801,509	6191,367
França	1451,018	1763,734	1400,272	451,464	
Guatemala		715,643	920,564	532,937	1623,104
Honduras	1281,358	1322,830	1891,234	1622,911	3034,662
Indonésia	2512,200	2422,599	2557,970	1670,343	1051,988
Índia	2965,769	3109,234	3397,200	3174,143	4521,041
Itália	2304,442	2427,401	2182,563	2219,896	2307,312
Laos	487,800	748,693	977,790	805,695	1161,275
Países Baixos	1218,268	1140,884	582,105	1156,096	1303,563
Peru	475,163	419,161		457,532	462,206
Papua Nova Guiné			461,600		
Timor Leste	569,278	352,700	324,585		399,600
Uganda	5843,381	6043,784	5563,491	3965,680	6405,763
Vietname	12752,465	12319,847	13214,048	11227,572	8781,367

- **Chocolate**

Quadro 30. Importação nacional de chocolate (ton) [76].

Local de origem de chocolate	Importações nacionais de chocolate (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	670,65	675,41	542,40	418,05	399,14

Bélgica	5474,04	4652,35	3706,23	3495,48	4760,98
República Checa	475,31	440,51	281,83		
Alemanha	10162,21	10485,98	10937,98	11006,05	10571,92
Espanha	14813,41	14474,17	14859,44	13716,29	13289,29
França	5555,29	5452,63	5916,11	5698,19	6339,40
Reino Unido	654,13	459,01	572,01	342,97	498,72
Itália	4241,14	3842,30	3532,26	3641,45	3720,20
Países Baixos	2938,94	2907,04	2903,08	2757,78	2275,81
Polónia	419,75	393,70	235,85	226,00	

- **Vinho**

Quadro 31. Importação nacional de vinho (ton) [76].

Local de origem de vinhos	Importação nacionais de vinhos (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	211055,31	219949,61	152212,10	121659,83	154531,66
França	1373,48	1425,21	1429,93	1418,93	1409,84
Itália	6930,91	6831,28	5618,63	6205,49	6532,39

- **Cerveja**

Quadro 32. Importação nacional de cerveja (ton) [76].

Local de origem de cerveja	Importações nacionais de cerveja (ton)				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	956,29	755,09	615,49	382,33	463,60
Alemanha	3529,71	3133,72	3644,53	3930,82	5647,50
Espanha	36843,69	31737,03	25436,34	20169,26	14447,46
França	1578,18	3525,48	1657,26	2294,39	2737,70

Reino Unido			331,83	163,47	
Irlanda	493,54	400,22	349,48	394,81	503,37
Itália			571,03		
México	634,89	431,84	645,09	619,26	493,82
Países Baixos	920,32	797,50	1193,19	638,32	929,79
Polónia					305,96

Anexo II – Pegada Hídrica de produção dos produtos segundo o local de origem.

Neste anexo apresentam-se quadros com os dados da pegada hídrica usados. Os dados a vermelho referem-se à pegada hídrica do país que reexporta os produtos para Portugal, ao contrário dos restantes dados que são relativos à produção de um determinado produto no próprio país.

Quadro 33. Pegada hídrica do trigo por local de importação [95b].

Local de origem do trigo	Pegada hídrica por local de exportação de Trigo (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bulgária	1471	0	373	1844
Brasil	1989	1	135	2125
Canadá	1336	5	201	1542
Alemanha	599	0	184	783
Dinamarca	530	6	114	650
Estónia	1720	0	360	2080
Espanha	1394	48	279	1721
França	554	0	5	559
Reino Unido	412	0	153	565
Grécia	1486	29	135	1650
Lituânia	1257	0	43	1300
Letónia	1380	0	162	1542
Países Baixos	511	0	183	694
Polónia	1115	0	516	1631
Roménia	1666	45	79	1790
Rússia	2298	30	87	2415
Turquia	2074	130	196	2400
Ucrânia	1725	19	75	1819
Estados Unidos	1869	92	229	2190
Portugal	3403	181	472	4056

Quadro 34. Pegada hídrica do arroz por local de importação [95b].

Local de origem do arroz	Pegada hídrica por local de exportação de arroz (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	1106	448	29	1583
Brasil	1943	356	104	2403
Espanha	342	1205	18	1565
França	1385	930	106	2421
Reino Unido	1329	1093	218	2640
Grécia	249	592	12	853
Guiana	2372	188	101	2661
Índia	1394	452	224	2070
Itália	581	442	13	1036
Camboja	2424	188	11	2623
Myanmar	1965	88	47	2100
Países Baixos	1444	972	189	2605
Paquistão	668	2192	276	3136
Suriname	931	361	72	1364
Tailândia	1825	376	85	2286
Uruguai	751	618	4	1373
Vietname	1026	161	205	1392
Portugal	334	1086	39	1459

Quadro 35. Pegada hídrica do milho por local de importação [95b].

Local de origem do milho	Pegada hídrica por local de exportação de milho (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bulgária	1028	1	1	1030
Brasil	1621	1	125	1747
Canadá	492	6	150	648
Alemanha	441	2	123	566
Espanha	345	406	164	915
França	426	92	156	674

Hungria	634	1	38	673
Paraguai	2403	0	78	2481
Roménia	1013	19	20	1052
Rússia	1022	572	303	1897
Ucrânia	1061	87	122	1270
Estados Unidos	522	63	176	761
Sérvia	934	4	53	991
África do Sul	1661	34	131	1826
Portugal	510	863	209	1582

Quadro 36. Pegada hídrica do centeio por local de importação [95b].

Local de origem do Centeio	Pegada hídrica por local de exportação de centeio (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Alemanha	370	0	177	547
Espanha	2000	3	357	2360
Polónia	1352	0	0	1352
Roménia	1749	0	180	1929
Suécia	730	0	91	821
Portugal	3853	0	437	4290

Quadro 37. Pegada hídrica da aveia por local de importação [95b].

Local de origem de aveia	Pegada hídrica por local de exportação de aveia (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bulgária	1320	4	0	1324
Brasil	3268	45	503	3816
Alemanha	594	3	194	791
Estónia	1517	1	0	1518
Espanha	1295	1282	336	2913
França	742	52	0	794

Reino Unido	324	3	93	420
Hungria	806	8	1	815
Suécia	526	0	108	634
Portugal	3299	122	408	3829

Quadro 38. Pegada hídrica da batata por local de importação [95b].

Local de origem da batata	Pegada hídrica por local de exportação de batata (m ³ /t)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	80	0	29	109
Alemanha	84	8	27	119
Dinamarca	76	16	17	109
Espanha	90	77	47	214
França	79	16	47	142
Reino Unido	66	13	24	103
Países Baixos	76	3	29	108
Portugal	206	195	51	452

Quadro 39. Pegada hídrica do açúcar por local de importação [95b].

Local de origem de açúcar	Pegada hídrica por local de exportação de açúcar (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Barbados	2021	122	12	2155
Benim	2179	649	479	3307
Brasil	1035	46	86	1167
Belize	2111	14	34	2159
Colômbia	1059	71	6	1136
Costa Rica	1187	207	50	1444
Cuba	3043	427	18	3488
República Dominicana	2281	852	6	3139
Espanha	517	734	147	1398
Ilhas Fiji	1992	9	140	2141
França	527	226	81	834

Guatemala	1085	107	31	1223
Guiana	1442	111	16	1569
Jamaica	1763	229	13	2005
Laos	2824	559	31	3414
Madagáscar	2439	323	37	2799
Maláui	546	578	38	1162
Moçambique	3896	1160	56	5112
Nicarágua	1234	136	35	1405
Panamá	1857	146	40	2043
Sudão	260	1915	124	2299
Suazilândia	467	562	1	1030
África do Sul	112	237	1012	1361
Zâmbia	315	771	0	1086
Zimbabwe	350	661	3	1014
Portugal	551	835	87	1473

Quadro 40. Pegada hídrica do tomate por local de importação. [95b].

Local de origem do tomate	Pegada hídrica do tomate por país importador (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Alemanha	22	5	8	35
Espanha	35	23	25	83
França	29	11	8	48
Marrocos	44	51	12	107
Países Baixos	7	0	2	9
Polónia	170	3	0	173
Eslovénia	174	75	14	263
Portugal	41	16	14	71

Quadro 41. Pegada hídrica do feijão por local de importação [95b].

Local de origem de feijão	Pegada hídrica do feijão por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	1107	29	431	1567
Brasil	2761	62	440	3263
Belize	3940	0	2489	6429
Canadá	1134	6	802	1942
China	1896	0	804	2700
Egipto	315	1892	991	3198
Espanha	1957	215	1	2173
Etiópia	4234	5	0	4239
Madagáscar	1610	0	0	1610
Myanmar	3605	0	0	3605
Peru	1636	881	445	2962
Estados Unidos	1216	428	6141	7785
Portugal	3244	0	1	3245

Quadro 42. Pegada hídrica do grão-de-bico por local de importação [95b].

Local de origem do grão-de-bico	Pegada hídrica do grão-de-bico por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	1107	13	453	1573
Austrália	1214	349	603	2166
Canadá	1720	349	1205	3274
China	617	349	347	1313
Espanha	3030	45	652	3727
Etiópia	2403	2	0	2405
França	1493	349	652	2494
Índia	3178	86	762	4026
México	1309	48	197	1554
Turquia	2155	106	361	2622
Estados Unidos	1818	349	8339	10506

Portugal	3342	0	1	3343

Quadro 43. Pegada hídrica da maçã por local de importação [95b].

Local de origem de maçãs	Pegada hídrica da maçã por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	203	171	18	392
Brasil	358	0	12	370
Chile	213	94	36	343
Alemanha	202	1	10	213
Espanha	280	196	60	536
França	158	27	3	188
Itália	164	42	24	230
Países Baixos	134	2	10	146
Nova Zelândia	209	9	1	219
Polónia	424	1	0	425
Uruguai	513	7	10	530
África do Sul	252	200	65	517
Portugal	489	69	23	581

Quadro 44. Pegada hídrica da pêra por local de importação [95b].

Local de origem da pêras	Pegada hídrica de pêra por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	189	169	17	375
Bélgica	191	1	102	294
Brasil	1083	224	37	1344
Chile	262	161	45	468
Alemanha	218	1	10	229
Espanha	285	200	62	547
França	254	43	5	302
Países Baixos	191	2	14	207

Rússia	1236	0	11	1247
África do Sul	281	223	28	532
Portugal	541	77	26	644

Quadro 45. Pegada hídrica do pêsego por local de importação [95b].

Local de origem de pêsegos	Pegada hídrica do pêsego por país importador (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Chile	423	157	73	653
Alemanha	1252	45	519	1816
Espanha	342	224	76	642
Portugal	728	95	36	859

Quadro 46. Pegada hídrica da uva por local de importação [95b].

Local de origem de uva	Pegada hídrica da uva por país importador (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	170	247	39	456
Chile	209	3	90	302
Alemanha	286	90	18	394
Espanha	745	134	214	1093
França	494	3	13	510
Itália	374	32	82	488
Países Baixos	1017	87	115	1219
Peru	351	0	65	416
África do Sul	217	157	48	422
Portugal	1063	47	64	1174

Quadro 47. Pegada hídrica da laranja por local de importação [95b].

Local de origem da laranja	Pegada hídrica da laranja por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	530	34	31	595
Brasil	377	2	16	395
Espanha	223	160	55	438
França	296	26	7	329
Grécia	154	96	36	286
Peru	413	398	55	866
Uruguai	517	2	12	531
África do Sul	250	161	27	438
Zimbabwe	921	242	0	1163
Portugal	450	193	24	667

Quadro 48. Pegada hídrica da azeitona por local de importação [95b].

Local de origem de azeitonas	Pegada hídrica da azeitona por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Espanha	2213	537	5	2755
Portugal	7361	129	4	7494

Quadro 49. Pegada hídrica da carne bovina por local de importação [96b].

Local de origem da carne bovina	Pegada hídrica da carne bovina por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	8810	185	321	9316
Brasil	19228	178	82	19488
Alemanha	6675	138	900	7713
Dinamarca	6874	176	607	7657
Espanha	11426	1008	1174	13608
França	7252	315	481	8048

Reino Unido	6334	205	849	7388
Irlanda	5451	233	368	6052
Itália	10003	594	903	11500
Países Baixos	5684	484	345	6513
Nova Zelândia	8775	379	45	9199
Polónia	7882	399	486	8767
Uruguai	13658	163	3	13824
Portugal	14027	2630	1216	17873

Quadro 50. Pegada hídrica da carne suína por local de importação [96b].

Local de origem da carne suína	Pegada hídrica da carne suína por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	4262	338	576	5176
Alemanha	3227	235	763	4225
Espanha	5552	882	810	7244
França	4195	406	538	5139
Portugal	6395	1660	655	8710

Quadro 51. Pegada hídrica da carne de aves por local de importação [96b].

Local de origem da carne de aves	Pegada hídrica da carne de aves por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	1597	53	221	1871
Brasil	3279	13	188	3480
Alemanha	1603	31	298	1932
Espanha	2686	321	443	3450
França	1703	81	109	1893
Reino Unido	1351	20	265	1636
Hungria	2650	33	399	3082
Itália	1687	143	222	2052
Países Baixos	1205	50	129	1384
Polónia	2623	46	359	3028

Portugal	2786	754	367	3907

Quadro 52. Pegada hídrica da carne ovina e caprina por local de importação [96b].

Local de origem da carne ovina e caprina	Pegada hídrica da carne ovina e caprina por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Argentina	9587	1319	23	10929
Chile	10499	742	26	11267
Alemanha	7458	758	4	8220
Espanha	17474	1391	3	18868
França	7395	1217	4	8616
Reino Unido	5818	448	12	6278
Grécia	16152	1292	56	17500
Irlanda	3602	422	0	4024
Itália	12500	1540	7	14047
Países Baixos	10691	876	40	11607
Nova Zelândia	9979	998	2	10979
Portugal	13881	1514	6	15401

Quadro 53. Pegada hídrica dos ovos por local de importação [96b]

Local de origem dos ovos	Pegada hídrica dos ovos por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Alemanha	1283	26	255	1564
Estónia	2850	28	338	3216
Espanha	2834	359	481	3674
França	1250	68	94	1412
Portugal	2674	711	346	3731

Quadro 54. Pegada hídrica do leite por local de importação [96b].

Local de origem do leite	Pegada hídrica do leite por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	627	31	49	707
Alemanha	447	19	84	550
Dinamarca	482	19	56	557
Estónia	771	22	86	879
Espanha	1410	198	239	1847
França	486	38	45	569
Reino Unido	438	24	69	531
Itália	626	77	102	805
Portugal	864	212	96	1172

Quadro 55. Pegada hídrica do leite por local de importação [96b].

Local de origem dos iogurtes	Pegada hídrica dos iogurtes por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Áustria	463	20	65	548
Bélgica	706	35	55	796
República Checa	884	21	164	1069
Alemanha	503	21	94	618
Espanha	1586	222	269	2077
França	547	43	51	641
Reino Unido	493	27	78	598
Polónia	875	38	113	1026
Portugal	972	239	108	1319

Quadro 56. Pegada hídrica dos queijos por local de importação [96b].

Local de origem dos queijos	Pegada hídrica dos queijos por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	1890	94	148	2132
Alemanha	1347	56	253	1656

Dinamarca	1452	57	169	1678
Espanha	2324	595	721	3640
França	1465	115	137	1717
Reino Unido	1321	73	209	1603
Itália	1888	231	307	2426
Lituânia	2888	67	98	3053
Países Baixos	1438	128	76	1642
Polónia	2345	101	303	2749
Portugal	2604	640	291	3535

Quadro 57. Pegada hídrica das manteigas por local de importação [96b].

Local de origem das manteigas	Pegada hídrica das manteigas por país importador (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	3303	164	258	3725
Alemanha	2353	99	442	2894
Espanha	7425	1040	1260	9725
França	2560	201	239	3000
Reino Unido	2308	127	366	2801
Países Baixos	2513	224	134	2871
Portugal	4550	1118	508	6176

Quadro 58. Pegada hídrica do azeite por local de importação [95b].

Local de origem do azeite	Pegada hídrica do azeite por país importador (m³/ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Espanha	10593	2571	26	13190
França	22281	1379	2395	26055
Itália	8482	605	16	9103
Marrocos	17040	6619	203	23862
Tunísia	42080	1554	177	43811
Turquia	10398	1295	766	12459

Quadro 59. Pegada hídrica do café por local de importação [95b].

Local de origem do café	Pegada hídrica do café por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Angola	23136	8	232	23376
Bélgica	14530	126	514	15170
Brasil	10750	151	263	11164
Suíça	14280	84	607	14971
Costa do Marfim	28267	0	38	28305
Camarões	34096	0	57	34153
Colômbia	13033	0	1533	14566
Costa Rica	8599	0	1429	10028
Alemanha	13326	121	565	14012
Espanha	14009	61	413	14483
França	15638	82	448	16168
Guatemala	11674	0	686	12360
Honduras	12988	0	912	13900
Indonésia	28257	0	753	29010
Índia	12638	0	675	13313
Itália	15963	66	403	16432
Laos	14884	0	1	14885
Países Baixos	13988	107	555	14650
Peru	12170	0	593	12763
Papuásia-Nova Guiné	12984	0	56	13040
Timor Leste	47763	0	0	47763
Uganda	12198	0	4	12202
Vietname	6260	0	276	6536
Portugal	20984	78	425	21487

Quadro 60. Pegada hídrica do chocolate por local de importação [95b].

Local de origem do chocolate	Pegada hídrica do chocolate por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Áustria	18794	3	127	18924
Bélgica	19694	3	146	19843
República Checa	19216	3	117	19336
Alemanha	18972	2	126	19100
Espanha	21137	2	136	21275
França	18862	2	127	18991
Reino Unido	20719	3	121	20843
Itália	20090	2	128	20220
Países Baixos	20157	3	91	20251
Polónia	18163	2	113	18278

Quadro 61. Pegada hídrica do vinho por local de importação [95b].

Local de origem do vinho	Pegada hídrica do vinho por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Espanha	1065	191	305	1561
França	706	4	19	729
Itália	534	46	117	697
Portugal	1518	67	92	1677

Quadro 62. Pegada hídrica do vinho por local de importação [95b].

Local de origem da cerveja	Pegada hídrica da cerveja por país importador (m ³ /ton)			
	Verde	Azul	Cinzenta	Total
Bélgica	50	1	13	64
Alemanha	104	0	42	146
Espanha	210	18	50	278
França	111	1	30	142
Reino Unido	24	0	71	95
Irlanda	60	1	17	78

Itália	151	1	32	184
México	217	181	8	406
Países Baixos	76	1	15	92
Polónia	218	0	0	218
Portugal	534	0	82	616

Anexo III – Dados para Cálculo do coeficiente ponderador.

Neste anexo são apresentados os dados recolhidos no INE necessários ao cálculo do coeficiente ponderador como indica a metodologia do ponto 3.

Quadro 63. Percentagem de importações transportadas por diferentes meios de transporte e distância do país de origem a Portugal.

Países de procedência	Total importado	Imp. Rod	Imp Mar.	Imp Férr.		Percentagem por tipo de transporte			Distância a Lisboa		
						Rodoviário	Marítimo	Ferroviário	Rodoviário	Marítimo	Ferroviário
	Importações - 2014 (ton)					Percentagem de importação			Distância (km)		
UE	25 517 400	17 487 341	7 598 563	431 497	UE	0.685	0.298	0.017			
Alemanha	1 775 724	1 095 861	677 836	2 027	Alemanha	0.617	0.382	0.001	2861	2432.02	2861
Áustria	76 203	67 835	8 196	171	Áustria	0.890	0.108	0.002	2863	3665.14	2863
Bélgica	814 586	345 874	468 086	626	Bélgica	0.425	0.575	0.001	2038	1990.23	2038
Bulgária	324 364	64 379	259 985		Bulgária	0.198	0.802		3544	4152.86	3544
Croácia	1 176	517	659	0	Croácia	0.440	0.560	0	2765	3610.5	2765
Chipre	21 189	1 884	19 305	0	Chipre	0.089	0.911	0	5397	4081.75	5397
Dinamarca	133 599	38 296	95 294	9	Dinamarca	0.287	0.713	0	3128	2716.48	3128
Eslováquia	28 259	21 143	4 255	2 862	Eslováquia	0.748	0.151	0.101	2948	3610.5	2948

Eslovénia	9 580	8 646	934	0	Eslovénia	0.903	0.097	0	2648	3665.14	2648
Espanha	15 125 733	12 910 290	1 837 201	378 241	Espanha	0.854	0.121	0.025	680	1272.53	680
Estónia	10 202	8 544	1 655	2	Estónia	0.838	0.162	0	4275	3581.87	475
Finlândia	157 177	47 979	108 702	496	Finlândia	0.305	0.692	0.003	4082	3734.79	4082
França	2 403 683	1 157 596	1 236 099	9 987	França	0.482	0.514	0.004	1735	1367.01	1735
Grécia	60 814	25 030	35 781	3	Grécia	0.412	0.588	0	4254	3723.46	4254
Hungria	29 500	25 618	3 854	28	Hungria	0.868	0.131	0.001	3090	3610.5	3090
Irlanda	171 530	27 713	143 815	2	Irlanda	0.162	0.838	0	2791	1705.23	2791
Itália	659 598	518 057	140 255	1 286	Itália	0.785	0.213	0.002	2710	2225.38	2710
Letónia	9 079	2 783	6 297		Letónia	0.306	0.694		4049	3502.52	4049
Lituânia	53 393	26 071	27 286	36	Lituânia	0.488	0.511	0.001	3847	3226.39	3847
Luxemburgo	24 260	12 979	10 238	1 044	Luxemburgo	0.535	0.422	0.043	2176	1990.23	2176
Malta	12 251	4 699	7 552		Malta	0.384	0.616		3535	2388.63	3535
Países Baixos	1 410 549	487 724	897 716	25 109	Países Baixos	0.346	0.636	0.018	2244	2051.06	2244
Polónia	190 867	131 178	58 971	717	Polónia	0.687	0.309	0.004	3397	3099.99	3397
Reino Unido	1 417 286	240 883	1 172 125	4 278	Reino Unido	0.170	0.827	0.003	1354	2007.73	1354

Rép. Checa	51 958	44 825	5 507	1 626	Rép. Checa	0.863	0.106	0.031	2781	3665.14	2781
Roménia	223 812	22 964	198 674	2 175	Roménia	0.103	0.888	0.010	3916	4276.52	3916
Suécia	321 029	147 971	172 286	771	Suécia	0.461	0.537	0.002	3601	3488.85	3601

Anexo IV – Disponibilidade para consumo de cada produto – Percentagens da proveniência desse consumo antes da minimização.

Quadro 64. Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país

Local de origem de trigo	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	2.58%	0.50%	9.14%	6.61%	3.81%
Brasil				2.33%	
Canadá	5.20%	4.48%	2.36%	4.34%	
Alemanha	4.31%	10.35%	6.45%	8.38%	7.23%
Dinamarca				2.51%	2.62%
Estónia	1.01%				
Espanha	23.44%	18.80%	12.84%	11.03%	22.16%
França	41.86%	51.88%	49.10%	43.05%	37.28%
Reino Unido	11.61%	6.19%	2.82%	7.84%	8.16%
Grécia		0.98%			
Lituânia	1.30%	0.49%			
Letónia	2.40%			1.20%	
Países Baixos		0.64%		0.39%	
Polónia	1.05%	1.21%		0.55%	
Roménia	0.85%		2.42%	4.05%	1.49%
Rússia				0.94%	3.46%
Turquia			1.50%		
Ucrânia				2.28%	8.68%
Estados Unidos			5.99%	3.21%	4.06%
Portugal	4.40%	4.47%	7.37%	1.28%	1.05%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 65. Percentagem da disponibilidade de arroz proveniente de cada país

Local de origem de arroz	Percentagem da disponibilidade de arroz proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina			1.07%	2.93%	2.01%
Brasil				3.61%	3.29%
Espanha	18.69%	13.16%	13.32%	14.09%	5.65%
França			0.35%	0.24%	1.03%
Reino Unido				1.25%	
Grécia		0.56%	0.45%		
Guiana	26.10%	16.79%	10.54%	3.01%	12.82%
Índia	4.21%	2.12%	1.86%	2.27%	0.94%
Itália	1.04%	1.74%	1.06%	1.48%	1.33%
Camboja	3.67%	3.42%	1.72%	0.84%	1.78%
Myanmar	0.52%	1.06%	0.39%		
Países Baixos		0.26%			
Paquistão	1.40%	0.77%	0.38%		0.47%
Suriname		7.64%	2.69%	3.07%	2.63%
Tailândia	1.30%	0.85%	0.57%	0.51%	0.72%
Uruguai	0.62%	4.00%	6.07%	6.82%	10.47%
Vietname		2.21%	2.05%		
Portugal	42.44%	45.42%	57.48%	59.89%	56.86%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 66. Percentagem da disponibilidade de milho proveniente de cada país

Local de origem de milho	Percentagem da disponibilidade de milho proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	1.06%	4.75%	4.87%	5.56%	3.05%
Brasil	9.59%	4.28%	26.56%	4.09%	9.03%
Canadá		8.66%	1.23%		4.97%
Alemanha	0.15%	0.27%		0.13%	0.47%

Espanha	3.92%	4.44%	3.01%	5.36%	2.99%
França	5.05%	6.63%	3.41%	5.37%	8.86%
Hungria	1.52%			0.60%	
Paraguai	1.18%				
Roménia	6.20%	4.19%	0.79%		1.38%
Rússia		2.08%		2.49%	
Ucrânia	29.91%	24.46%	24.60%	42.52%	20.40%
Estados Unidos	5.84%	6.63%		1.06%	13.14%
Sérvia	3.02%	0.99%			1.66%
África do Sul		2.05%			1.48%
Portugal	32.55%	30.57%	35.53%	32.81%	32.57%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 67. Percentagem da disponibilidade de centeio proveniente de cada país

Local de origem de centeio	Percentagem da disponibilidade de centeio proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	2.23%	4.75%	15.88%	12.92%	10.88%
Espanha	34.52%	56.47%	36.25%	41.36%	42.60%
Polónia	7.69%		6.57%	15.77%	
Roménia			8.19%		
Suécia	21.29%				
Portugal	34.17%	38.78%	33.10%	29.95%	46.52%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 68. Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país

Local de origem de aveia	Percentagem da disponibilidade de aveia proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	4.78%				
Brasil					0.27%
Alemanha	0.21%	0.20%	0.23%		

Estónia	0.27%				
Espanha	16.52%	15.19%	15.30%	32.15%	25.53%
França	0.18%		9.51%		
Reino Unido		6.04%	0.41%	0.42%	2.87%
Hungria	0.20%				
Suécia			3.11%		
Portugal	77.83%	78.57%	71.43%	67.43%	71.33%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 69. Percentagem da disponibilidade de batata proveniente de cada país

Local de origem de batata	Percentagem da disponibilidade de batata proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	0.47%	0.98%	1.44%	0.30%	0.86%
Alemanha	0.69%	0.55%	0.87%	0.91%	1.02%
Dinamarca	0.48%	0.87%	1.07%	0.42%	0.75%
Espanha	23.33%	18.94%	21.70%	27.02%	22.91%
França	20.38%	18.30%	19.38%	20.22%	25.11%
Reino Unido	0.37%	0.39%	0.28%	0.27%	0.53%
Países Baixos	3.54%	3.24%	5.09%	3.26%	3.70%
Portugal	50.72%	56.73%	50.17%	47.61%	45.11%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 70. Percentagem da disponibilidade de açúcar proveniente de cada país

Local de origem de açúcar	Percentagem da disponibilidade de açúcar proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Barbados		0.99%			1.41%
Benim				1.56%	
Brasil		3.67%	11.64%	28.30%	32.53%
Belize			1.74%	2.74%	
Colômbia	0.33%				

Costa Rica	1.59%		5.74%		
Cuba	9.79%	6.61%	6.71%	7.58%	
República Dominicana		5.71%	2.21%		
Espanha	6.75%	3.64%	1.91%	1.89%	1.68%
Ilhas Fiji	4.76%		4.06%		
França					1.54%
Guatemala	3.35%	0.43%		3.12%	
Guiana		6.00%	2.91%	3.40%	6.35%
Jamaica	2.77%	3.98%	2.11%		2.99%
Laos		4.31%			
Madagáscar		5.52%	2.60%		
Malawi			3.73%	0.49%	
Moçambique	1.21%	4.49%	10.03%		5.62%
Nicarágua	3.36%				
Panamá		0.36%			
Sudão	10.78%	4.51%			
Suazilândia	11.61%		7.63%		4.73%
África do Sul	0.40%				
Zâmbia	1.34%	1.62%	2.70%	2.67%	1.30%
Zimbabwe		14.37%	3.27%	11.75%	9.74%
Portugal	41.97%	33.81%	31.00%	36.51%	32.12%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 71. Percentagem da disponibilidade de tomate proveniente de cada país

Local de origem de tomate	Percentagem da disponibilidade de tomate proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	0.18%	0.15%	0.11%		
Espanha	2.72%	2.14%	2.89%	2.20%	3.11%
França	0.17%	0.13%	0.06%	0.03%	
Marrocos	0.04%	0.04%	0.05%		
Países Baixos	0.03%				
Polónia	0.03%				

Eslovénia				0.04%	
Portugal	96.83%	97.53%	96.90%	97.74%	96.89%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 72. Percentagem da disponibilidade de feijão proveniente de cada país

Local de origem de feijão	Percentagem da disponibilidade de feijão proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	37.86%	13.01%	20.65%	36.78%	36.33%
Brasil	1.26%	1.54%	1.45%	3.09%	1.44%
Belize	0.74%				1.26%
Canadá	12.41%	13.90%	13.67%	9.23%	7.45%
China	13.34%	16.28%	24.99%	23.47%	32.88%
Egipto	2.98%	2.85%	1.13%	0.83%	
Espanha	1.64%	1.95%	2.76%	3.15%	3.30%
Etiópia	12.05%	20.21%	9.69%	6.75%	
Madagáscar	1.79%	2.57%	3.45%	3.51%	3.96%
Myanmar	0.70%	4.96%		0.74%	
Peru		1.43%	7.28%	6.17%	5.87%
Estados Unidos	9.58%	17.03%	9.80%	0.74%	1.81%
Portugal	5.65%	4.27%	5.11%	5.55%	5.71%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 73. Percentagem da disponibilidade de grão-de-bico proveniente de cada país

Local de origem de grão-de-bico	Percentagem da disponibilidade de grão-de-bico proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	19.42%	38.31%	33.06%	54.82%	23.89%
Austrália		15.00%	1.61%	0.19%	
Canadá	1.82%	0.64%		2.85%	9.57%
China					1.91%

Espanha	1.66%	0.94%	1.58%	2.43%	8.82%
Etiópia			2.86%	0.37%	
França				1.60%	2.85%
Índia	5.86%	7.96%	23.12%	4.85%	41.55%
México	45.13%	19.64%	24.96%	17.94%	2.29%
Turquia					0.72%
Estados Unidos	19.37%	14.80%	10.19%	10.48%	2.96%
Portugal	6.75%	2.71%	2.62%	4.46%	5.44%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 74. Percentagem da disponibilidade de maçã proveniente de cada país

Local de origem de maçã	Percentagem da disponibilidade de maçã proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.15%	0.39%	0.41%	0.41%	1.86%
Brasil	1.40%	0.96%	1.13%	1.87%	1.54%
Chile	1.35%	1.98%	1.45%	0.56%	0.70%
Alemanha	0.04%	0.37%	0.12%	0.03%	0.08%
Espanha	6.24%	4.57%	7.24%	7.87%	7.17%
França	4.75%	5.95%	5.62%	8.84%	9.22%
Itália	1.43%	0.81%	0.44%	0.66%	1.29%
Países Baixos	0.09%	0.02%	0.48%	0.01%	0.03%
Nova Zelândia	0.12%	0.07%	0.14%	0.26%	0.61%
Polónia	0.14%	0.25%	0.93%	0.11%	
Uruguai	0.04%	0.09%	0.04%	0.05%	0.01%
África do Sul	0.09%	0.05%	0.19%	0.27%	0.14%
Portugal	84.17%	84.49%	81.81%	79.05%	77.33%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 75. Percentagem da disponibilidade de pêra proveniente de cada país

Local de origem de pêra	Percentagem da disponibilidade de pêra proveniente de cada país			
	2015	2014	2013	2012
Argentina	7.16%	1.96%	1.38%	3.62%
Bélgica	0.39%			
Brasil	0.93%			
Chile	2.71%	1.13%	0.19%	0.30%
Alemanha		0.34%	0.36%	0.83%
Espanha	25.93%	5.86%	5.55%	19.29%
França				1.09%
Países Baixos	1.77%	0.27%	0.86%	0.72%
Rússia		0.09%		
África do Sul	15.84%	5.04%	3.58%	10.97%
Portugal	45.27%	85.32%	88.08%	63.18%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Quadro 76. Percentagem da disponibilidade de pêsego proveniente de cada país

Local de origem de pêsego	Percentagem da disponibilidade de pêsego proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Chile	0.37%				
Alemanha	1.08%	0.32%		1.05%	0.71%
Espanha	60.17%	55.65%	76.50%	58.63%	58.25%
Portugal	38.38%	44.04%	23.50%	40.31%	41.04%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 77. Percentagem da disponibilidade de uva proveniente de cada país

Local de origem de uva	Percentagem da disponibilidade de uva proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina					0.68%
Chile	11.53%	11.33%	7.83%	5.95%	6.92%
Alemanha	0.37%		0.60%	1.60%	0.63%
Espanha	47.80%	55.44%	52.97%	47.72%	58.18%
França	2.78%	5.89%	1.98%	4.07%	3.95%
Itália	1.93%	2.13%		0.57%	0.48%
Países Baixos	1.45%	3.28%	1.39%	0.48%	0.39%
Peru	4.78%	2.99%	2.29%	2.51%	1.92%
África do Sul	2.34%	1.54%	1.86%	2.43%	3.94%
Portugal	27.01%	17.40%	31.07%	34.68%	22.91%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 78. Percentagem da disponibilidade de laranja proveniente de cada país

Local de origem de laranja	Percentagem da disponibilidade de laranja proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.61%	0.95%	0.44%	1.02%	0.56%
Brasil	1.57%	0.73%			0.60%
Espanha	15.89%	16.22%	13.84%	10.18%	14.40%
França			0.18%	0.27%	0.51%
Grécia				0.73%	
Peru					0.48%
Uruguai	0.31%	0.34%	1.12%	0.69%	0.83%
África do Sul	27.24%	16.28%	16.74%	22.78%	11.88%
Zimbabwe	0.79%	0.42%	0.37%	0.23%	0.19%
Portugal	53.57%	65.06%	67.32%	64.10%	70.54%

TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Quadro 79. Percentagem da disponibilidade de azeitona proveniente de cada país

Local de origem de azeitona	Percentagem da disponibilidade de azeitona proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	93.79%	47.35%	35.30%	19.36%	19.39%
Portugal	6.21%	52.65%	64.70%	80.64%	80.61%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 80. Percentagem da disponibilidade de carne bovina proveniente de cada país

Local de origem de carne bovina	Percentagem da disponibilidade de carne bovina proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	0.63%	0.46%			
Brasil		0.27%	0.26%	0.36%	0.39%
Alemanha	0.67%	1.33%	1.02%	1.01%	1.07%
Dinamarca	0.90%	1.12%	0.98%	1.02%	1.39%
Espanha	33.95%	33.60%	33.81%	31.66%	31.66%
França	2.61%	2.70%	3.27%	3.87%	4.28%
Reino Unido	0.76%	1.10%	0.84%	0.47%	0.47%
Irlanda	1.71%	1.84%	1.02%	1.36%	1.83%
Itália	0.41%	0.46%	0.41%	0.49%	0.58%
Países Baixos	8.60%	9.12%	8.74%	7.13%	7.00%
Nova Zelândia					0.24%
Polónia	3.34%	4.24%	2.37%	0.97%	0.34%
Uruguai	0.55%	0.46%	0.42%	0.51%	0.49%
Portugal	45.86%	43.29%	46.85%	51.16%	50.27%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 81. Percentagem da disponibilidade de carne suína proveniente de cada país

Local de origem de carne suína	Percentagem da disponibilidade de carne suína proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica					0.13%
Alemanha		0.16%	0.20%	0.15%	0.16%
Espanha	25.85%	29.06%	27.83%	24.91%	22.59%
França	0.50%	0.37%	0.32%	0.41%	0.46%
Portugal	73.65%	70.42%	71.66%	74.53%	76.67%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 82. Percentagem da disponibilidade de carne de aves proveniente de cada país

Local de origem de carne de aves	Percentagem da disponibilidade de carne de aves proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				0.11%	
Brasil					0.11%
Alemanha	0.80%	0.75%	0.76%	0.81%	0.84%
Espanha	9.98%	10.56%	9.43%	7.94%	8.23%
França	1.89%	1.93%	2.68%	2.15%	2.37%
Reino Unido	1.11%	0.63%	0.38%	0.21%	0.26%
Hungria	0.33%				
Itália	1.59%	1.54%	0.99%	0.83%	1.02%
Países Baixos	1.13%	1.07%	1.10%	1.50%	1.31%
Polónia	1.50%	1.12%	0.80%	0.54%	0.54%
Portugal	81.68%	82.41%	83.85%	85.90%	85.31%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 83. Percentagem da disponibilidade de carne ovina e caprina proveniente de cada país

Local de origem de carne ovina e caprina	Percentagem da disponibilidade de carne ovina e caprina proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.83%	1.36%	0.97%	1.65%	2.26%
Chile	0.55%	1.17%	0.98%	0.10%	0.58%
Alemanha				0.22%	
Espanha	18.09%	17.01%	15.78%	15.68%	15.18%
França	4.54%	4.10%	4.71%	4.32%	3.94%
Reino Unido	7.02%	7.11%	6.90%	3.53%	3.37%
Grécia	1.50%	0.68%	0.64%		
Irlanda	0.26%	0.34%	0.89%	1.53%	3.53%
Itália		0.47%	0.32%		
Países Baixos	3.06%	3.15%	1.83%	2.06%	1.19%
Nova Zelândia	7.89%	6.11%	7.72%	10.11%	14.02%
Portugal	56.25%	58.51%	59.26%	60.77%	55.93%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 84. Percentagem da disponibilidade de ovos proveniente de cada país

Local de origem de ovos	Percentagem da disponibilidade de ovos proveniente de cada país			
	2015	2014	2013	2012
Alemanha				0.39%
Estónia			0.72%	
Espanha	8.01%	7.06%	6.56%	7.84%
França	0.14%		0.05%	0.24%
Portugal	91.85%	92.94%	92.66%	91.53%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Quadro 85. Percentagem da disponibilidade de leite proveniente de cada país

Local de origem de leite	Percentagem da disponibilidade de leite proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				0.32%	
Alemanha	0.32%	0.27%	0.54%	0.59%	0.94%
Dinamarca	0.22%				
Estónia	0.09%				
Espanha	10.27%	13.79%	14.23%	20.42%	20.24%
França	5.06%	5.73%	6.10%	5.82%	5.65%
Reino Unido	0.08%	0.08%			
Itália	0.13%	0.13%	0.09%	0.06%	0.07%
Portugal	83.82%	80.00%	79.04%	72.80%	73.09%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 86. Percentagem da disponibilidade de iogurtes proveniente de cada país

Local de origem de iogurtes	Percentagem da disponibilidade de iogurtes proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	0.39%	0.83%	0.35%		
Bélgica		0.29%			
República Checa	0.47%	0.44%			
Alemanha	4.55%	4.83%	4.89%	5.88%	6.57%
Espanha	41.41%	40.26%	35.14%	34.24%	34.94%
França	6.92%	8.48%	10.36%	14.56%	12.91%
Reino Unido			0.42%		
Polónia	0.60%	0.78%	1.02%	1.42%	1.62%
Portugal	45.65%	44.08%	47.81%	43.90%	43.96%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 87. Percentagem da disponibilidade de queijos proveniente de cada país

Local de origem de queijos	Percentagem da disponibilidade de queijos proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	1.42%	0.98%	0.81%	0.65%	0.28%
Alemanha	9.50%	8.19%	7.78%	8.26%	8.26%
Dinamarca	1.41%	0.87%	0.76%	0.61%	0.82%
Espanha	16.00%	17.59%	15.28%	13.66%	15.08%
França	4.96%	4.64%	5.58%	6.01%	5.19%
Reino Unido	1.01%	0.90%	0.96%	1.07%	1.07%
Itália	1.58%	0.99%	1.02%	0.93%	0.80%
Lituânia	0.34%	0.77%	0.23%		
Países Baixos	4.23%	3.23%	3.02%	2.13%	2.04%
Polónia	0.65%	0.99%	1.86%	1.74%	1.60%
Portugal	58.90%	60.85%	62.70%	64.93%	64.85%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 88. Percentagem da disponibilidade de manteiga proveniente de cada país

Local de origem de manteigas	Percentagem da disponibilidade de manteiga proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	15.28%	12.04%	14.77%	15.60%	12.61%
Alemanha	3.66%	2.48%	1.90%	0.97%	0.29%
Espanha	23.79%	18.05%	22.97%	22.17%	21.33%
França	7.59%	5.70%	6.66%	7.74%	3.97%
Reino Unido					0.62%
Países Baixos	1.19%	0.55%	0.57%	1.04%	0.66%
Portugal	48.50%	61.17%	53.12%	52.49%	60.53%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 89. Percentagem da disponibilidade de azeite proveniente de cada país

Local de origem de azeite	Percentagem da disponibilidade de azeite proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	90.95%	99.07%	90.27%	100.00%	100.00%
França	0.88%		1.51%		
Itália			1.43%		
Marrocos	1.08%	0.93%			
Tunísia	7.10%		2.18%		
Turquia			4.62%		
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 90. Percentagem da disponibilidade de café proveniente de cada país

Local de origem dos cafés	Percentagem da disponibilidade de café proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Angola	0.93%			0.46%	
Bélgica	0.68%				
Brasil	7.68%	8.07%	7.35%	7.42%	7.48%
Suíça				1.59%	1.75%
Costa do Marfim	1.56%	1.73%	0.91%	1.84%	0.66%
Camarões	5.05%	5.00%	4.26%	6.15%	6.42%
Colômbia	0.59%	0.54%	0.57%	0.46%	0.44%
Costa Rica	0.93%	1.12%	1.84%	1.59%	1.64%
Alemanha	1.97%	1.74%	2.04%	2.95%	3.30%
Espanha	8.04%	8.68%	8.71%	12.35%	7.43%
França	1.73%	2.05%	1.61%	0.52%	
Guatemala		0.83%	1.06%	0.61%	1.95%
Honduras	1.53%	1.54%	2.18%	1.85%	3.64%
Indonésia	3.00%	2.82%	2.94%	1.91%	1.26%
Índia	3.54%	3.62%	3.91%	3.63%	5.42%
Itália	2.75%	2.83%	2.51%	2.54%	2.77%
Laos	0.58%	0.87%	1.13%	0.92%	1.39%

Países Baixos	1.45%	1.33%	0.67%	1.32%	1.56%
Peru	0.57%	0.49%		0.52%	0.55%
Papua Nova Guiné			0.53%		
Timor Leste	0.68%	0.41%	0.37%		0.48%
Uganda	6.97%	7.04%	6.40%	4.53%	7.68%
Vietname	15.21%	14.35%	15.21%	12.83%	10.53%
Portugal	34.57%	34.92%	35.80%	34.02%	33.66%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 91. Percentagem da disponibilidade de chocolate proveniente de cada país

Local de origem de chocolate	Percentagem da disponibilidade de chocolate proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	1.48%	1.54%	1.25%	1.01%	0.95%
Bélgica	12.06%	10.63%	8.52%	8.46%	11.37%
República Checa	1.05%	1.01%	0.65%		
Alemanha	22.38%	23.95%	25.15%	26.65%	25.26%
Espanha	32.63%	33.06%	34.17%	33.21%	31.75%
França	12.24%	12.45%	13.60%	13.80%	15.15%
Reino Unido	1.44%	1.05%	1.32%	0.83%	1.19%
Itália	9.34%	8.78%	8.12%	8.82%	8.89%
Países Baixos	6.47%	6.64%	6.68%	6.68%	5.44%
Polónia	0.92%	0.90%	0.54%	0.55%	
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 92. Percentagem da disponibilidade de vinho proveniente de cada país

Local de origem de vinhos	Percentagem da disponibilidade de vinho proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	37.97%	45.56%	37.96%	34.89%	44.44%
França	0.25%	0.30%	0.36%	0.41%	0.41%
Itália	1.25%	1.42%	1.40%	1.78%	1.88%
Portugal	60.54%	52.73%	60.28%	62.93%	53.27%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 93. Percentagem da disponibilidade de cerveja proveniente de cada país

Local de origem de cerveja	Percentagem da disponibilidade de cerveja proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	0.14%	0.13%	0.10%	0.07%	0.08%
Alemanha	0.52%	0.53%	0.60%	0.74%	1.01%
Espanha	5.45%	5.37%	4.21%	3.77%	2.59%
França	0.23%	0.60%	0.27%	0.43%	0.49%
Reino Unido			0.05%	0.03%	
Irlanda	0.07%	0.07%	0.06%	0.07%	0.09%
Itália			0.09%		
México	0.09%	0.07%	0.11%	0.12%	0.09%
Países Baixos	0.14%	0.13%	0.20%	0.12%	0.17%
Polónia					0.05%
Portugal	93.35%	93.10%	94.30%	94.65%	95.43%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Anexo V – Disponibilidade para consumo de cada produto – Percentagens da proveniência desse consumo depois da minimização (resultados da otimização).

Quadro 94. Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país

Local de origem de trigo	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	1.72%	0.34%	6.09%	4.40%	2.54%
Brasil				1.56%	
Canadá	3.46%	2.99%	1.57%	2.89%	
Alemanha	2.87%	6.90%	4.30%	5.59%	4.82%
Dinamarca				1.68%	3.49%
Estónia	0.67%				
Espanha	15.63%	12.53%	8.56%	7.36%	15.72%
França	52.03%	62.30%	61.73%	56.38%	49.71%
Reino Unido	15.48%	8.26%	3.76%	10.45%	10.88%
Grécia		0.65%			
Lituânia	0.86%	0.32%			
Letónia	1.60%			0.80%	
Países Baixos		0.43%		0.26%	
Polónia	0.70%	0.81%		0.37%	
Roménia	0.57%		1.61%	2.70%	0.99%
Rússia				0.63%	2.31%
Turquia			1.00%		
Ucrânia				1.52%	5.79%
Estados Unidos			4.00%	2.14%	2.71%
Portugal	4.40%	4.47%	7.37%	1.28%	1.05%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 95. Percentagem da disponibilidade de arroz proveniente de cada país

Local de origem de arroz	Percentagem da disponibilidade de arroz proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina			0.71%	1.96%	1.65%
Brasil				2.41%	2.20%
Espanha	24.92%	17.55%	17.76%	18.78%	7.53%
França			0.46%	0.27%	1.38%
Reino Unido				1.66%	
Grécia		0.75%	0.60%		
Guiana	23.02%	11.19%	7.02%	2.01%	8.54%
Índia	2.81%	1.42%	1.24%	1.51%	0.63%
Itália	1.38%	2.32%	1.41%	1.97%	1.78%
Camboja	2.45%	2.28%	1.15%	0.56%	1.19%
Myanmar	0.35%	0.70%	0.26%		
Países Baixos		0.35%			
Paquistão	0.93%	0.51%	0.26%		0.31%
Suriname		10.18%	3.59%	4.10%	3.51%
Tailândia	0.87%	0.57%	0.38%	0.34%	0.48%
Uruguai	0.83%	5.28%	6.31%	4.54%	13.96%
Vietname		1.48%	1.37%		
Portugal	42.44%	45.42%	57.48%	59.89%	56.86%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 96. Percentagem da disponibilidade de milho proveniente de cada país

Local de origem de milho	Percentagem da disponibilidade de milho proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	0.71%	3.17%	3.25%	3.71%	2.03%
Brasil	6.39%	2.85%	17.71%	2.73%	6.02%
Canadá		5.77%	1.64%		6.62%
Alemanha	0.21%	0.18%		0.18%	0.63%
Espanha	5.23%	5.92%	4.02%	7.14%	3.99%
França	6.73%	24.60%	4.55%	7.16%	11.82%
Hungria	1.01%			0.40%	
Paraguai	0.79%				
Roméia	8.27%	2.80%	1.05%		1.83%
Rússia		1.39%		1.66%	
Ucrânia	30.19%	16.31%	32.26%	43.50%	22.53%
Estados Unidos	3.89%	4.42%		0.71%	8.76%
Sérvia	4.02%	0.66%			2.22%
África do Sul		1.37%			0.99%
Portugal	32.55%	30.57%	35.53%	32.81%	32.57%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 97. Percentagem da disponibilidade de centeio proveniente de cada país

Local de origem de centeio	Percentagem da disponibilidade de centeio proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	2.97%	6.33%	21.18%	17.23%	14.50%
Espanha	43.49%	54.88%	35.87%	42.31%	38.97%
Polónia	5.13%		4.38%	10.51%	
Roméia			5.46%		
Suécia	14.21%				

Portugal	34.20%	38.78%	33.10%	29.95%	46.52%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 98. Percentagem da disponibilidade de aveia proveniente de cada país

Local de origem de aveia	Percentagem da disponibilidade de aveia proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bulgária	6.38%				
Brasil					0.18%
Alemanha	0.21%	0.27%	0.31%		
Estónia	0.36%				
Espanha	14.77%	13.11%	10.88%	32.01%	24.66%
França	0.18%		12.68%		
Reino Unido		8.05%	0.55%	0.56%	3.82%
Hungria	0.27%				
Suécia			4.15%		
Portugal	77.83%	78.57%	71.43%	67.43%	71.33%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 99. Percentagem da disponibilidade de batata proveniente de cada país

Local de origem de batata	Percentagem da disponibilidade de batata proveniente de cada país				
	2011	2012	2013	2014	2015
Bélgica	0.63%	1.31%	1.93%	0.41%	1.15%
Alemanha	0.46%	0.37%	0.58%	0.60%	0.68%
Dinamarca	0.32%	0.58%	0.71%	0.28%	0.50%
Espanha	22.68%	18.95%	21.72%	26.97%	22.65%
França	19.96%	17.23%	17.73%	19.44%	24.27%
Reino Unido	0.49%	0.52%	0.37%	0.36%	0.71%
Países Baixos	4.73%	4.32%	6.79%	4.35%	4.93%

Portugal	50.72%	56.73%	50.17%	47.61%	45.11%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 100. Percentagem da disponibilidade de açúcar proveniente de cada país

Local de origem de açúcar	Percentagem da disponibilidade de açúcar proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Barbados		1.32%			0.94%
Benim				1.04%	
Brasil		4.89%	15.51%	36.69%	42.17%
Belize			1.16%	1.83%	
Colômbia	0.44%				
Costa Rica	2.12%		7.65%		
Cuba	6.53%	4.41%	4.48%	5.06%	
República Dominicana		3.81%	0.17%		
Espanha	8.99%	4.85%	2.55%	2.51%	2.24%
Ilhas Fiji	3.17%		2.71%		
França					2.05%
Guatemala	2.23%	0.57%		4.15%	
Guiana		7.99%	3.88%	2.27%	4.23%
Jamaica	1.85%	2.65%	1.40%		2.00%
Laos		2.87%			
Madagáscar		3.68%	1.74%		
Malawi			2.93%	0.33%	
Moçambique	0.80%	2.99%	6.69%		3.74%
Nicarágua	4.48%				
Panamá		0.24%			
Sudão	9.91%	4.60%			
Suazilândia	15.48%		10.17%		3.15%
África do Sul	0.27%				

Zâmbia	1.79%	2.15%	3.60%	1.78%	0.86%
Zimbabwe		19.16%	4.36%	7.83%	6.50%
Portugal	41.94%	33.81%	31.00%	36.51%	32.12%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 101. Percentagem da disponibilidade de tomate proveniente de cada país

Local de origem de tomate	Percentagem da disponibilidade de tomate proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Alemanha	0.12%	0.10%	0.07%		
Espanha	2.71%	2.14%	2.89%	2.20%	3.11%
França	0.22%	0.17%	0.07%	0.03%	
Marrocos	0.06%	0.06%	0.07%		
Países Baixos	0.04%				
Polónia	0.02%				
Eslovénia				0.04%	
Portugal	96.83%	97.53%	96.90%	97.74%	96.89%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 102. Percentagem da disponibilidade de feijão proveniente de cada país

Local de origem de feijão	Percentagem da disponibilidade de feijão proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	45.34%	17.34%	27.54%	47.20%	48.45%
Brasil	0.84%	2.06%	1.93%	2.06%	0.96%
Belize	0.49%				0.84%
Canadá	16.54%	18.53%	18.23%	12.30%	9.93%
China	8.90%	10.85%	16.66%	15.65%	21.92%
Egipto	3.97%	3.80%	1.51%	1.11%	
Espanha	2.19%	2.60%	3.68%	4.20%	4.39%

Etiópia	8.03%	21.51%	9.35%	4.50%	
Madagáscar	1.19%	3.43%	4.61%	2.34%	2.68%
Myanmar	0.47%	3.31%		0.49%	
Peru		0.95%	4.85%	4.11%	3.91%
Estados Unidos	6.38%	11.36%	6.53%	0.49%	1.21%
Portugal	5.65%	4.27%	5.11%	5.55%	5.71%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 103. Percentagem da disponibilidade de grão-de-bico proveniente de cada país

Local de origem de grão-de-bico	Percentagem da disponibilidade de grão-de-bico proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	6.79%	25.58%	21.72%	34.15%	16.69%
Austrália		7.96%	0.87%	0.11%	
Canadá	1.32%	0.51%		2.52%	11.91%
China					1.11%
Espanha	2.75%	1.72%	2.94%	4.88%	14.61%
Etiópia			1.72%	0.24%	
França				2.15%	3.16%
Índia	5.25%	7.85%	23.28%	5.25%	37.15%
México	31.13%	14.95%	19.40%	15.02%	1.58%
Turquia					0.84%
Estados Unidos	45.25%	38.09%	26.78%	29.66%	6.90%
Portugal	7.52%	3.33%	3.29%	6.02%	6.05%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 104. Percentagem da disponibilidade de maçã proveniente de cada país

Local de origem de maçã	Percentagem da disponibilidade de maçã proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.10%	0.26%	0.54%	0.28%	1.24%
Brasil	0.94%	0.64%	1.51%	1.25%	1.03%
Chile	0.90%	1.32%	1.93%	0.38%	0.47%
Alemanha	0.02%	0.24%	0.16%	0.02%	0.06%
Espanha	6.21%	4.23%	7.03%	6.33%	6.16%
França	6.33%	7.94%	5.53%	11.79%	12.30%
Itália	0.95%	0.54%	0.29%	0.44%	0.86%
Países Baixos	0.12%	0.02%	0.32%	0.02%	0.04%
Nova Zelândia	0.08%	0.05%	0.10%	0.17%	0.41%
Polónia	0.09%	0.17%	0.62%	0.08%	
Uruguai	0.02%	0.06%	0.03%	0.03%	0.01%
África do Sul	0.06%	0.03%	0.13%	0.18%	0.09%

Quadro 105. Percentagem da disponibilidade de pêra proveniente de cada país

Local de origem de pêra	Percentagem da disponibilidade de pêra proveniente de cada país			
	2015	2014	2013	2012
	4.77%	1.88%	0.92%	2.42%
Argentina	0.26%			
Bélgica	0.62%			
Brasil	1.81%	0.75%	0.12%	0.20%
Chile		0.46%	0.24%	0.55%
Alemanha	33.18%	7.81%	6.95%	22.72%
Espanha				2.18%
França	3.54%	0.35%	1.29%	1.43%
Países Baixos		0.06%		

Rússia	10.56%	3.36%	2.39%	7.31%
África do Sul				
	45.27%	85.32%	88.08%	63.18%
Portugal	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
TOTAL				

Quadro 106. Percentagem da disponibilidade de pêsego proveniente de cada país

Local de origem de pêsego	Percentagem da disponibilidade de pêsego proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Chile	0.25%				
Alemanha	0.72%	0.21%		0.70%	0.47%
Espanha	60.66%	55.75%	76.50%	58.98%	58.48%
Portugal	38.38%	44.04%	23.50%	40.31%	41.04%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 107. Percentagem da disponibilidade de uva proveniente de cada país

Local de origem de uva	Percentagem da disponibilidade de uva proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina					0.45%
Chile	13.98%	12.68%	8.82%	6.06%	7.86%
Alemanha	0.49%		0.80%	2.13%	0.84%
Espanha	47.80%	55.44%	52.97%	47.72%	58.18%
França	3.71%	7.85%	2.64%	5.42%	5.26%
Itália	1.29%	1.42%		0.38%	0.32%
Países Baixos	0.97%	2.19%	0.93%	0.32%	0.26%
Peru	3.19%	1.99%	1.52%	1.67%	1.28%
África do Sul	1.56%	1.03%	1.24%	1.62%	2.63%
Portugal	27.01%	17.40%	31.07%	34.68%	22.91%

TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
--------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Quadro 108. Percentagem da disponibilidade de laranja proveniente de cada país

Local de origem de laranja	Percentagem da disponibilidade de laranja proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.41%	0.64%	0.29%	0.68%	0.37%
Brasil	2.10%	0.97%			0.40%
Espanha	21.19%	21.62%	18.45%	13.58%	19.20%
França			0.25%	0.36%	0.56%
Grécia				0.97%	
Peru					0.32%
Uruguai	0.21%	0.23%	0.75%	0.46%	0.55%
África do Sul	21.99%	11.21%	12.70%	19.70%	7.92%
Zimbabwe	0.53%	0.28%	0.24%	0.15%	0.13%
Portugal	53.57%	65.06%	67.32%	64.10%	70.54%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 109. Percentagem da disponibilidade de carne bovina proveniente de cada país

Local de origem de carne bovina	Percentagem da disponibilidade de carne bovina proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	0.42%	0.31%			
Brasil		0.18%	0.17%	0.24%	0.26%
Alemanha	0.44%	0.89%	0.68%	0.67%	0.71%
Dinamarca	0.60%	0.75%	0.66%	0.68%	0.92%
Espanha	31.92%	31.46%	31.01%	28.84%	28.63%
França	3.48%	3.60%	4.36%	5.16%	5.71%
Reino Unido	1.02%	1.47%	1.12%	0.63%	0.63%
Irlanda	2.28%	2.46%	1.36%	1.81%	2.43%
Itália	0.27%	0.31%	0.27%	0.32%	0.39%

Países Baixos	11.47%	12.16%	11.66%	9.50%	9.33%
Nova Zelândia					0.16%
Polónia	2.23%	2.83%	1.58%	0.65%	0.22%
Uruguai	0.00%	0.31%	0.28%	0.34%	0.33%
Portugal	45.86%	43.29%	46.85%	51.16%	50.27%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 110. Percentagem da disponibilidade de carne suína proveniente de cada país

Local de origem de carne suína	Percentagem da disponibilidade de carne suína proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica					0.17%
Alemanha		0.21%	0.26%	0.20%	0.21%
Espanha	25.69%	28.88%	27.66%	24.72%	22.34%
França	0.66%	0.49%	0.42%	0.55%	0.61%
Portugal	73.65%	70.42%	71.66%	74.53%	76.67%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 111. Percentagem da disponibilidade de carne de aves proveniente de cada país

Local de origem de carne de aves	Percentagem da disponibilidade de carne de aves proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				0.08%	
Brasil					0.07%
Alemanha	0.53%	0.50%	0.51%	0.54%	0.56%
Espanha	10.01%	10.48%	8.90%	7.42%	7.75%
França	2.52%	2.57%	3.58%	2.87%	3.16%
Reino Unido	1.48%	0.84%	0.51%	0.27%	0.35%
Hungria	0.22%				
Itália	1.06%	1.03%	0.66%	0.56%	0.68%

Países Baixos	1.51%	1.43%	1.46%	2.01%	1.75%
Polónia	1.00%	0.74%	0.53%	0.36%	0.36%
Portugal	81.68%	82.41%	83.85%	85.90%	85.31%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 112. Percentagem da disponibilidade de carne ovina e caprina proveniente de cada país

Local de origem de carne ovina e caprina	Percentagem da disponibilidade de carne ovina e caprina proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Argentina	0.56%	0.91%	0.65%	1.10%	2.47%
Chile	0.35%	0.78%	0.66%	0.07%	0.39%
Alemanha				0.15%	
Espanha	18.77%	17.56%	15.77%	17.27%	15.82%
França	6.06%	5.46%	6.27%	5.76%	5.26%
Reino Unido	9.37%	9.48%	9.20%	4.71%	4.49%
Grécia	1.00%	0.45%	0.43%		
Irlanda	0.35%	0.45%	1.18%	2.05%	4.71%
Itália		0.23%	0.21%		
Países Baixos	2.04%	2.10%	1.22%	1.37%	1.58%
Nova Zelândia	5.26%	4.07%	5.15%	6.74%	9.35%
Portugal	56.25%	58.51%	59.26%	60.77%	55.93%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 113. Percentagem da disponibilidade de ovos proveniente de cada país

Local de origem de ovos	Percentagem da disponibilidade de ovos proveniente de cada país			
	2015	2014	2013	2012
Alemanha				0.31%
Estónia			0.71%	
Espanha	7.96%	7.06%	6.56%	7.84%

França	0.18%		0.07%	0.33%
Portugal	91.85%	92.94%	92.66%	91.53%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 114. Percentagem da disponibilidade de leite proveniente de cada país

Local de origem de leite	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica				0.42%	
Alemanha	0.43%	0.37%	0.72%	0.78%	1.26%
Dinamarca	0.29%				
Estónia	0.12%				
Espanha	10.27%	13.79%	14.23%	20.42%	18.07%
França	4.92%	5.70%	5.95%	5.54%	7.53%
Reino Unido	0.05%	0.05%			
Itália	0.09%	0.08%	0.06%	0.04%	0.05%
Portugal	83.82%	80.00%	79.04%	72.80%	73.09%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 115. Percentagem da disponibilidade de iogurte proveniente de cada país

Local de origem de iogurtes	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	0.26%	0.56%	0.23%		
Bélgica		0.39%			
República Checa	0.31%	0.30%			
Alemanha	6.07%	6.44%	6.52%	7.84%	8.76%
Espanha	38.07%	36.41%	30.37%	27.90%	28.99%
França	9.23%	11.30%	13.81%	19.41%	17.22%
Reino Unido			0.56%		

Polónia	0.40%	0.52%	0.68%	0.95%	1.08%
Portugal	45.65%	44.08%	47.81%	43.90%	43.96%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 116. Percentagem da disponibilidade de queijos proveniente de cada país

Local de origem de queijos	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	1.57%	1.31%	1.00%	0.87%	0.38%
Alemanha	6.33%	5.56%	5.19%	5.66%	5.93%
Dinamarca	1.88%	1.16%	1.02%	0.82%	1.09%
Espanha	16.00%	17.59%	15.28%	13.66%	15.08%
França	6.61%	6.19%	7.44%	8.02%	6.91%
Reino Unido	1.34%	1.20%	1.28%	1.42%	1.43%
Itália	1.06%	0.66%	0.68%	0.62%	0.54%
Lituânia	0.23%	0.51%	0.15%		
Países Baixos	5.64%	4.31%	4.03%	2.84%	2.72%
Polónia	0.44%	0.66%	1.24%	1.16%	1.07%
Portugal	58.90%	60.85%	62.70%	64.93%	64.85%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 117. Percentagem da disponibilidade de manteigas proveniente de cada país

Local de origem de manteigas	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	20.37%	16.06%	19.70%	20.38%	16.81%
Alemanha	3.57%	2.40%	2.22%	0.64%	0.38%
Espanha	15.86%	12.04%	15.31%	14.78%	15.29%
França	10.12%	7.60%	8.89%	10.32%	5.29%
Reino Unido	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.82%

Países Baixos	1.58%	0.74%	0.77%	1.38%	0.87%
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Portugal	48.50%	61.17%	53.12%	52.49%	60.53%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 118. Percentagem da disponibilidade de azeite proveniente de cada país

Local de origem de azeite	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	93.24%	98.76%	93.52%	100.00%	100.00%
França	0.58%		1.00%		
Itália			0.95%		
Marrocos	1.44%	1.24%			
Tunísia	4.73%		1.45%		
Turquia			3.08%		
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 119. Percentagem da disponibilidade de café proveniente de cada país

Local de origem de café	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Angola	0.62%			0.30%	
Bélgica	0.45%				
Brasil	10.24%	10.76%	9.79%	9.89%	9.97%
Suíça				2.12%	2.33%
Costa do Marfim	1.04%	1.15%	0.61%	1.23%	0.44%
Camarões	3.37%	3.33%	2.84%	4.10%	4.28%
Colômbia	0.40%	0.36%	0.38%	0.31%	0.29%
Costa Rica	1.24%	1.49%	2.45%	2.12%	2.18%
Alemanha	1.31%	1.16%	1.36%	1.97%	2.76%
Espanha	10.72%	11.58%	11.61%	16.46%	9.90%

França	2.31%	2.74%	2.15%	0.69%	
Guatemala		0.56%	0.71%	0.41%	2.60%
Honduras	1.02%	1.03%	1.45%	1.24%	2.43%
Indonésia	2.00%	1.88%	1.96%	1.27%	0.84%
Índia	2.36%	2.41%	2.61%	2.42%	3.62%
Itália	1.83%	1.89%	1.67%	1.69%	1.84%
Laos	0.39%	0.58%	0.75%	0.61%	0.93%
Países Baixos	1.94%	1.77%	0.89%	1.76%	2.08%
Peru	0.02%	0.33%		0.35%	0.37%
Papuásia-Nova Guiné			0.35%		
Timor Leste	0.45%	0.27%	0.25%		0.32%
Uganda	4.65%	4.69%	4.27%	3.02%	5.12%
Vietname	19.09%	17.09%	18.09%	14.03%	14.04%
Portugal	34.57%	34.92%	35.80%	34.02%	33.66%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Quadro 120. Percentagem da disponibilidade de chocolate proveniente de cada país

Local de origem de chocolate	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Áustria	0.98%	1.03%	0.83%	0.67%	0.64%
Bélgica	16.07%	7.08%	11.36%	11.28%	15.17%
República Checa	0.70%	0.67%	0.43%		
Alemanha	20.51%	15.97%	19.63%	22.36%	20.11%
Espanha	28.02%	44.08%	33.18%	31.03%	29.12%
França	16.31%	16.60%	18.14%	18.40%	20.19%
Reino Unido	1.92%	1.40%	1.75%	1.11%	1.59%
Itália	6.23%	5.85%	5.42%	5.88%	5.93%
Países Baixos	8.63%	6.72%	8.90%	8.90%	7.25%

Polónia	0.62%	0.60%	0.36%	0.36%	
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 121. Percentagem da disponibilidade de vinho proveniente de cada país

Local de origem de vinhos	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Espanha	37.89%	45.44%	37.72%	34.68%	44.26%
França	0.74%	0.89%	1.07%	1.21%	1.22%
Itália	0.83%	0.94%	0.93%	1.19%	1.25%
Portugal	60.54%	52.73%	60.28%	62.93%	53.27%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Quadro 122. Percentagem da disponibilidade de cerveja proveniente de cada país

Local de origem de cerveja	Percentagem da disponibilidade de trigo proveniente de cada país				
	2015	2014	2013	2012	2011
Bélgica	0.19%	0.17%	0.14%	0.10%	0.06%
Alemanha	0.35%	0.35%	0.40%	0.49%	1.35%
Espanha	5.40%	5.22%	4.18%	3.74%	2.57%
França	0.31%	0.80%	0.37%	0.57%	0.33%
Reino Unido			0.07%	0.04%	
Irlanda	0.10%	0.09%	0.08%	0.10%	0.06%
Itália			0.06%		
México	0.13%	0.10%	0.14%	0.15%	0.06%
Países Baixos	0.18%	0.18%	0.26%	0.16%	0.11%
Polónia					0.04%
Portugal	93.35%	93.10%	94.30%	94.65%	95.43%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Anexo VI - PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal antes e depois da minimização.

Quadro 123. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal antes da minimização

Produto	PH indirecta (m³/ano)	Quantidade disponível para consumo (ton/ano)	Água virtual por tonelada (m³/ton)
Trigo	1.47×10 ⁹	1.29×10 ⁶	1141.203
Arroz	4.40×10 ⁸	2.58×10 ⁵	1704.567
Milho	3.32×10 ⁹	2.51×10 ⁶	1320.342
Centeio	1,31×10 ⁸	4.78×10 ⁴	2741.864
Aveia	2.37×10 ⁸	6.87×10 ⁴	3447.181
Batata	2.57×10 ⁸	8.25×10 ⁵	311.881
Açúcar	1.18×10 ⁹	6.69×10 ⁵	1759.926
Tomate	8.67×10 ⁷	1.22×10 ⁶	71.293
Feijão	7.90×10 ⁷	2.71×10 ⁴	2911.841
Grão-de-bico	3.58×10 ⁷	1.13×10 ⁴	3169.764
Maçã	1.52×10 ⁷	2.82×10 ⁵	538.315
Pêra	4.23×10 ⁷	5.49×10 ⁴	770.626
Pêssego	5.12×10 ⁷	7.01×10 ⁵	730.712
Uva	3.85×10 ⁷	3.93×10 ⁴	978.173
Laranja	1.29×10 ⁸	2.19×10 ⁵	590.385
Azeitonas	5.93×10 ⁷	1.04×10 ⁴	5700.709
Carne bovina	2.45×10 ⁹	1.69×10 ⁵	14468.385
Carne suína	3.77×10 ⁹	4.53×10 ⁵	8307.220
Carne de aves	1.23×10 ⁹	3.30×10 ⁵	3730.571
Carne de ovino e caprino	2.43×10 ⁸	1.68×10 ⁴	14434.076
Ovos	3.33×10 ⁸	7.15×10 ⁴	4651.694
Leite	9.60×10 ⁸	7.74×10 ⁵	1240.651
Iogurtes	3.04×10 ⁸	2.05×10 ⁵	1483.969
Queijo	3.49×10 ⁸	1.10×10 ⁵	3169.645
Manteiga	1.36×10 ⁸	2.16×10 ⁴	6312.038
Azeite	9.01×10 ⁸	6.54×10 ⁴	13785.488

Café	1.46×10^9	8.55×10^4	17085.020
Chocolate	8.03×10^8	3.96×10^4	20262.162
Vinho	6.89×10^8	4.27×10^5	1612.458
Cerveja	3.52×10^8	5.93×10^5	594.108

Quadro 124. PH indirecta por produto disponível para consumo em Portugal depois da minimização

Produto	PH indirecta (m³/ano)	Quantidade disponível para consumo (ton/ano)	Água virtual por tonelada (m³/ton)	% Redução por produto	% Redução do total minimizado
Trigo	1.28×10^9	1.29×10^6	991.819	13.01%	32.95%
Arroz	4.24×10^8	2.58×10^5	1642.674	3.69%	2.62%
Milho	3.21×10^9	2.51×10^6	1276.209	3.35%	17.35%
Centeio	1.31×10^8	4.78×10^4	2731.777	0.35%	0.06%
Aveia	2.34×10^8	6.87×10^4	3400.300	1.20%	0.48%
Batata	2.57×10^8	8.25×10^5	311.324	0.18%	0.08%
Açúcar	1.08×10^9	6.69×10^5	1607.544	8.25%	16.02%
Tomate	8.67×10^7	1.22×10^6	71.298	-0.01%	0.00%
Feijão	7.12×10^7	2.71×10^4	2623.425	9.76%	1.27%
Grão-de-bico	3.06×10^7	1.13×10^4	2712.881	14.32%	0.82%
Maçã	1.51×10^7	2.82×10^5	534.482	0.75%	0.19%
Pêra	4.23×10^7	5.49×10^4	770.014	0.15%	0.01%
Pêssego	5.10×10^7	7.01×10^5	728.309	0.33%	0.03%
Uva	3.83×10^7	3.93×10^4	973.906	0.44%	0.03%
Laranja	1.29×10^8	2.19×10^5	588.560	0.32%	0.07%
Azeitonas	5.93×10^7	1.04×10^4	5700.709	0.00%	0.00%
Carne bovina	2.41×10^9	1.69×10^5	14239.692	1.58%	6.51%
Carne suína	3.76×10^9	4.53×10^5	8302.834	0.05%	0.34%
Carne de aves	1.23×10^9	3.30×10^5	3718.665	0.32%	0.66%
Carne de ovino e caprino	2.41×10^8	1.68×10^4	14318.149	0.80%	0.30%
Ovos	3.33×10^8	7.15×10^4	4651.196	0.01%	0.01%

Leite	9.56×10^8	7.74×10^5	1234.767	0.44%	0.79%
Iogurtes	2.90×10^8	2.05×10^5	1412.281	4.86%	2.52%
Queijo	3.49×10^8	1.10×10^5	3162.433	0.23%	0.13%
Manteiga	1.27×10^8	2.16×10^4	5878.707	6.95%	1.56%
Azeite	8.90×10^8	6.54×10^4	13605.536	1.25%	1.91%
Café	1.39×10^9	8.55×10^4	16241.349	4.94%	12.11%
Chocolate	7.95×10^8	3.96×10^4	20073.402	0.89%	1.11%
Vinho	6.88×10^8	4.27×10^5	1611.302	0.08%	0.08%
Cerveja	3.52×10^8	5.93×10^5	594.029	0.01%	0.01%