



Vanessa Sofia de Carvalho Seixas

Licenciada em Engenharia do Ambiente

ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA DE UM CONJUNTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula
Baptista da Costa Antunes, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professor Doutor Rui Jorge
Fernandes Ferreira dos Santos, FCT-UNL

Arguente: Professora Doutora Sofia Guedes
Vaz, FCT-UNL

Vogal: Professora Doutora Maria Paula
Baptista da Costa Antunes, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro 2011

Vanessa Sofia de Carvalho Seixas

Licenciada em Engenharia do Ambiente

ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA DE UM CONJUNTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula
Baptista da Costa Antunes, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professor Doutor Rui Jorge
Fernandes Ferreira dos Santos, FCT-UNL

Arguente: Professora Doutora Sofia Guedes
Vaz, FCT-UNL

Vogal: Professora Doutora Maria Paula
Baptista da Costa Antunes, FCT-UNL

Dezembro 2011

ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA DE UM CONJUNTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

© Copyright

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À Professora Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes, pela sugestão do tema, por todo o tempo dispendido, pelos conhecimentos que me foram transmitidos e por toda a orientação prestada durante a realização do presente estudo.

Ao Instituto Nacional de Estatística pela facilidade, disponibilidade e rapidez em responder a pequenas dúvidas e questões que foram surgindo ao longo desta dissertação.

Aos fundadores do site oficial da pegada hídrica, pela rica e vasta informação fornecida e crucial na realização deste trabalho, bem como a Arjen Y. Hoekstra, criador do conceito, e a toda a sua equipa que até ao momento continuam a desenvolver um trabalho exímio acerca do tema.

Finalmente, mas não menos importante, aos meus pais e irmã que me proporcionaram todas as condições para poder ser a pessoa e aluna que sou hoje e que sempre me incentivaram a progredir e a concretizar os meus sonhos e ao Ricardo pelo apoio incondicional em todos os momentos e por me ter escutado sempre que precisei.

Resumo

A água é um recurso escasso e essencial para a qualidade de vida das populações bem como para o seu desenvolvimento económico. As pressões sobre este recurso têm vindo a aumentar, tornando-se urgente a sua preservação e gestão eficaz e eficiente.

Esta dissertação centra-se no indicador pegada hídrica, que mede a apropriação por parte da humanidade dos recursos de água doce. O valor médio global da pegada hídrica centra-se nos 1385 m³/hab/ano, sendo que no caso português este valor é de aproximadamente 2264 m³/hab/ano.

O estudo tem como objectivo geral calcular a pegada hídrica de um conjunto de bens agrícolas, visando encontrar um valor aproximado da pegada hídrica relativa ao consumo da nação e compara-la à pegada hídrica total portuguesa.

Foi possível concluir que a pegada hídrica referente ao consumo de bens agrícolas é de 1432 m³/hab/ano, correspondendo a 63% da pegada hídrica total, sendo que os produtos com maior pegada são a carne suína, a carne bovina e o trigo.

A presente dissertação contém ainda um conjunto de medidas que tem como fim a redução da pegada hídrica. Essas medidas passam pela sensibilização e consciencialização da população, certificação internacional da gestão responsável da água, disponibilidade de mais informação nos rótulos dos produtos e a mudança de hábitos alimentares com a criação de duas medidas específicas - criação do menu “Pegada hídrica mínima” e implementação do *Meatless Mondays* em Portugal.

Palavras-chave: Água, Pegada hídrica, Bens agrícolas, Consumo.

Abstract

Water is a scarce and fundamental resource for the life quality of populations as well as for their development. The pressures upon this resource have had increased, it is becoming urgent to preserve it in an efficient and effective way.

This dissertation is based on the water footprint indicator, which measures the Human use of water resources. The average worldwide value of water footprint it is 1385 cubic meters per capita per year, which in the portuguese case is approximately 2264 cubic meters per capita per year.

The overall objective of this work is to calculate the water footprint of a group of agriculture goods, with the goal of determine the water footprint related to national consumption and compare it with the whole portuguese water footprint.

It was possible to conclude that the footprint regarding to the agriculture goods is 1432 cubic meters per capita per year, which represents 63% of the total water footprint, being the pork meat, bovine meat and wheat the goods with major footprint.

The dissertation has, as well, a set of suggested measures to decrease the water footprint. These measures count on the population awareness, international certification regarding the responsible water management, increase the information available on the product labels and the change of dietary habits with two specific measures- creation of "*Low Water Footprint*" menus and insertion of the *Meatless Mondays* in Portugal.

Key words: Water, Water Footprint, Agriculture goods, Consumption.

Índice de matérias

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento e relevância do tema	1
1.2 Âmbito e objectivo	2
1.3 Organização da dissertação	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 O recurso água	5
2.1.1 Disponibilidade de água no mundo	5
2.1.2 Consumo de água no Mundo	8
2.1.3 Consumo de água na Europa	9
2.1.4 Consumo de água em Portugal	10
2.2 Água virtual	12
2.2.1 O conceito	12
2.2.2 Comércio internacional de água virtual	14
2.2.3 Estimativas de importação e exportação mundial de água virtual	15
2.2.4 Produtos sustentáveis	19
2.3 Pegada hídrica	20
2.3.1 O conceito	20
2.3.2 Tipos de pegada	22
2.3.2.1 Pegada hídrica directa e indirecta	22
2.3.2.2 Pegada hídrica interna e externa	23
2.3.2.3 Pegada hídrica azul	23
2.3.2.4 Pegada hídrica verde	24
2.3.2.5 Pegada hídrica cinzenta	25
2.3.3 Pegada hídrica de um produto	26
2.3.4 Pegada hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores	28
2.3.5 O caso português	30
2.3.5.1 Componentes da pegada hídrica portuguesa	31
2.3.6 Limitações da pegada hídrica	33
2.4 Neutralidade de água	34
2.4.1 O conceito	34
2.4.2 Neutralidade de água de um produto	35
2.4.3 Neutralidade de água de um consumidor	36
2.4.4 Neutralidade de água de uma empresa	37
2.5 Pegada ecológica	38
2.5.1 O conceito	39
2.5.2 Relação entre a pegada hídrica e a pegada ecológica	40
2.6 Pegada de carbono	40
2.6.1 O conceito	40
2.6.2 Relação entre a pegada hídrica e a pegada de carbono	41
2.7 Comparação entre a pegada ecológica, carbónica e hídrica	41

3. APLICAÇÃO DO CONCEITO	45
3.1 Âmbito	45
3.2 Decisores políticos	45
3.3 Empresas	48
3.4 Sociedade	53
4. CASO DE ESTUDO	55
4.1 Apresentação	55
4.2 Selecção do grupo de análise	55
4.3 Metodologia	56
4.4 Limitações	60
4.5 Resultados	61
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	68
6. CONCLUSÕES	73
6.1 Síntese	73
6.2 Estudos futuros	74
REFERÊNCIAS	76
Anexo I	83
Anexo II	89

Índice de figuras

Figura 2.1 - Percentagem do uso sectorial de água na Europa	9
Figura 2.2 e 2.3 - Procura nacional de água por sector e respectivos custos de produção	11
Figura 2.4 - Distribuição do consumo de água a nível nacional	11
Figura 2.5 - Balanço de água virtual no período de 1995-1999	17
Figura 2.6 - Balanço de água virtual de 13 regiões no período de 1995-1999	17
Figura 2.7 - Esquema conceitual dos passos para as estimativas de comércio internacional de água virtual	19
Figura 2.8 - Pegada hídrica dos diversos países (m^3 /hab/ano)	20
Figura 2.9 - Esquema ilustrativo das componentes da pegada hídrica	21
Figura 2.10 - Esquemática do sistema de produção para produzir produto p em etapas do processo k	27
Figura 2.11 - Esquemática da última etapa do processo no sistema de produção para produzir o produto p	28
Figura 2.12 - Escassez e dependência de água importada (%) nos principais países do mediterrâneo europeu	30
Figura 2.13 - Mapa hipsométrico de Portugal com destaque para o sistema montanhoso de Sintra - Montejunto - Estrela	31
Figura 4.1 - Etapa 1 da metodologia da análise da pegada hídrica	56
Figura 4.2 - Etapa 2 da metodologia da análise da pegada hídrica	57
Figura 4.3 - Esquema da contabilização da pegada hídrica nacional	59
Figura 4.4 - Peso de cada grupo de produtos na pegada hídrica total do consumo	62
Figura 4.5 - Pegada hídrica <i>per capita</i> dos produtos seleccionados	63
Figura 4.6 - Peso de cada produto na pegada hídrica total do consumo	63
Figura 4.7 - Percentagem de consumo de água por quantidade de produto em seis países europeus e média global	64
Figura 4.8 – Comparação do consumo de água por quantidade de feijão (m^3 /ton) nos seis países em análise	64
Figura 4.9 – Comparação do consumo de água por quantidade de centeio (m^3 /ton) nos seis países em análise	65
Figura 4.10 – Comparação do consumo de água por quantidade de azeite (m^3 /ton) nos seis países em análise	65
Figura 5.1 e 5.2 - Comparação entre as disponibilidades diárias <i>per capita</i> em 2008 e o padrão alimentar saudável	69

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Quantidade de água na terra	5
Tabela 2.2 - Distribuição da disponibilidade de água potável e respectiva percentagem de população mundial	6
Tabela 2.3 - Disponibilidade de água por continente e 20 países principais (1995 - 1999)	7
Tabela 2.4 - Distribuição de água doce por continentes e sectores	8
Tabela 2.5 - Consumo de água em Portugal discriminado por sector	10
Tabela 2.6 - Top 10 de países importadores e exportadores de água virtual	16
Tabela 2.7 - <i>Ranking</i> das principais regiões em termos de água importada e exportada	18
Tabela 2.8 - Valores médios das componentes da pegada hídrica portuguesa (km ³ /ano)	32
Tabela 2.9 - Pegada hídrica total em Portugal discriminada por sector (km ³ /ano)	32
Tabela 2.10 - Comparação entre a família de pegadas	42
Tabela 4.1 - Valores totais dos cinco parâmetros em estudo	61
Tabela 4.2 - Dados da pegada hídrica, exportação, importação e consumo dos bens agrícolas em estudo	66

Listas de abreviaturas e siglas

AWS – *Alliance for Water Stewardship*
BFW – *Blueprint For Water*
CML – Câmara Municipal de Lisboa
EA – *Environment Agency*
EEA - *European Environment Agency*
FAO - *Food and Agriculture Organization*
FEADER – Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural
GEE – Gases de efeito de estufa
GEO3 – *Global Environment Outlook 3*
Gha – Hectares globais
IBM – *Internacional Business Machines*
IHE – *Institute for Water Education*
INAG – Instituto da Água
INE – Instituto Nacional de Estatística
IPTS – *Institute for Prospective Technological Studies*
ISO - *International Organization for Standardization*
kcal - kilocaloria
LCA - *Life Cycle Assessment*
NVWI – Importação de água virtual
ONG - Organização não Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
PNE – Plano Nacional Estratégico
PIB – Produto Interno Bruto
PNA – Plano Nacional de Água
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUEA – Plano Nacional Uso Eficiente de Água
PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural
REA – Relatório de Estado do Ambiente
TCPA - *Town and Country Planning Association*
UE – União Europeia
UN – *United Nations*
UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*
WA – Disponibilidade de água

WD – Dependência de água importada
WFN – *Water Footprint Network*
WS – Índice de escassez de água
WSS – Índice de auto-suficiência de água
WU – Uso total de água
WWAP - *World Water Assessment Programme*
WWC – *World Water Council*
WWF – *Water Wildlife Fund*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e relevância do tema

A água é um recurso natural único, essencial à vida. O planeta Terra tem cerca de 70% da sua superfície coberta por água, na sua maioria salgada. Apenas 2,5% do total de água existente pode ser potencialmente utilizada para consumo humano. Da água existente na Terra, parte dela não se encontra livre na natureza, uma vez que faz parte dos seres vivos. A água que se encontra livre constitui os recursos hídricos, sendo cerca de 97,2 % salgada. Os restantes 2,8% correspondem a água doce, sob a forma de glaciares (2,15%), água subterrânea (0,63%), vapor de água (0,005%), rios e lagos (0,01%) (Naturlink, 2000).

Reconhecida a importância da água, e tendo esta uma disponibilidade limitada no planeta, é necessário utilizá-la de forma racional e equilibrada, evitando o desperdício e implementando medidas que conduzam ao seu uso eficiente (Palmier, 2003). Os recursos de água doce na terra estão sujeitos a pressões crescentes associados à forma como os utilizamos e poluímos (Postel, 2000; WWAP, 2003,2006,2009). Nesse sentido, diversas estratégias e medidas têm vindo a ser tomadas dado o crescente aumento da procura deste recurso. Cerca de um terço da população mundial vive em países com um nível moderado a elevado de *stress* hídrico, sendo expectável que dentro de aproximadamente 25 anos, dois terços da população mundial viva nestas condições.

Para agravar a situação, a explosão demográfica dos últimos 150 anos deixa antever que a água seja um dos grandes problemas do século XXI. Até metade do século XX, as necessidades de água cresceram gradualmente, acompanhando o lento aumento populacional. No entanto, na segunda metade desse século, o desenvolvimento da sociedade e a elevação do nível de vida determinados pelo desenvolvimento tecnológico e industrial, a que se associaram a expansão urbanística, a agricultura, a pecuária intensiva e a produção da energia eléctrica, geraram uma maior necessidade de procura de água e em quantidades cada vez mais elevadas.

Desde 1950, acompanhando o contínuo crescimento global da população, o consumo anual de água mais que triplicou (aumentou de um volume de 1400 km³ para 3800 km³, entre 1950 e 1995). Cerca de 30% dos recursos de água doce mundiais, economicamente acessíveis, são explorados para satisfazer as necessidades dos principais sectores de actividade humana: consumo doméstico, industrial e agrícola (WWC, 2006).

As alterações climáticas, com o conseqüente aumento da temperatura, a diminuição da precipitação bem como a sua concentração nos meses de Inverno originam a redução das potenciais reservas de água doce e da respectiva qualidade e a ocorrência de elevados níveis de *stress* hídrico num conjunto de países cada vez maior (Correia, 2007; WWC, 2007; Kayaga *et al.*, 2007).

Paralelamente, tem-se dado pouca atenção ao facto de a água total consumida e poluída se relacionar com o quanto e o que se consome de *commodities*, assim como com a estrutura global da economia

que fornece os vários bens e serviços que a sociedade exige. Como resultado, há pouca consciência de que a organização e as características de uma cadeia de produção e abastecimento influenciam fortemente os volumes e a distribuição temporal e espacial, sendo que a água consumida e poluída pode ser associada ao consumo final do produto.

Hoekstra e Chapagain (2008) demonstraram que através da visualização da água incorporada nos produtos, se pode compreender o carácter global da água doce e quantificar os efeitos do consumo e do comércio no uso dos recursos hídricos. Esta compreensão poderá servir de base a uma melhor e mais adequada gestão dos recursos de água doce existentes no planeta. Descobrendo a ligação escondida entre o consumo e o uso de água podemos formar a base para a formulação de novas estratégias de gestão da água, pois os novos caminhos para a mudança podem ser identificados.

A água doce é cada vez mais um recurso global, impulsionado pelo crescimento do comércio internacional de *commodities*, responsável por um consumo elevado de água. Além dos mercados regionais, existem também os mercados mundiais que transaccionam produtos com elevado consumo de água, nomeadamente provenientes da agricultura e pecuária. Contudo, os governos não têm uma visão abrangente da sustentabilidade do consumo nacional. Muitos países têm externalizado a sua pegada hídrica sem verificar se os produtos importados estão relacionados com o esgotamento da água ou com a sua poluição nos países produtores. O conhecimento da dependência de recursos de água noutros locais é relevante para o governo nacional, não só devido à avaliação da sua política ambiental, mas também na avaliação da segurança alimentar do país.

Até recentemente, as questões de disponibilidade, utilização e gestão da água doce têm sido abordadas numa escala local ou nacional. Na formulação de planos nacionais de recursos hídricos, os governos têm tradicionalmente abraçado uma perspectiva puramente nacional, visando apenas o abastecimento de água à sua população, satisfazendo as suas necessidades hídricas (Mekonnen *et al.*, 2010).

O reconhecimento de que os recursos hídricos estão sujeitos a mudanças globais tem conduzido alguns investigadores a defender a importância de colocar as questões da água doce num contexto global (Postel *et al.*, 1996). Valorizando a dimensão global dos recursos de água doce, estes podem ser considerados como a chave para resolver alguns dos problemas actuais de água mais urgentes (Hoekstra, 2011).

1.2 Âmbito e objectivos

Estima-se que em Portugal a utilização de água seja de aproximadamente 52 m³/hab/ano, variando a capitação diária regional entre cerca de 130 litros (nos Açores) e mais de 290 litros (no Algarve). Mas, se se acrescentar a este consumo pessoal, toda a água utilizada para produzir os bens consumidos, desde a agricultura aos usos industriais e energéticos, chega-se à conclusão que cada português é responsável pela utilização de 2264 m³/ano (wwf.pt). O objectivo desta dissertação consiste na

determinação da pegada hídrica referente ao consumo de bens agrícolas, associando-a à pegada hídrica total da população portuguesa. Serão ainda propostas uma série de medidas que visam a redução deste indicador, conduzindo a benefícios em diversos sectores do ambiente e na saúde pública.

Com o objectivo de validar a metodologia proposta e avaliar os resultados da sua aplicação, foi seleccionado um conjunto de produtos agrícolas para os quais havia dados disponíveis junto das fontes de informação utilizadas.

1.3 Organização do trabalho

A dissertação encontra-se organizada em capítulos e subcapítulos sendo que as temáticas abordadas em cada um deles têm como objectivo o enquadramento do trabalho realizado de acordo com os seguintes capítulos:

Introdução: Apresenta um enquadramento necessário para conhecer em que contexto este estudo está inserido.

Revisão bibliográfica: Visa abordar uma revisão da literatura a nível nacional e internacional sobre a importância do recurso natural água, o uso deste bem no Mundo, na Europa e em Portugal, focando ainda alguns conceitos inerentes à pegada hídrica.

Aplicação do conceito: Demonstra de que forma o conceito em estudo é aplicado ao nível dos decisores políticos, empresas e sociedade, revelando o que já tem sido feito após a introdução deste indicador.

Caso de estudo: Explicação do contexto do problema, modo de selecção da amostra, metodologia utilizada e apresentação dos principais resultados obtidos.

Discussão dos resultados: Análise crítica dos resultados e apresentação de medidas que visem a redução da pegada hídrica.

Conclusão: abordagem conclusiva sobre o tema e sugestão de trabalhos a desenvolver no futuro de forma a complementar o estudo realizado e a sua potencialidade de aplicação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O recurso água

2.1.1 Disponibilidade de água no Mundo

O volume total de água na Terra é de aproximadamente 1400 milhões de km³, dos quais apenas 35 milhões de km³ (2,5%) correspondem a água doce (tabela 2.1). A maior parte desta água encontra-se indisponível pois está retida nos glaciares, não sendo utilizada para consumo humano. As principais fontes disponíveis para o consumo humano são os rios, lagos, as águas retidas no solo e os aquíferos subterrâneos, o que corresponde a cerca de 200 000 km³ de água (menos de 1% do total de água doce e apenas 0,01% de toda a água na Terra). Para além desta reduzida percentagem, surge um outro problema no que se refere ao uso de água na medida em que grande parte desta água disponível para consumo humano se encontra longe das populações. De acordo com o ciclo hidrológico, a reposição de água doce depende da evaporação proveniente da superfície terrestre e dos oceanos, representando cerca de 72000 km³/ano e 505000 km³/ano, respectivamente. Cerca de 458000 km³/ano (80%) desta água retoma ao oceano e a restante parte, 119000 km³/ano, à terra. A diferença existente entre a precipitação sobre a superfície terrestre e a evaporação das superfícies, 47000 km³, está envolvida na recarga dos aquíferos (GEO3, 2002).

O Ártico é a zona do globo que detém grande parte da água doce do mundo, sendo a sua paisagem constituída predominantemente por sistemas de água doce. O Oceano Ártico e o calote da Groenlândia são os dois principais campos de gelo permanente, com 8 milhões e 1,7 milhões de km² respectivamente, representando o seu conjunto 10% da água doce existente no mundo. Os rios desta zona do globo descarregam 4200 km³/ano de água doce no oceano Ártico, juntamente com aproximadamente 221 milhões de toneladas de sedimentos (GEO3, 2002).

Todos esses recursos de água doce são potencialmente ameaçados pela poluição antropogénica, encontrando-se os lagos de água doce, localizados na sua maioria em regiões costeiras, expostos a contaminações.

Tabela 2.1 – Quantidade de água na terra (GEO3,2002)

Água na Terra	Volume (1000 km ³)	% do total de água	% total de água doce
Água salgada			
Oceanos	133800	96,54	
Águas salobras	12870	0,93	
Lagos salgados	85	0,006	
Água doce			
Glaciares e neves	24064	1,74	68,7

permanentes			
Água doce subterrânea	10530	0,76	30,06
Gelo subterrâneo	300	0,022	0,86
Lagos de água doce	91	0,007	0,26
Água no solo	16,5	0,001	0,05
Vapor atmosférico	12,9	0,001	0,04
Zonas húmidas e pântanos	11,5	0,001	0,03
Rios	2,12	0,0002	0,006
Incorporada no biota	1,12	0,0001	0,003
Total de água	1386000	100	
Total de água doce	35029		100

A nível mundial, cerca de 80 países distribuídos pelos vários continentes, têm lidado com graves problemas de disponibilidade de água. Tal facto é agravado à medida que a população mundial aumenta, pois não existe uma distribuição equitativa de água pelo globo (tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Distribuição da disponibilidade de água potável e percentagem de população mundial (CML, 2010)

Continente	Disponibilidade de água potável (%)	População mundial (%)
Ásia	36	60
América do Sul	26	6
América do Norte e Central	15	8
Europa	8	12
África	10	13
Oceânia	5	1

Em termos comparativos, a Oceânia é o continente que possui uma maior disponibilidade hídrica face à sua população, seguida da América do Sul. A Ásia, Europa e África possuem valores que levantam alguns problemas, dado serem zonas onde se concentra grande parte da população mundial.

Dentro de cada continente, existem igualmente distribuições não uniformes de água. Grande parte do continente Africano e Oceânia, algumas zonas dos Estados Unidos da América e da América do Sul e o Médio Oriente possuem áreas desérticas ou semidesérticas.

Através da tabela 2.3, observa-se mais pormenorizadamente a água disponível ao nível dos continentes bem como de vinte países seleccionados e respectiva posição no *ranking* mundial.

Tabela 2.3 – Disponibilidade de água por continente e 20 países principais (1995-1999) (Hoekstra e Hung, 2002)

Continentes /Países	Disponibilidade (10⁶ m³/ano)	Ranking mundial
Ásia*	16145247	
China	2800000	4°
Indonésia	2530000	5°
Bangladesh	2357000	7°
Índia	2085000	8°
Myanmar	1082000	10°
Kuwait	758000	15°
Japão	457000	19°
Camboja	498100	17°
Malásia	456000	20°
América do Sul*	12332000	
Brasil	6950000	1°
Venezuela	1317000	9°
Colômbia	1070000	11°
Argentina	994000	12°
Chile	468000	18°
Europa*	8888200	
Rússia	4498000	2°
América do Norte*	6427400	
Estados Unidos da América	2476000	6°
Canadá	2901000	3°
África*	4897220	
Congo	832000	13°
Líbia	600000	16°
Oceânia*	1499600	
Papua Nova Guiné	801000	14°

* Somatório de todos os países do respectivo continente

O continente asiático possui 9 países com grande disponibilidade de água, num universo de 20 países seleccionados.

A América do Sul também se destaca pois o país nº1 do *ranking* encontra-se no seu território, o Brasil. Relativamente à Europa, a Rússia, que se encontra no segundo lugar do *ranking*, possui cerca de metade da água existente em todo o continente.

2.1.2 Consumo de água no Mundo

Tal como foi dito anteriormente, a água não se distribui uniformemente pelo planeta. Dado que o consumo mundial de água tem vindo a aumentar continuamente, é importante analisar as regiões do globo que mais consomem água e como a distribuem pelos diferentes sectores (tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Distribuição de água doce por continentes e sectores (FAO,2004)

Continente/Região	Volume total de água doce utilizada		Extracção de água doce por sector					
	km ³ /ano	%	Doméstico		Industrial		Agrícola	
	km ³ /ano	%	km ³ /ano	%	km ³ /ano	%	km ³ /ano	%
Mundo	3830	100	381	10	785	20	2664	70
África	215	5,6	21	10	9	4	184	86
Ásia	2378	62,2	172	8	270	11	1936	81
América do Sul	252	6,6	47	19	26	10	178	71
América do Norte	525	13,8	70	13	252	48	203	39
Caraíbas	13	0,3	3	23	1	9	9	68
Oceânia	26	0,6	5	18	3	10	19	72
Europa	418	10,9	63	15	223	53	132	32

A primeira observação a retirar da tabela é a discrepância de valores relativamente ao volume total de água doce utilizado, registando a Ásia um consumo de 62,2% do volume total de água doce utilizada no mundo enquanto que a Oceânia não chega a consumir 1%. Tal facto é devido sobretudo à diferença de densidade populacional que se verifica nestes continentes.

Um outro factor de interesse são as diferenças percentuais de uso de água destinada ao sector doméstico, industrial e agrícola. Constata-se que para o ano base de 2004 e a nível mundial, aproximadamente 10% do total de água foi utilizado para uso doméstico, 20% pela indústria e 70% pela agricultura. No entanto, por observação da tabela, verifica-se que as percentagens variam de forma significativa de continente para continente. A Europa e América do Norte utilizam 32 e 39% dos recursos hídricos no sector agrícola, respectivamente, enquanto que na Ásia este valor sobe para 81% e em África para 86%.

A actividade industrial na Europa é responsável pela maioria do uso de água representando 53% do uso total, enquanto que em África, continente menos desenvolvido, esta percentagem não vai além dos 4%.

O sector doméstico é aquele cujas percentagens se encontram mais uniformemente distribuídas pelos continentes.

2.1.3 Consumo de água na Europa

Considerando o total de reservas existentes de recursos hídricos, a Europa consome uma parte relativamente pequena.

A nível europeu, a parte ocidental é responsável pelo consumo de 20% dos recursos disponíveis, porém também aqui o consumo de água não é equitativo. Os países nórdicos consomem apenas cerca de 5%, enquanto que a Holanda, Bélgica e Alemanha consomem 40%.

A Rússia, caracterizada pela sua extensa área, possui 9% da água existente no mundo, mas consome apenas menos de 2% dos seus recursos, anualmente.

Quer a nível europeu quer a nível mundial, os maiores problemas de disponibilidade de água ocorrem em países onde se regista baixa pluviosidade e elevada densidade populacional, bem como em áreas extensas de terrenos agrícolas, como acontece nos países Mediterrâneos.

Nos países do sul da Europa Ocidental, os recursos de água são menos abundantes e a agricultura representa aproximadamente 80% do consumo total de água, sendo a restante parte da responsabilidade do sector industrial e doméstico.

A figura 2.1 dá-nos o panorama geral do consumo de água na Europa, discriminado por sector.

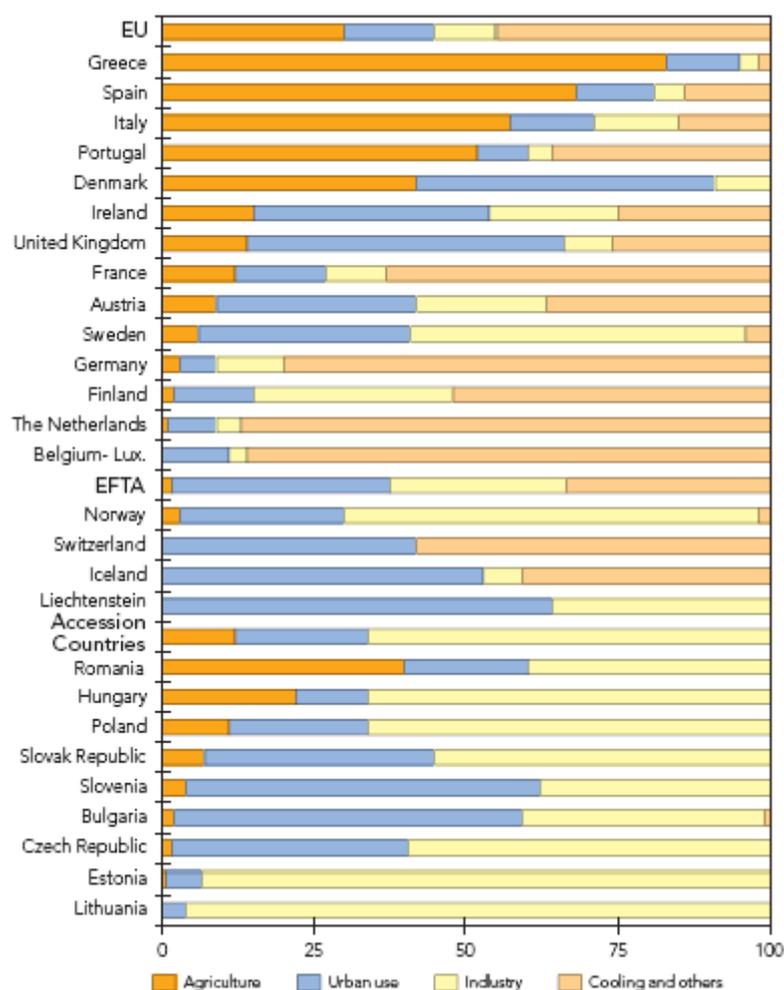


Figura 2.1- Percentagem do uso sectorial de água na Europa (EEA, 1999)

Relativamente ao sector agrícola, ao longo das últimas décadas a tendência geral de consumo de água aumentou devido ao uso crescente de água para irrigação. Contudo, nos anos mais recentes, esta taxa de crescimento tem aumentado de uma forma mais lenta. A extracção total de água na Europa destinada ao regadio é na ordem dos 105068 hm³/ano, sendo que a alocação média de água diminuiu, passando de 5499 m³/hab/ano para 5170 m³/hab/ano entre os anos de 1991 e 2001.

No sector industrial, estima-se que o uso total de água ronde os 34194 hm³/ano. Entre 1990 e 2001, registou-se um declínio na taxa de consumo, justificada pelo abrandamento da produção industrial, reestruturação económica, uso de tecnologias mais eficientes, introdução de instrumentos económicos, entre outros factores.

O consumo de água destinado ao uso doméstico, na Europa, está estimado em 53294 hm³/ano. Tal como no sector industrial, também aqui se verifica um decréscimo no consumo *per capita* entre 1990 e 2001, relacionado com a mudança no estilo de vida das populações, uso de tecnologias mais eficientes e dispositivos de poupança de água, *etc.* (Karavatis).

Tradicionalmente, os problemas de quantidade de água são tratados com o aumento das capacidades de armazenamento, através de reservatórios e sistemas de transferência de água. Contudo, medidas de redução na procura de água estão agora em curso em vários países da Europa. Estas medidas juntamente com uma maior consciencialização do uso de água, têm reduzido o consumo público. Os mercados internos e sectores industriais estão cada vez mais eficientes (GEO3, 2002).

2.1.4 Consumo de água em Portugal

A procura de água em Portugal, tendo como base os custos reais da água, está actualmente estimada em cerca de 7500 x 10⁶ m³/ano, no conjunto dos sectores agrícola, industrial e urbano, correspondendo a um valor global de 1880 x 10⁶ €/ano. Segundo dados do Ministério das Finanças, representou 1,65% do produto interno bruto (PIB) nacional em 2000 (INAG, 2010).

Em termos de procura por sectores, segundo o Plano Nacional da Água (PNA), a agricultura é claramente a maior utilizadora de água em Portugal, com um volume total de cerca de 6550 x 10⁶ m³/ano, representando 87% do total, enquanto que o volume destinado ao abastecimento urbano das populações é de 570 x 10⁶ m³/ano, sendo 8% do total, e o valor relativo à indústria representa 5% do total, ou seja, 376 x 10⁶ m³/ano (INAG, 2010). A tabela 2.5 faz o resumo dos dados acima mencionados, facilitando a compreensão dos mesmos.

Tabela 2.5 - Consumo de água em Portugal discriminado por sector

Agricultura		Indústria		Abastecimento urbano	
10 ⁶ m ³ /ano	%	10 ⁶ m ³ /ano	%	10 ⁶ m ³ /ano	%
6550	87	376	5	570	8

Quanto aos custos efectivos gerados pela utilização da água, que se situaram nos 1 880 000 000 €/ano, o sector urbano destaca-se com aproximadamente 46% do custo total associado, seguindo-se a agricultura com 28% e a indústria com 26% (INAG, 2010).

As figuras 2.2 e 2.3 revelam a procura nacional de água por sector e os respectivos custos de produção.

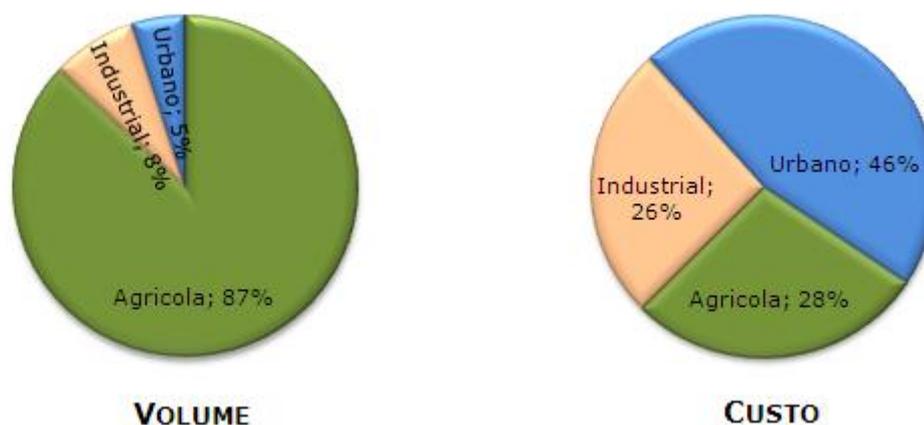


Figura 2.2 e 2.3 - Procura nacional de água por sector e respectivos custos de produção (INAG, 2010)

A nível nacional, a distribuição do consumo de água por regiões também não é uniforme como é ilustrado na figura 2.4, dado que a densidade populacional e o clima variam entre regiões.

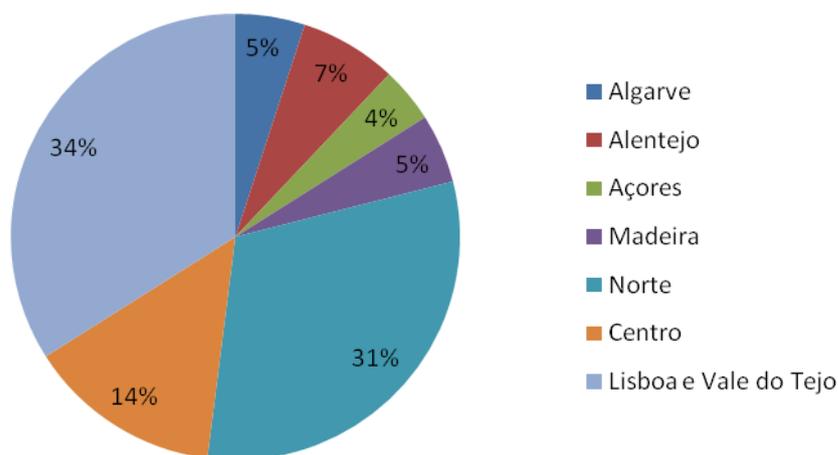


Figura 2.4 - Distribuição do consumo de água a nível nacional (Almeida *et al*,2006)

Segundo o Relatório de Estado do Ambiente (2007), em 2006 o volume de água captado foi de 910900 milhares de m³, representando uma redução de 16% face a 2005.

No mesmo ano de referência, cerca de 66,7% do volume de água captado para abastecimento urbano

teve origem em massas de água superficiais. Opostamente surgem as Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, onde cerca de 97,1% e 99,0% do volume captado foi de origem subterrânea, respectivamente (REA, 2007).

Entre 2005 e 2006, o consumo de água no sector doméstico aumentou aproximadamente 6,6% e o volume de água fornecido a este sector traduziu-se numa capitação de 137 l/hab.dia para o Continente, 317 l/hab.dia e 178 l/hab.dia para as Regiões Hidrográficas dos Açores e da Madeira, respectivamente. A Região Hidrográfica do Algarve apresentou uma capitação significativamente mais elevada comparativamente com as outras regiões do Continente, cerca de 279 l/hab.dia, o que se deve em grande parte ao facto de se tratar da região do país com maior actividade turística e à presença de um elevado número de população flutuante (REA, 2007).

2.2 Água Virtual

2.2.1 O conceito

Na Conferência sobre Água e Meio Ambiente em Dublin no ano de 1992, ocorreu a adopção internacional da água enquanto recurso, considerando-se o mesmo como limitado, escasso e com elevado valor económico. Sendo então a água um bem económico, passou a pertencer a um mercado dependente das condições de oferta e procura, condições essas que têm a particularidade de poderem ser reguladas pelos preços. Nesse contexto, as transferências de bens entre os países passam a tomar uma nova dimensão no sentido de manter a sustentabilidade dos recursos hídricos de cada país, ao longo do tempo (Allan, 2003).

Com o objectivo de dimensionar de uma forma económica as relações entre países, surge a abordagem da água virtual. Este conceito foi desenvolvido pelo Professor John Antony Allan, do Departamento de Geografia do King College, Londres, em 1994 surgindo após o próprio admitir que o termo “*embedded water*”, por si criado, não teve êxito na medida em que não tinha o devido reconhecimento pelos gestores de recursos hídricos (Allan, 2003).

A água virtual diz respeito ao comércio indirecto de água que está incorporada em determinados produtos, especialmente nas *commodities* agrícolas.

De forma a estimar os valores envolvidos no comércio de água virtual, dever-se-á ter em conta não só a água envolvida em toda a cadeia de produção, mas também as características específicas de cada região produtora e as características tecnológicas e ambientais.

O grupo liderado por A. Y. Hoekstra da Universidade de Twente, na Holanda, e a UNESCO - IHE (*Institute for Water Education*) tornou o conceito mais (re) conhecido e operacional ao realizarem um trabalho de identificação dos fluxos de comércio de água virtual entre países bem como a sua quantificação.

O conceito introduzido por Allan é utilizado por Hoekstra (2003) que defende que a água virtual se

refere à quantidade de água exigida por um bem ao nível da sua produção, tendo em consideração o lugar onde este será consumido.

Desde a altura em que o conceito foi introduzido, há um relativo consenso de que a água virtual está intimamente relacionada com a utilização dos recursos hídricos, daí a rápida expansão do conceito. Água virtual é um conceito que permite relacionar água, alimentos e comércio internacional.

O estudo de Hoekstra e Hung (2002) afirma que o comércio global movimentou um volume anual de água virtual na ordem de 1000 km³ a 1340 km³. Independentemente do valor mencionado, é indiscutível que no comércio internacional de *commodities* agrícolas existe um fluxo de água virtual. Este fluxo é relevante quando se aborda a problemática da escassez de água e da segurança alimentar pois, dependendo das relações estabelecidas, o fluxo existente pode reduzir a necessidade de água para a produção nacional de alimentos ao importar os mesmos de países com relativa abundância de água.

Decorrente dessa conceituação surgem três novos índices criados por Allan: escassez de água, dependência de água importada e auto-suficiência de água.

O índice escassez de água (WS) diz respeito à relação entre o uso de água total e a quantidade de água disponível:

$$\mathbf{WS = (WU/WA) \times 100}$$

sendo:

WS – Índice de escassez de água nacional (%)

WU - Uso total de água no país (m³/ano⁻¹)

WA - Disponibilidade nacional de água (m³/ano⁻¹)

Um índice de escassez de água nacional próxima de 100% significa que o país tem escassez de água, sendo o uso de água total próxima da água disponível. Por outro lado, um índice com valores percentuais baixos reflecte que o país tem água em abundância, sendo o uso de água total uma pequena parte da água disponível.

A dependência de água importada (WD) relaciona a importação de água virtual de um país com a sua água total.

$$\mathbf{WD = (NVWI/ WU + NVWI) \times 100}$$

sendo:

WD – Dependência de água importada de um país (%)

NVWI – Importação de água virtual líquida de um país (m³/ano⁻¹)

WU – Uso total de água no país (m³/ano⁻¹)

Quando os valores do índice estão próximos de zero pode significar duas coisas: ou que a importação de água virtual total e a exportação estão em equilíbrio ou que há exportação de água virtual líquida. No outro extremo, ou seja, para valores próximos de 100%, há uma total importação de água virtual, expressando a enorme dependência da água de uma nação.

Por último, o índice de auto-suficiência hídrica (WSS), mede a capacidade percentual da economia nacional assegurar a satisfação das necessidades da população, indústria, agricultura e outras actividades.

$$\text{WSS} = (\text{WU} / \text{WU} + \text{NVWI}) \times 100$$

sendo:

WSS – Índice de auto-suficiência hídrica (%)

WU - Uso total de água no país ($\text{m}^3/\text{ano}^{-1}$)

NVWI - Importação de água virtual líquida da nação ($\text{m}^3/\text{ano}^{-1}$)

Um índice de auto-suficiência alto revela um país capaz de assegurar toda a água necessária para os diversos fins. De uma forma oposta, valores baixos reflectem um país totalmente dependente da importação de água virtual.

Assim, Allan (1998 e 2003) levantou a questão da possibilidade de produtos que necessitam de grandes quantidades de água na sua produção serem exportados de lugares com elevada disponibilidade de água para países com maior escassez de água. Estas importações de água aliviarão a pressão exercida sobre os recursos hídricos, segundo o autor.

Apoiando as palavras de Allan, o relatório do *World Water Council* (WWC, 2003) afirma que o comércio agrícola se apresenta como o grande transferidor de água entre regiões e que o país ao importar produtos que utilizam água de forma intensiva no seu processo produtivo consegue direccionar a água para outras finalidades, beneficiando assim deste comércio.

2.2.2 O comércio internacional de água virtual

Segundo alguns teóricos, o comércio directo de água entre nações não é significativo no comércio internacional, pelo que não deve ser levado em conta na conjuntura actual. Porém, este comércio internacional de água que se manifesta através da transacção de produtos é uma realidade e identifica e comanda o que produzir e onde, segundo a quantidade de água disponível e necessária para a produção de bens. À partida, esse comércio equilibraria e beneficiaria as nações, fornecendo uma diversidade de produtos aos países com escassez hídrica assegurando ao mesmo tempo que as necessidades de abastecimento da população seriam satisfeitas.

Nas pesquisas realizadas sobre o comércio de água virtual, nomeadamente nas estimativas de

importação e exportação de água virtual dos diversos países, são utilizadas diversas fontes de dados, dando particular importância àquelas que permitem a comparabilidade entre nações e que possuem carácter oficial, estando ligadas à ONU. Os estudos realizados por Hoekstra e Hung (2002) e Chapagain, Hoekstra e Savenije (2005) demonstram o potencial dessas fontes de dados, através da análise de situações regionais ou de *commodities* específicas.

Os dados mais utilizados na identificação da quantidade de água utilizada nas diferentes culturas são os apresentados pela *Food and Agriculture Organization* (FAO). Para o estabelecimento da quantidade de água virtual incorporada no comércio internacional é em regra utilizado o banco de dados estatísticos de comércio de *commodities* (COMTRADE) das Nações Unidas, e também dados do Centro Internacional de Comércio, situado em Genebra.

Estas entidades revelam uma grande ajuda no desenvolvimento de estudos pois são fontes credíveis que fornecem dados padronizados de unidades e que têm acesso privilegiado a determinadas informações que mais nenhum órgão teria (Hoekstra e Hung, 2002).

Mas a existência deste comércio internacional leva a muitas outras questões. Se por um lado os benefícios da existência desta actividade se destacam, por outro lado delegar a este comércio a função de estabelecer o que cada país deverá produzir tendo por base a quantidade de água disponível no seu território pode levar a discussões e gerar novos conflitos.

Assim, outras questões de política hídrica e económica devem ser averiguadas. Vários autores propõem uma visão holística dos recursos hídricos (Hoekstra e Hung, 2002), pensando a nível económico, social e político, garantindo a satisfação das necessidades da população e condições de produção industrial e agrícola para os outros sectores da sociedade.

Segundo o *World Water Council* e o *Institute for Water Education* da UNESCO, a água virtual deverá ser uma opção política, exercendo menos pressão sobre países com menor disponibilidade hídrica, mas deve vir acompanhada de uma política de consciencialização para o uso de produtos que requerem uma quantidade de água reduzida, ou seja, produtos mais sustentáveis. O conceito de água virtual deve ter em conta as relações entre o uso dos recursos e todo o trabalho envolvido na produção das *commodities* ou do produto final. Dessa forma, o uso da teoria das vantagens comparativas incorporaria tudo o que é virtual no produto (água, trabalho e relações sociais) podendo levantar-se a questão do uso da água no equilíbrio entre as nações e o tipo de classe trabalhadora que esteve na concepção da *commodity* que na teoria estaria igualmente em equilíbrio com outras classes.

2.2.3 Estimativas de importação e exportação mundial de Água Virtual

Diversos estudos da UNESCO desenvolvidos no âmbito do “*Virtual Water Trade Research Programme*”, clarificam a real relação entre os reservatórios mundiais de água doce e a sua capacidade de gerarem divisas. No entanto, os recursos hídricos envolvidos no processo de produção de produtos

exportados, apesar da notável evolução, ainda não são devidamente reconhecidos como um bem económico, conduzindo à sua escassez, mesmo em locais com relativa abundância de água.

Os resultados dos cálculos mostram que o volume global de água virtual transferida através do comércio internacional teve um valor médio de 695 Gm³/ano durante o período de 1995 a 1999. De um modo comparativo, a água retirada (denominada de *water withdrawal*) para a agricultura e utilizada para irrigação foi de aproximadamente 2500 Gm³/ano em 1995 e 2600 Gm³/ano em 2000 (Shiklomanov, 1997). Tendo em conta a utilização de água proveniente da precipitação por parte das culturas, estima-se que o uso total de água a nível mundial seja de 5400 Gm³/ano (Rockström e Gordon, 2001). Tais valores significam que 13% da água utilizada na produção agrícola não é usada para consumo doméstico, mas sim para exportação (de uma forma virtual). Apesar desta percentagem global, os valores variam fortemente entre os diferentes países. Considerando o período de 1995 a 1999, os cinco países que mais exportaram água virtual são os Estados Unidos, Canadá, Tailândia, Argentina e Índia. Por outro lado, os cinco países que mais importaram este tipo de água são o Japão, Holanda, República da Coreia, China e Indonésia. Na tabela 2.6 estão representados estes valores para um conjunto de 10 países (Hoekstra e Hung, 2005).

Tabela 2.6 – Top 10 de países importadores e exportadores de água virtual (Hoekstra e Hung, 2005)

País	Água exportada (10 ⁹ m ³ /ano)	Ranking	País	Água importada (10 ⁹ m ³ /ano)
Estados Unidos	152	1	Japão	59
Canadá	55	2	Holanda	30
Tailândia	47	3	República da Coreia	23
Argentina	45	4	China	20
Índia	32	5	Indonésia	20
Austrália	29	6	Espanha	17
Vietname	18	7	Egipto	16
França	18	8	Alemanha	14
Guatemala	14	9	Itália	13
Brasil	9	10	Bélgica	12

A figura 2.5, por sua vez, dá-nos a informação do balanço de água virtual, durante o período de 1995 a 1999, onde os países exportadores de água virtual estão representados a verde e os países importadores a vermelho.

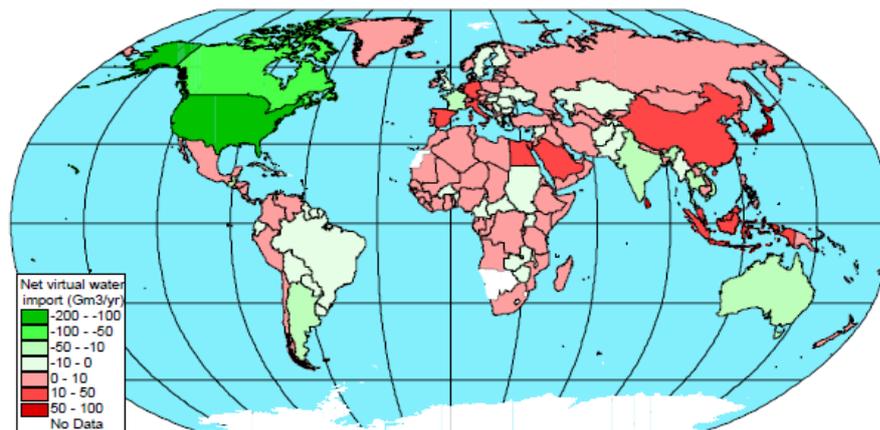


Figura 2.5 – Balanço de água virtual no período de 1995-1999 (Hoekstra e Hung, 2005)

Os cálculos mostram que os países desenvolvidos geralmente têm um balanço hídrico virtual mais estável em comparação com os países em desenvolvimento. Os países que estão próximos em termos geográficos e de desenvolvimento, podem ter um balanço hídrico bastante diferente. Exemplo disso são a Holanda, Bélgica, Alemanha, Espanha e Itália que importam um grande volume de água virtual e a França, que por outro lado é um grande exportador de água virtual através dos seus produtos. No caso do Médio Oriente, a Síria é caracterizada por ser exportadora de água virtual e a Jordânia e Israel por importarem água virtual (Hoekstra e Hung, 2005).

A fim de representar os fluxos de água virtual entre grandes regiões do mundo, tem sido feita uma classificação que se baseia na divisão de 13 zonas principais: América do Norte, América Central, América do Sul, Europa Oriental, Europa Ocidental, Sul e Centro da Ásia, Médio Oriente, Sudeste Asiático, África do Norte, África Central, África Austral, antiga União Soviética e Oceânia. Estes fluxos de água virtual, no período de 1995 a 1999 encontram-se ilustrados na figura 2.6 (Hoekstra e Hung, 2005).

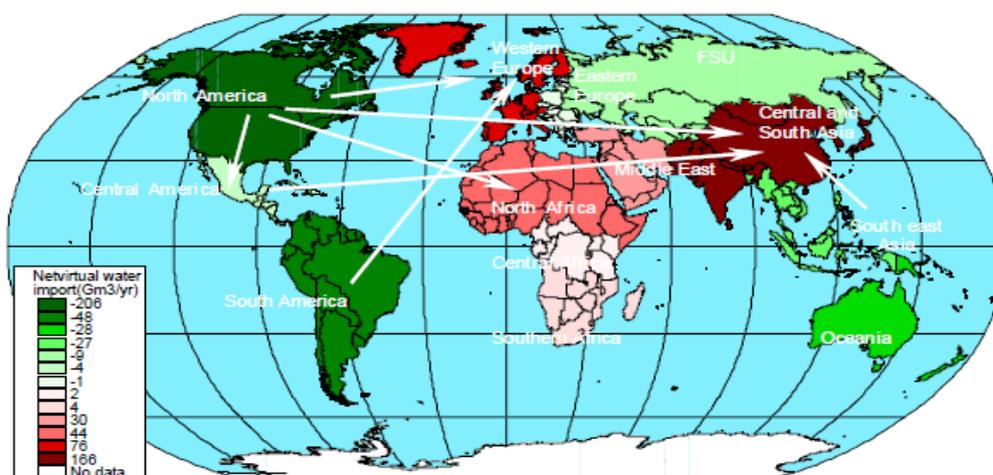


Figura 2.6 - Balanço de água virtual de 13 regiões no período de 1995-1999 (Hoekstra e Hung, 2005)

Obs: Apenas os grandes fluxos (>20 Gm³/ano) estão representados pelas setas

Através da tabela 2.7 podemos concluir que as regiões com uma importação de água virtual significativa são o Centro e o Sul da Ásia, Europa Ocidental, Norte de África e Médio Oriente. Já a América do Norte e do Sul, Oceânia e Sudeste Asiático são regiões com grandes fluxos de água exportada (Hoekstra e Hung, 2005).

Tabela 2.7 – *Ranking* das principais regiões em termos de água importada e exportada (Hoekstra e Hung,2005)

Importação brutal de água virtual		Ranking	Exportação bruta de água virtual	
Região	Gm ³ /ano		Região	Gm ³ /ano
Sul e centro Asiático	196	1	América do Norte	224
Europa Ocidental	105	2	América do Sul	69
Norte de África	51	3	Sudeste Asiático	68
Médio Oriente	41	4	América Central	38
Sudeste Asiático	41	5	Sul e centro Asiático	30
América Central	33	6	Oceânia	30
América do Sul	21	7	Europa Oriental	29
América do Norte	18	8	FSU	18
Europa oriental	12	9	Europa Ocidental	13
FSU	9	10	Médio Oriente	11
África Austral	8	11	Norte de África	6
África Central	3	12	África Austral	4
Oceânia	2	13	África Central	1

Com o objectivo de estimar os volumes importados e exportados de água virtual, deverá proceder-se ao cálculo da água virtual incorporada em diversos produtos, seleccionados de acordo com a sua importância no mercado internacional, dado serem os responsáveis pela maior parte das transacções entre nações. Para proceder a estas estimativas, deverão ser consideradas as especificidades de cada produto e de cada região relativamente às necessidades hídricas. Estas necessidades específicas são determinadas pela estimativa do volume de água incorporado em cada um desses produtos e em cada uma das regiões, tendo por base os seguintes critérios: parâmetros climáticos da região; características do produto (evapotranspiração e necessidade hídrica da cultura), produtividade e comércio internacional da cultura (figura 2.7) (Hoekstra e Hung, 2005).

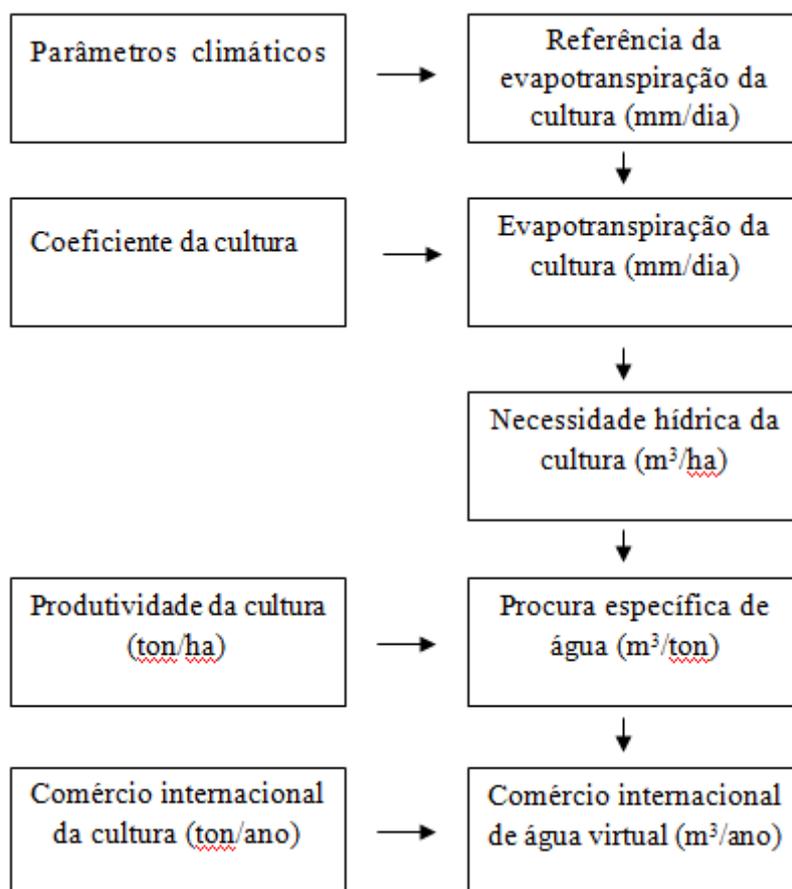


Figura 2.7 – Esquema conceptual dos passos para as estimativas de comércio internacional de água virtual (Hoekstra e Hung, 2005)

O esquema apresentado evidencia que apesar de se tratar do mesmo produto, de acordo com as características climáticas, rendimento e produtividade dessa região, a sua produção pode necessitar de um volume de água diferente.

2.2.4 Produtos sustentáveis

O conceito de água virtual bem como todos os estudos já desenvolvidos permitem aprofundar e discutir certas questões direccionadas para o tema da sustentabilidade. Uma dessas questões actualmente abordadas diz respeito à quantidade de água envolvida na produção dos alimentos e o significado dessa produção em termos nutricionais.

Pimentel (2004) afirma que o volume de água gasto em alguns produtos habitualmente usados na alimentação diária das populações é muito elevado. Uma das soluções apontadas por este autor seria a adopção de uma dieta alimentar, direccionando-a no sentido de incorporar produtos que requerem menos quantidade de água na sua produção.

Como irá ser mostrado mais à frente neste trabalho, a produção de carne é um dos principais consumidores de água tendo em conta o caso dos rebanhos que são alimentados com ração. A ração é

produzida principalmente a partir de cereais, que por sua vez são grandes consumidores de água. O estilo de vida da sociedade actual também não contribui para uma ementa sustentável dado que cada vez se consome mais “fast food”, incorporando vários produtos com elevado consumo de água. É necessária uma consciencialização da população na tentativa de uma mudança dos seus hábitos alimentares, incentivando não só uma vida mais saudável mas também mais sustentável. Quantas pessoas saberão que um simples jantar pode consumir 2470 l de água? Vejamos: Para produzir um copo de vinho (125ml) são necessários 120 l de água. Um pouco de queijo como entrada (100g) consome 500 l e o pão que o acompanha (30g) 40 l. Servindo como prato principal frango (300g) e arroz (200g), despendem-se 1300 l e 300 l de água respectivamente. Como sobremesa, uma maçã (100g) representa 70 l. Terminando a refeição com uma chávena de café (125ml) somamos mais 140 l, perfazendo os 2470 l (waterfootprint.org.). Partindo da ideia de que a produção alimentar mantém uma relação estreita com a disponibilidade dos recursos hídricos e que alguns alimentos exigem um maior volume de água na sua produção comparativamente a outros, talvez a discussão dos padrões actuais de alimentação da população mundial deva emergir rapidamente como parte da solução.

2.3 Pegada Hídrica

2.3.1 O conceito

Em 2002, foi introduzido pelo professor A. Y. Hoekstra um novo indicador relativo ao consumo de água cuja principal função é contabilizar a quantidade de água utilizada nos bens e serviços que são consumidos pelos habitantes de um país, tendo em consideração o comércio internacional. Este conceito inclui informação baseada no conceito de água virtual e demonstra a quantidade real de água necessária para sustentar e satisfazer a sociedade (Hoekstra *et al.*, 2011).

A média global da pegada hídrica é de aproximadamente 1385 m³/ano *per capita* (waterfootprint.org), variando substancialmente este valor de país para país. A figura 2.8 ilustra a pegada hídrica *per capita* dos diferentes países, permitindo ter uma visão global da distribuição desta pegada no mundo.

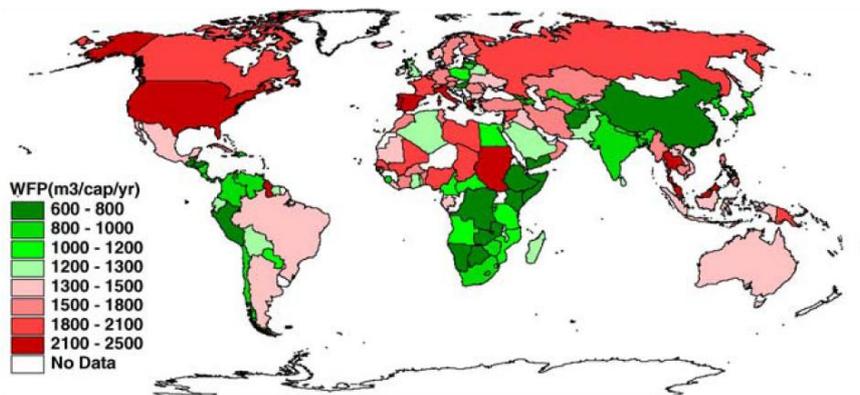


Figura 2.8 – Pegada hídrica dos diversos países (m³/hab/ano) (Hoekstra e Chapagain, 2007)

Os países com coloração verde são caracterizados por possuírem uma média nacional de pegada hídrica inferior à média global. Por sua vez, os países a vermelho registam uma pegada hídrica superior à média, como é o caso de Portugal.

A China e a Índia, por serem países com elevada densidade populacional, têm reduzidas pegadas hídricas; os Estados Unidos são o país a nível mundial com a pegada mais elevada; Portugal tem uma pegada relativamente elevada quando comparada com outros países europeus. Quanto maior o nível de desenvolvimento de um país, maior o consumo de produtos e, conseqüentemente, maior a pegada hídrica.

A ideia de considerar o uso de água ao longo das cadeias de abastecimento ganhou interesse depois da introdução do conceito. A pegada hídrica é um indicador de uso de água doce que se traduz não só no uso directo de água por parte do consumidor ou do produtor, mas também no uso indirecto. É um conceito multidimensional, que revela os volumes de consumo de água por fonte e volume poluído por tipo de poluição. Todas as componentes de uma pegada hídrica são especificadas geograficamente e temporalmente (Hoekstra *et al.*, 2011)

Como um indicador de uso de água, a pegada hídrica difere do conceito “*water withdrawal*” em três aspectos:

1. A pegada hídrica não inclui o uso de água azul quando essa água é devolvida para o meio de onde foi originária;
2. Não está restrita ao uso de água azul, incluindo também a água verde e cinzenta;
3. Não é restrita ao uso directo de água, contemplando igualmente o uso de água indirecto.

A figura 2.9 é uma representação esquemática das componentes incluídas da pegada hídrica, clarificando as diferenças entre este conceito e o conceito *water withdrawal*.

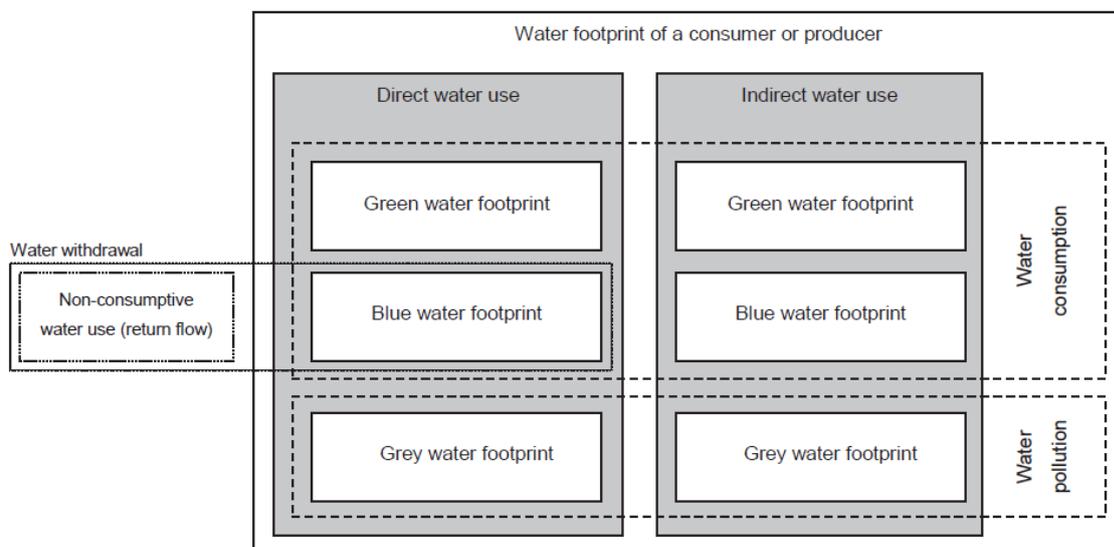


Figura 2.9 – Esquema ilustrativo das componentes da pegada hídrica (Hoekstra *et al.*, 2011)

Deste modo, a pegada hídrica oferece uma melhor e mais ampla perspectiva sobre a utilização de sistemas de água doce por parte dos produtores e consumidores, sendo uma medida volumétrica do consumo de água e poluição. O impacto ambiental local de um determinado consumo de água e poluição depende da vulnerabilidade do sistema de água local e do número de consumidores e poluidores que fazem uso desse mesmo sistema.

Os cálculos da pegada hídrica podem conduzir a discussões sobre a sustentabilidade e equidade do uso de água bem como a sua distribuição, formando também uma boa base de avaliação dos impactes ambientais locais, quer a nível ambiental, social e económico.

Rumo a um planeta mais sustentável e à semelhança do que acontece com a pegada de carbono e com a pegada ecológica, nos últimos anos têm sido idealizadas sugestões para reduzir a pegada hídrica, incluindo o compromisso de neutralidade em relação à utilização de água (água neutra), reduzindo o seu consumo e apostando na compensação da poluição provocada.

Várias ONG's, empresas e universidades têm discutido a implementação de medidas visando atingir um nível adequado de sustentabilidade em relação aos recursos hídricos.

Esta redução da pegada hídrica pode ser obtida, entre outras formas, com o aumento da eficiência na utilização de água no sector agrícola (através do melhor aproveitamento das águas pluviais e de modificações nos sistemas de rega), sendo este o sector que mais água utiliza, e a alteração dos padrões de consumo no sector doméstico (consciencialização e sensibilização dos consumidores).

2.3.2 Tipos de Pegada

2.3.2.1 Pegada hídrica directa e indirecta

A pegada hídrica directa diz respeito ao consumo de água e poluição relacionados com o uso de água em casa ou no jardim. A pegada hídrica indirecta refere-se ao consumo e poluição associados à produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor (Hoekstra *et al.*, 2011).

Geralmente a pegada hídrica indirecta é superior à pegada hídrica directa. Porém, por ser “invisível”, é negligenciada. A maior parte da pegada hídrica de um consumidor está associada aos produtos que consome e não tanto à água que consome em casa.

Em relação às empresas, a grande maioria tem a sua pegada hídrica na cadeia de abastecimento (pegada hídrica indirecta) e não na etapa de operacionalização (pegada hídrica directa), sendo que medidas aplicadas na cadeia de abastecimento são por isso mais custo – eficazes.

Dependendo da finalidade de um determinado estudo, este pode incidir apenas na análise a uma das componentes (directa ou indirecta).

2.3.2.2. Pegada hídrica interna e externa

A pegada hídrica interna refere-se à utilização dos recursos hídricos do país para produzir os bens e serviços consumidos pelos seus habitantes, enquanto que a pegada hídrica externa diz respeito à quantidade de recursos hídricos utilizados fora da nação necessários para a produção de bens e serviços consumidos por estes habitantes, através da importação (Hoekstra *et al.*, 2011).

Ao ser realizada uma análise da pegada hídrica externa, é possível compreender as características do consumo nacional, analisando assim a dependência do país face aos recursos hídricos externos.

2.3.2.3. Pegada hídrica azul

A pegada hídrica azul é um indicador de uso consumptivo de água doce superficial ou subterrânea que está directamente dependente das variáveis hidrológicas que regulam o ciclo hidrológico (precipitação, escoamento superficial, infiltração, evaporação, entre outras).

O termo “consumptivo” refere-se aos quatro casos seguintes:

1. Água evaporada;
2. Água incorporada no produto;
3. Água que não volta à mesma bacia hidrográfica (volta para outra bacia ou para o mar);
4. Água que retorna num período temporal diferente (deixa a bacia numa época de escassez e retorna num período de elevada precipitação).

A evaporação é geralmente a componente mais significativa, sendo que em alguns casos é considerada o único uso consumptivo. O uso consumptivo de água não significa que esta desaparece, pois a maior parte da água retoma o ciclo hidrológico de forma natural.

A água é um recurso renovável, mas isso não significa que a sua disponibilidade seja ilimitada. Num certo período, a quantidade de água que recarrega as reservas de águas subterrâneas e que flui através de um rio é sempre limitada a um determinado montante. A pegada hídrica azul mede a quantidade de água disponível consumida num determinado período (ou seja, água que não retornou imediatamente à mesma bacia hidrográfica). Desta forma, esta pegada fornece informação relativamente à quantidade de água azul disponível consumida por seres humanos. A restante parte não consumida pelos seres humanos destina-se à manutenção dos ecossistemas que dependem dos fluxos de água subterrânea e superficial (Hoekstra *et al.*, 2011).

A pegada hídrica azul é calculada tendo em conta três factores:

$$\text{Pegada hídrica azul} = \text{Água azul evaporada} + \text{Água azul incorporada} + \text{Perda no fluxo de retorno}$$

Atendendo a que a unidade da pegada hídrica azul é volume de água por unidade de tempo, ao dividirmos pela quantidade de produto que resulta do processo, esta também pode ser expressa em termos de volume de água por unidade de produto.

Ao avaliar a pegada hídrica azul de um processo, dependendo no âmbito do estudo, pode ser relevante distinguir as diferentes fontes de água. A divisão mais importante é entre água superficial, água subterrânea renovável e água subterrânea fóssil. Porém, na prática, esta distinção não é feita com frequência dada a insuficiência de dados disponíveis (Hoekstra *et al.*, 2011).

O maior utilizador deste tipo de água é, sem dúvida, a agricultura.

2.3.2.4. Pegada hídrica verde

A pegada hídrica verde é um indicador do uso humano deste tipo de água e está directamente dependente da precipitação, evaporação potencial e dos requisitos da cultura. Esta água refere-se à precipitação que chega à superfície terrestre e é armazenada no solo ou que permanece temporariamente à superfície ou na vegetação, ou seja, que não sofre escoamento superficial ou infiltração. Eventualmente, esta fracção da precipitação evapora ou é utilizada pelas plantas, tornando-se produtiva.

A pegada hídrica verde é o volume de água da chuva consumida durante o processo de produção. Isto é particularmente relevante para os produtos provenientes da agricultura e silvicultura, referindo-se ao total de precipitação evapotranspirada pelas culturas e campos de cultivo, além da água da chuva incorporada nos produtos.

A pegada hídrica verde, expressa em volume de água por unidade de tempo, obtém-se da seguinte forma:

$$\text{Pegada hídrica verde} = \text{Água verde evaporada} + \text{Água verde incorporada}$$

A distinção entre a pegada hídrica azul e verde é importante pois os impactos hidrológicos, ambientais e sociais, bem como os custos de oportunidade do uso das águas superficiais e subterrâneas para a produção, diferem distintamente dos impactos e dos custos de utilização da água da chuva (Falkenmark e Rockström, 2004; Hoekstra e Chapagain, 2008).

O consumo de água verde pela agricultura pode ser medido ou estimado utilizando um conjunto de fórmulas empíricas ou com um modelo apropriado para estimar a evapotranspiração com base em dados de entrada das características do solo, clima e cultura.

2.3.2.5. Pegada hídrica cinzenta

A pegada hídrica cinzenta é um indicador do grau de poluição da água doce . É definida como o volume de água doce que é necessário para assimilar a carga de poluentes com base nos actuais padrões de qualidade ambiental da água.

Ainda poucos estudos aprofundaram este conceito, pois é bastante dependente de numerosos parâmetros químicos dessas águas e a sua monitorização é bastante deficitária.

A pegada hídrica cinzenta é calculada dividindo a carga poluente (L , expressa em massa por tempo) pela diferença entre o padrão de qualidade da água desse poluente (c_{max} expresso em massa por volume) e a sua concentração natural na massa de água receptora (c_{nat} , expressa em massa por volume) (Hoekstra *et al.*, 2011). Assim:

$$\text{Pegada hídrica cinzenta} = L / (C_{max} - C_{nat})$$

A concentração natural num corpo receptor é a concentração na massa de água que ocorreria se não houvesse perturbações humanas na captação. Para as substâncias de origem humana, que em condições naturais não estariam presentes na água, e quando as concentrações naturais não são conhecidas com precisão mas estima-se que sejam baixas, admite-se que a concentração natural na massa de água receptora é nula ($c_{nat} = 0$).

A razão porque se utiliza a concentração natural como referência e não a concentração real deve-se ao facto de a pegada hídrica cinzenta ser um indicador da capacidade de assimilação apropriada. A capacidade de assimilação de um corpo receptor depende da diferença entre o máximo admissível e a concentração natural de uma substância.

Os cálculos da pegada hídrica cinzenta são realizados utilizando as normas de qualidade ambiental da água para a massa de água receptora, ou seja, normas que têm em conta as concentrações máximas admissíveis. Tal acontece pois a pegada hídrica cinzenta tem como função determinar o volume de água necessário para assimilar produtos químicos.

De realçar que para a mesma substância, o padrão de qualidade ambiental da água pode variar de acordo com a massa de água em questão tal como a concentração natural pode variar tendo em conta a localização. Assim, uma carga poluente pode resultar numa determinada pegada hídrica cinzenta num certo local e num outro local uma outra pegada hídrica cinzenta, com maior ou menor impacto, determinada pela diferença entre a concentração máxima permitida e a concentração natural do local em causa (Hoekstra *et al.*, 2011).

2.3.3 Pegada hídrica de um produto

A pegada hídrica de um produto é definida como o volume total de água doce utilizada e poluída directa ou indirectamente para o produzir. É estimada através do cálculo do consumo de água e poluição em todas as etapas da cadeia de produção.

O procedimento utilizado é semelhante para todos os tipos de produtos, quer sejam agrícolas ou industriais. A pegada hídrica de um produto pode também ser discriminada em termos de água azul, verde e cinzenta.

No caso dos produtos agrícolas, a pegada hídrica é geralmente expressa em metros cúbicos por tonelada de produto ou litros por quilograma de produto. Em muitos casos e para certos produtos, pode ainda ser expressa em volume de água por tipo de produto. No caso dos produtos industriais, a pegada hídrica é usualmente expressa em metros cúbicos por US \$ ou volume de água por tipo de produto. Em alternativa, existem outras formas menos comuns de expressar a pegada hídrica de um produto, nomeadamente volume de água por quilo caloria (quando estão em causa produtos alimentares) ou volume de água por joule (energia eléctrica ou combustíveis).

Para estimar a pegada hídrica de um produto é fundamental compreender toda a cadeia de produção do mesmo, sendo necessária a identificação do sistema de produção. Um sistema de produção consiste numa sequência de etapas do processo. Um exemplo simplificado do sistema de produção do algodão para a confecção de uma camisa, estudado por Chapagain *et al.* (2006), passa pelo crescimento do algodão, colheita, separação das sementes, cardação, tricotar, branquear, tingir, impressão e acabamento. Todas estas etapas possuem *inputs* que deverão ser contabilizados para se obter a pegada hídrica total do algodão.

A pegada hídrica de um produto pode ser calculada de duas maneiras distintas: utilizando a abordagem *chain-summation* ou a abordagem *stepwise accumulative* (Hoekstra *et al.*, 2011). A primeira deve ser utilizada em casos particulares e a segunda em casos mais genéricos. A abordagem *chain-summation* apenas pode ser aplicada no caso de um sistema de produção de um único produto final (figura 2.10).

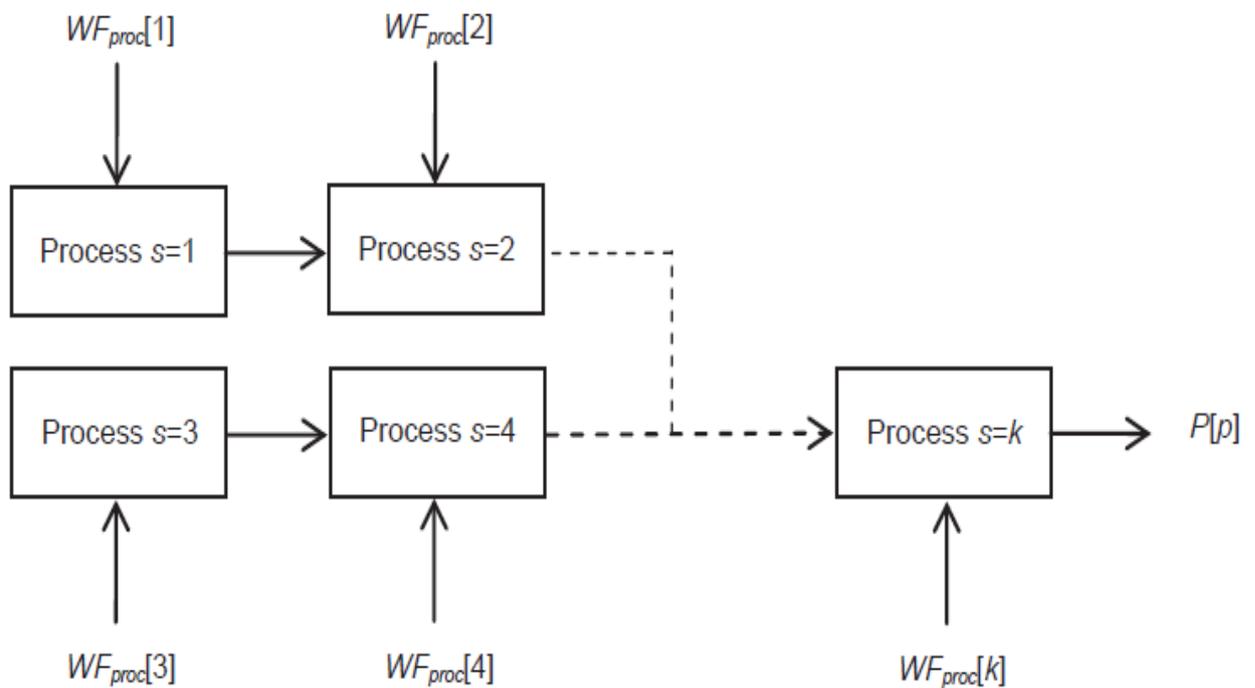


Figura 2.10 – Esquemática do sistema de produção para produzir o produto p em etapas do processo k (Hoekstra *et al.*, 2011)

Neste caso específico, as pegadas hídricas associadas às diversas etapas do sistema de produção podem ser totalmente atribuídas ao produto resultante do sistema. A pegada hídrica do produto p é igual ao somatório das pegadas hídricas dos processos relevantes dividida pela quantidade de produção do produto p :

$$WF_{prod}[p] = \frac{\sum_{s=1}^k WF_{proc}[s]}{P[p]}$$

sendo:

$WF_{proc}[s]$ - pegada hídrica do processo da etapa s (volume/tempo)

$P[p]$ - quantidade produzida do produto p (massa/tempo)

Como na prática raramente existem sistemas de produção simples como o apresentado na figura 2.10, torna-se necessário encontrar uma forma mais genérica que consiga distribuir a água utilizada em todo o sistema produtivo nos vários produtos de saída que decorrem desse sistema, sem que ocorra dupla contagem – a abordagem *stepwise accumulative*.

No caso de termos vários produtos de entrada que originam o produto final, para obter a pegada

hídrica deste mesmo produto, procede-se ao somatório das pegadas hídricas dos produtos de entrada e adiciona-se a pegada hídrica de cada processo.

Se por outro lado se tem um único produto de entrada e vários produtos finais, é preciso distribuir a pegada hídrica do produto de entrada pelos seus produtos finais. Isso pode ser feito de uma forma proporcional relativamente ao valor dos produtos de saída ou também proporcionalmente ao peso dos produtos, mas isso seria menos significativo. A figura 2.11 ilustra estes dois tipos de sistema produtivo:

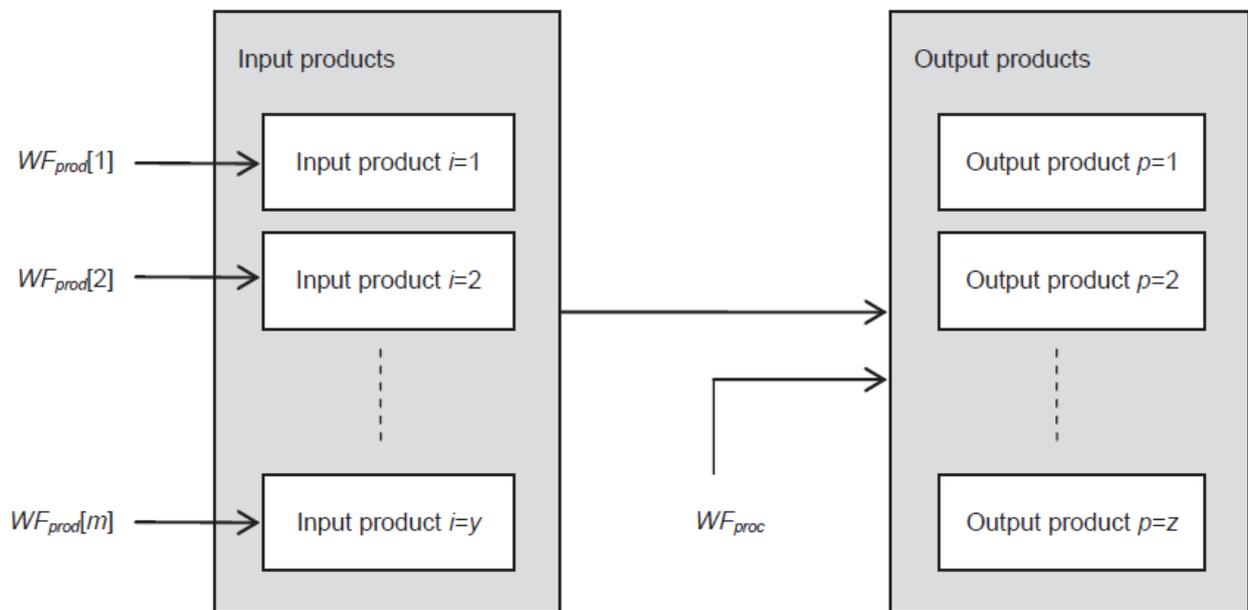


Figura 2.11 - Esquematização da última etapa do processo no sistema de produção para produzir o produto p (Hoekstra *et al.*, 2011)

Assim, para fazer a análise da pegada hídrica de um produto, é necessário acima de tudo compreender o processo produtivo que lhe deu origem, bem como identificar todos os inputs utilizados na sua concepção.

2.3.4 Pegada hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores

A pegada hídrica de um consumidor é definida como o volume total de água doce consumido e poluído para a produção de bens e serviços utilizados pelos mesmos. A pegada hídrica de um conjunto de consumidores é igual à soma das pegadas hídricas individuais dos consumidores.

A pegada hídrica de um consumidor é calculada pela adição da pegada hídrica directa e indirecta do mesmo, expressa em volume por tempo.

A água consumida de forma indirecta é calculada multiplicando todos os produtos consumidos pela

sua respectiva pegada hídrica:

$$WF_{cons,indir} = \sum_P (C[p] \times WF_{prod}^*[p])$$

expressa em volume por tempo, sendo:

$C[p]$ - consumo do produto p (unidades de produto/tempo)

$WF_{prod}^*[p]$ - pegada hídrica do produto p (volume de água/unidade de produto).

O volume total do produto p consumido, geralmente provém de diferentes lugares x . A pegada hídrica média de p é calculado da seguinte forma:

$$WF_{prod}^*[p] = \frac{\sum_x (C[x,p] \times WF_{prod}[x,p])}{\sum_x C[x,p]}$$

expressa em volume por unidade de produto, sendo:

$C[x,p]$ - consumo do produto p na origem x (unidades de produto/tempo)

$WF_{prod}[x,p]$ - pegada hídrica do produto p na origem x (volume de água/unidade do produto)

Dependendo do nível desejado de detalhe da análise, é possível rastrear a origem dos produtos consumidos com maior ou menor precisão. Caso não seja possível traçar as origens dos produtos consumidos, a única solução será utilizar as estimativas das médias globais ou nacionais para as pegadas hídricas dos produtos em causa.

A pegada hídrica de bens e serviços privados são exclusivamente distribuídos pelos consumidores desse bem ou serviço privado. As pegadas hídricas de bens e serviços públicos compartilhados são repartidos pelos consumidores com base na apropriação de cada consumidor (Hoekstra *et al.*, 2011).

2.3.5 O caso português

O Relatório Planeta Vivo 2008 da *World Wildlife Fund* (WWF, 2008) posiciona Portugal na 6ª posição (num conjunto de 140 países analisados) entre os que apresentam uma pegada hídrica mais elevada *per capita*. Tal facto deve-se sobretudo à localização geográfica de Portugal, dado que entre os seis países que têm a pegada hídrica mais elevada, cinco são da região Mediterrânica (Grécia, Itália, Espanha, Chipre e Portugal), caracterizada por Verões secos e quentes a que acresce um regime de precipitação muito variável, em que chuvas torrenciais alternam com secas prolongadas. No Verão, quando a oferta de água é mais escassa, assistimos a uma procura de água crescente para as actividades agrícolas de regadio e consumo urbano. Além da posição geográfica, também o padrão de desenvolvimento insustentável, as más práticas de uso e gestão de água (que favorecem o consumo e o desperdício) e as alterações climáticas reduzem a disponibilidade de água em Portugal.

Portugal é um país importador de água virtual em todos os sectores que foram alvo de análise por parte do relatório mencionado, particularmente na produção agrícola, sendo que se estima que 54% da pegada hídrica portuguesa está relacionada com a importação de bens para consumo (WWF Mediterranean, 2010).

A nação tem recursos hídricos relativamente abundantes ficando somente atrás da Grécia e apresentando uma taxa de escassez de água de 33% (figura 2.12).

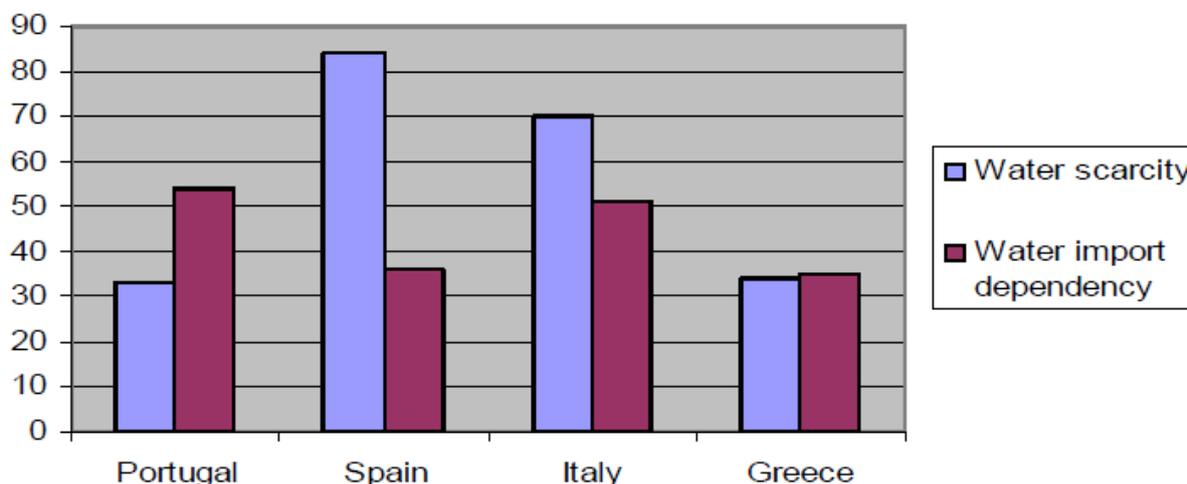


Figura 2.12 – Escassez e dependência de água importada (%) nos principais países do mediterrâneo europeu (Hoekstra e Chapagain, 2004)

No entanto, a questão da escassez de água em Portugal deve assentar em três questões estruturais:

- 1) A dependência hídrica externa do país face a Espanha, onde têm origem mais de 67% dos recursos hídricos superficiais do país;

- 2) O elevado peso do sector agrícola na procura total de água – Representa 78% do total consumido, sendo o país do Sul da Europa com a taxa mais elevada de consumo de água *per capita* neste sector;
- 2) As desigualdades geográficas significativas entre o Norte e o Sul, sendo a região Sul do país a mais prejudicada pelos graves problemas de escassez de água.

Portugal ocupa a 2ª posição do *ranking* relativamente à existência de recursos hídricos renováveis (6,87 hm³/hab) entre os seis países da zona Sul da União Europeia, apenas atrás da Grécia. Contudo, este valor oculta a elevada dependência externa de recursos hídricos e importantes desequilíbrios a nível nacional. As bacias transfronteiriças incluem 45% do território da Península Ibérica, incluindo as bacias dos rios Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana. Em Portugal, 67% dos recursos hídricos são provenientes de bacias transfronteiriças (20300 hm³ num total de 30400 hm³) (WWF Mediterranean,2010).

A nível nacional, os desequilíbrios geográficos e sectoriais são notórios. Em termos geográficos, o sistema montanhoso SW-NE da serra de Sintra-Montejuento-Estrela (ligeiramente a norte do rio Tejo) divide o país entre a zona húmida do Noroeste do Atlântico e a zona seca do sudeste do Mediterrâneo (figura 2.13). O desequilíbrio sectorial diz respeito, como já foi referido, à elevada importância da agricultura no consumo de água, responsável por mais de dois terços de todas as captações de água. A agricultura é dependente da irrigação no verão, como consequência de uma estação quente e seca.

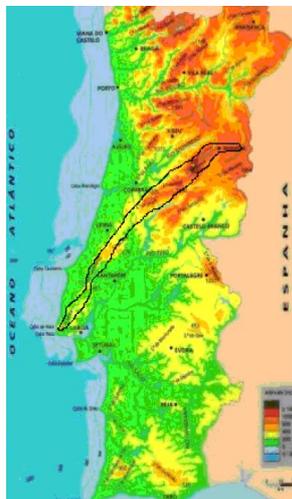


Figura 2.13 - Mapa hipsométrico de Portugal com destaque para o sistema montanhoso de Sintra- Montejuento-Estrela (Mota *et al.*, 2005)

2.3.5.1. Componentes da pegada hídrica portuguesa

O cálculo da pegada hídrica nacional baseia-se em três componentes: água azul, verde e cinzenta. A estimativa destes valores encontra-se na tabela 2.8. É importante reconhecer que estes valores são baseados em estimativas dos valores médios calculados para todo o país e, portanto, ocultam

diferenças e variações entre regiões e bacias hidrográficas.

Tabela 2.8 – Valores médios das componentes da pegada hídrica portuguesa (km³/ano) (Hoekstra e Chapagain, 2004)

Água Azul			Água Verde		Água Cinzenta
Irrigação	Indústria	Uso urbano	Interna	Externa	
6,21	2,03	1,09	8	10,55	0,6

A pegada hídrica total portuguesa encontra-se discriminada sectorialmente na tabela 2.9. A água verde (tabela 2.8) corresponde à pegada hídrica da agricultura (tabela 2.9) e a água azul destinada ao uso urbano (tabela 2.8) corresponde à pegada hídrica do sector doméstico (tabela 2.9). Parte da água azul da agricultura (a que não é percolada) é incluída no valor de água verde interna do sector. Assim, a única diferença entre as duas tabelas encontra-se no sector industrial, dado que uma parte do uso da água deste sector (água azul) é exportado em produtos industriais (0,62 km³)*, resultando no valor de pegada hídrica interna apresentado na tabela 2.9 (WWF *Mediterranean*, 2010).

* (1.41 (Pegada hídrica interna industrial) = 2.03 (Água azul industrial) - 0.62 (Pegada hídrica industrial exportada)

Tabela 2.9 – Pegada hídrica total em Portugal discriminada por sector (km³/ano) (Hoekstra e Chapagain, 2004)

	Interna	Externa	Total	% do total
Agricultura	8	10,55	18,55	82
Indústria	1,41	1,59	3	13
Doméstico	1,09	-	1,09	5
Total (km³/ano)	10,5	12,14	22,64	100
% do total	46	54	100	-

A pegada hídrica total portuguesa é de 22.64 km³/ano, representado *per capita* uma pegada hídrica de 2264 m³/ano. Este valor (elevado) deve-se sobretudo a altas taxas de evapotranspiração e a um rendimento bruto *per capita* elevado (Hoekstra e Chapagain, 2004).

No total, são utilizados 18,55 km³ anualmente na agricultura, 3 km³ na produção industrial e apenas 1,09 km³ no sector doméstico. Convertido para a população portuguesa, o consumo diário de água é de 6203 l/hab, dos quais apenas 299 l são para uso doméstico (WWF *Mediterranean*, 2010).

2.3.6 Limitações da pegada hídrica

A pegada hídrica é um conceito relativamente novo e a sua avaliação uma nova ferramenta. A avaliação da pegada hídrica é uma ferramenta útil para quantificar e localizar as pegadas hídricas, para avaliar se essas pegadas são sustentáveis e identificar opções para as reduzir, se necessário.

Dito isto, a pegada hídrica não é mais que um indicador relevante num tema muito amplo do desenvolvimento sustentável, justiça e uso eficiente dos recursos naturais. Obviamente, temas como o desenvolvimento sustentável necessitam de uma abordagem multidisciplinar, devendo por isso este indicador ser complementado com uma grande variedade de outros indicadores relevantes. Assim, a avaliação da pegada hídrica não é mais do que uma ferramenta para entender as complexas relações entre a sociedade e o ambiente, incidindo sobre a utilização dos recursos de água doce em função da limitada disponibilidade. Este indicador falha na medida em que não aborda as questões da água que não estão relacionadas com a escassez, nomeadamente enchentes ou falta de infra-estruturas de abastecimento de água adequado às comunidades carenciadas.

A avaliação da pegada hídrica é então um instrumento parcial, que deverá ser utilizado em combinação com outros meios analíticos, a fim de proporcionar uma compreensão de toda a gama de questões relevantes na tomada de decisão. A rápida adopção da pegada hídrica como um indicador global da apropriação de água doce por seres humanos é muito útil para colocar a escassez de água doce na agenda de governos e empresas.

Sintetizando, as principais limitações da avaliação da pegada hídrica são descritas nos seguintes pontos:

- A avaliação da pegada hídrica concentra-se essencialmente em analisar o uso de água doce, tendo em conta os recursos limitados deste tipo de água, não abordando outros temas ambientais como as alterações climáticas, a depleção de minerais, fragmentação de habitats, limitada disponibilidade de terra ou a degradação do solo, nem sociais ou económicos como a pobreza, emprego e bem-estar (Hoekstra *et al.*, 2011). A avaliação da pegada hídrica dá ênfase às questões ambientais, sociais e económicas na medida em que o uso dos recursos hídricos afecta a biodiversidade, saúde, assistência social ou a distribuição justa e equitativa deste recurso. É necessário reconhecer que a redução da pegada hídrica da humanidade é apenas um desafio para ser visto num contexto muito mais amplo e num vasto leque de outros desafios.
- A avaliação da pegada hídrica aborda a problemática da escassez de água doce e da sua poluição, porém não tem em conta a questão das enchentes assim como a problemática da escassa acessibilidade de certas populações à água potável, uma vez que este não é um problema de escassez de água, mas sim uma questão de pobreza. Além disso, a pegada hídrica refere-se à água doce, e não ao uso e poluição da água do mar (Hoekstra *et al.*, 2011).

- As empresas têm mostrado um interesse cada vez maior no seu "risco da água" (Levinson *et al.*, 2008; Pegram *et al.*, 2009; Morrison *et al.*, 2009, 2010, Barton, 2010). A avaliação da pegada hídrica de uma empresa auxilia a compreensão de parte desse risco, mostrando quais as componentes da pegada hídrica da empresa que são insustentáveis. Contudo, a avaliação da pegada hídrica não é a avaliação de risco completa. Se o "risco da água" é o foco de interesse para a reputação e regulamentação da empresa, a realização de uma avaliação da pegada hídrica não é suficiente.

2.4 Neutralidade de Água

2.4.1 O conceito

O conceito de neutralidade de água foi concebido por Pancho Ndebele em 2002, na Cimeira Mundial de Joanesburgo para o Desenvolvimento Sustentável (Water Neutral, 2002). A ideia na época da cimeira foi quantificar a água consumida durante o evento e traduzir esses valores em dinheiro real. Delegados, empresas e grupos da sociedade civil foram incentivados a neutralizar a água consumida, comprando certificados para compensar o consumo próprio de água durante o encontro de dez dias. O dinheiro da compra dos certificados foi investido na instalação de bombas de água para comunidades com escassez de água na África do Sul e para iniciativas de conservação da água.

Em 2006, Pancho Ndebele e A.Y. Hoekstra reuniram-se para discutir uma ligação entre os conceitos de água neutra e pegada hídrica. Tal reunião resultou no desenvolvimento de uma calculadora de água neutra com o objectivo de ajudar os visitantes da África do Sul a estimarem a sua pegada hídrica durante a sua estadia, sabendo assim o preço de compensação a ser pago (Chapagain e Hoekstra, 2006). As receitas obtidas serão utilizadas em projectos que contribuam para um desenvolvimento mais sustentável e uso equitativo de água na África do Sul.

A ideia do conceito de água neutra é estimular indivíduos e empresas que consomem água ou que a poluem a praticarem a sua actividade de um modo "neutro em água" quer reduzindo o consumo e poluição de água quer compensando os seus impactos negativos através do investimento em projectos que promovam o uso sustentável e equitativo da água dentro do ambiente e comunidade que é afectada. O consumo e poluição deste recurso podem ser reduzidos, por exemplo, investindo em tecnologias de poupança de água, implementando medidas de conservação de água e no tratamento de águas residuais. A compensação dos impactos negativos pode ser feita investindo na gestão de bacias hidrográficas, melhorando ou apoiando comunidades com escassez hídrica que não têm acesso a água com boa qualidade, configurando e mantendo o seu próprio sistema de abastecimento (Hoekstra, 2008).

Num sentido genérico, pode dizer-se que um bem, serviço, consumidor individual, comunidade, empresa ou actividade é “água neutro” quando as externalidades negativas da pegada hídrica do bem, serviço, consumidor individual, comunidade, empresa ou actividade foram reduzidas e compensadas. A fim de se tornar "água neutro" há dois requisitos a serem cumpridos:

- Tudo o que é "razoavelmente possível" deve ser feito para reduzir a pegada hídrica existente;
- A compensação da pegada hídrica residual é feita através de um “investimento razoável” para a realização ou apoio a projectos que visem o uso sustentável e equitativo dos recursos hídricos.

Os termos entre aspas encontram-se assim denominados pois incluem elementos normativos que necessitam de uma maior especificação e sobre o qual é preciso chegar a um consenso (Hoekstra, 2008).

O investimento pode ser feito em termos reais, na forma de esforço próprio, mas também pode ser realizado em termos de fornecimento de fundos para apoiar projectos conduzidos por outras entidades. O tamanho do investimento deve ser função da vulnerabilidade da região onde a pegada hídrica residual está localizada. A pegada numa zona com escassez de água é obviamente mais danosa e requer um esforço maior comparativamente a zonas que tenham recursos hídricos abundantes.

Os danos causados numa bacia hidrográfica devem ser compensados dentro da mesma unidade hidrológica. Apesar das inúmeras semelhanças, esta é a principal diferença entre o conceito de água neutra e carbono neutro dado que em relação ao carbono, a localização da fonte emissora de CO₂ não tem importância relativamente à compensação dessa poluição pois o impacto causado tem o mesmo peso independentemente da região.

2.4.2 Neutralidade de água de um produto

A ideia de neutralizar um produto ou uma actividade pode ser ilustrada facilmente com um novo caso, ou seja, com um novo produto ou uma nova actividade. Nestes casos, a neutralização ocorre através da redução da pegada hídrica dos produtos/actividades já existentes, não se notando a introdução de mais um produto/actividade na pegada hídrica final do conjunto.

Por exemplo, quando numa cidade se desenvolve um novo bairro para se viver ou trabalhar, deve garantir-se que a pegada hídrica associada a este novo bairro é tão pequena quanto possível. Isto é possível utilizando materiais de construção que têm uma pegada hídrica baixa, através da aplicação de dispositivos de poupança de água em todos os edifícios, reutilização de água, entre outros. A pegada hídrica total desta nova zona (quer a pegada correspondente à construção quer a pegada de todas as actividades exercidas nesta zona no futuro) pode ser neutralizada fazendo um esforço para reduzir a pegada hídrica de outras freguesias da cidade (por exemplo, a substituição dos sistemas de distribuição

ineficiente de água por mais eficientes ou pela construção de estações de tratamento ainda não existente de águas residuais) de tal forma que a pegada de água da cidade não aumente apesar de possuir mais um bairro.

Esta forma de neutralização da água tem sido tema de discussão no Reino Unido nos últimos anos (BfW, 2006; TCPA, 2008). Como exemplo real e concreto, em Novembro de 2006, o Governo britânico iniciou um estudo para explorar a viabilidade de alcançar a neutralidade de água em Thames Gateway, uma área na zona leste de Londres (EA, 2007). De acordo com este estudo, a neutralidade de água seria alcançada se o total de água utilizado após o desenvolvimento desta nova área fosse igual ou menor comparativamente ao uso total de água em Thames Gateway, antes do desenvolvimento (ano base 2005/06).

O conceito de neutralidade de água também pode ser aplicado a produtos ou actividades já existentes. Neste caso, o processo em direcção à neutralidade de água resultaria numa real melhoria, ao contrário dos exemplos acima descritos que se baseiam na manutenção do *status quo*.

2.4.3 Neutralidade de água de um consumidor

Os consumidores individuais ou comunidades podem tentar tornar-se “água neutro”, reduzindo a sua pegada hídrica e compensando a sua pegada hídrica residual. A redução do uso de água doméstico é relativamente fácil e acessível, pois a quantidade de água consumida está sob o controle directo do indivíduo. A pegada hídrica indirecta de um consumidor é geralmente muito mais elevada do que a pegada hídrica directa, pelo que se deve também considerar criticamente a pegada dos diversos bens e serviços consumidos. A pegada hídrica indirecta pode ser reduzida substituindo um produto com elevada pegada hídrica por outro tipo de produto com menor pegada ou substituindo um produto por outro igual mas cuja origem possua menor pegada hídrica.

Exemplificando o primeiro caso, nos Países Baixos estão a substituir o arroz por batata e o açúcar de cana por açúcar de beterraba. Em relação ao segundo tipo de substituição, temos o exemplo da substituição das roupas de algodão com origem em regiões semi-áridas que utilizam a irrigação nos campos de algodão por roupas de algodão produzidas em zonas mais húmidas com cultura de sequeiro (Hoekstra, 2008). Ambos os tipos de acção exigem que o consumidor disponha de informação adequada sobre as pegadas hídricas de produtos específicos. Para o primeiro tipo de substituição, o conhecimento geral sobre as pegadas hídricas dos produtos pode ser suficiente, porém para o segundo tipo de substituição, cada item que entre no processo produtivo terá que ser rotulado.

Os consumidores conseguem compensar os impactos negativos da sua pegada hídrica directa comprando certificados a organizações sem fins lucrativos que investem na melhoria da gestão dos recursos hídricos.

Em relação à pegada hídrica indirecta, dificilmente os consumidores a conseguirão compensar pois a variedade de bens e serviços consumidos é muito vasta, de modo que é impossível rever os vários

impactos negativos e compensar todos. Seria mais conveniente se o consumidor tivesse a opção de comprar "água neutra" ou comprar produtos em lojas certificadas de água neutra.

2.4.4 Neutralidade de água de uma empresa

Para muitas empresas, a água doce é um ingrediente básico para as suas operações, porém o seu efluente pode levar à poluição de uma grande massa de água, lesando seriamente o ambiente. Inicialmente, a pressão da opinião pública bem como a imagem da empresa têm sido as razões mais importantes para as iniciativas de sustentabilidade desenvolvidas no mundo empresarial. Hoje, no entanto, muitas empresas reconhecem que a incapacidade de gerir a questão da água doce levanta diferentes tipos de risco do negócio, incluindo o aumento do controlo regulamentar, os riscos financeiros causados pela poluição e a disponibilidade de água doce suficiente para as operações. Um grande número de empresas multinacionais reconhece agora que a gestão pró-activa pode evitar riscos e contribuir para a sua rentabilidade e competitividade. A contabilidade da pegada hídrica da empresa é cada vez mais considerada como um elemento essencial no desempenho sustentável das empresas.

Em consonância com o argumento feito anteriormente, a primeira exigência para uma empresa ser considerada "água neutra" é que faça tudo o que é "razoavelmente possível" para reduzir a pegada hídrica total da sua actividade. A segunda exigência é que "os investimentos razoáveis e eficazes" estejam em vigor para compensar a pegada hídrica residual.

Quanto maior forem os impactos da pegada hídrica residual, maior o investimento necessário. Uma empresa pode assumir a total responsabilidade para reduzir o seu consumo de água esforçando-se no sentido de utilizar a melhor tecnologia disponível. Além disso, uma empresa tem poder de influência sobre os seus fornecedores, fazendo com que estes também se sensibilizem face a este conceito. Uma empresa pode também mudar para outro fornecedor que tem um menor consumo de água. Deste modo, a empresa conseguirá reduzir a sua pegada operacional.

Após a realização de todos os esforços possíveis para reduzir as duas componentes da pegada hídrica da empresa, deverão ser feitas as compensações necessárias para equilibrar a pegada hídrica residual (Hoekstra, 2008).

Dito isto, conclui-se que quando se fala de neutralidade de água das empresas, fala-se de neutralidade de água dos seus produtos. Da mesma forma, falando sobre a neutralidade da água dos consumidores é o mesmo que falar sobre a neutralidade da água dos produtos consumidos por estes. Aparentemente, a neutralidade de água dos produtos é a chave do desafio em que os produtores e os consumidores têm uma responsabilidade partilhada. Isto está de acordo com o argumento feito por Lenzen *et al.* (2007), que descrevem o desafio de reduzir a pegada ecológica como uma responsabilidade a ser igualmente partilhada por produtores e consumidores. A questão de como estes irão partilhar essa responsabilidade, na prática, é aberta ao debate público. Os consumidores podem assumir a

responsabilidade pelo seu comportamento de consumo, mas podem também exigir a regulação governamental das empresas, quer pela forma de rotulagem de água neutra quer pela certificação de água neutra da empresa.

2.5 Pegada ecológica

2.5.1 O conceito

As acções realizadas pelo homem têm sido imperativas em relação ao meio natural, estando este a enfrentar as consequências de tais actos e sem precedentes no que se refere à capacidade limitada dos ecossistemas em suportar o actual nível de consumo material, actividades económicas e crescimento populacional.

De acordo com O'Meara (1999) as áreas urbanas, com cerca de metade da população mundial, são responsáveis por 80% das emissões de carbono, 75% do uso da madeira e 60% do consumo de água. Estas áreas ocupam apenas 1 a 5% da área total do planeta, mas consomem 75% dos seus recursos. Um hectare de uma área metropolitana consome mil vezes mais energia comparativamente a uma área semelhante num ambiente natural. Mesmo as áreas pouco habitadas podem ser bastante afectadas por cidades distantes, pois destas vem a água, os alimentos, entre outras necessidades urbanas, e os rios e o vento dispersam os poluentes causando danos mesmo a largas distâncias do local de emissão.

Vários têm sido os indicadores desenvolvidos na avaliação da sustentabilidade, inclusivamente a pegada ecológica, sendo um dos mais utilizados e reconhecidos à escala global.

O método da pegada ecológica fundamenta-se no conceito de capacidade de carga, reforçando a ideia de sensibilizar a sociedade para este limite da natureza.

De acordo com a definição apresentada por Wackernagel e Rees (1996), fundadores do conceito, a pegada ecológica é a área de ecossistema necessária para assegurar a sobrevivência de uma determinada população ou sistema. O método representa a apropriação de uma determinada população sobre a capacidade de carga total do sistema.

A Rede Global da Pegada, entidade criada para promover a economia sustentável, tem como funções coordenar a pesquisa, desenvolver normas metodológicas e fornecer bases de recursos aos decisores com o objectivo de ajudar a economia humana a funcionar dentro dos limites ecológicos.

O cálculo da pegada ecológica incorpora várias componentes. Através da sua soma obtém-se um valor global que representa uma área produtiva capaz de repor, pelo menos teoricamente, o capital natural consumido pela sociedade. Esta área pode ser comparada com o espaço que existe efectivamente no planeta, ou seja, com a sua biocapacidade (quantidade de área terrestre e aquática biologicamente produtiva no planeta), sendo que a partir daqui estamos em condições de tirar conclusões relativamente à sustentabilidade do sistema.

A pegada ecológica pode ser fundamentada em três princípios básicos: sustentabilidade, equidade e

overshoot (Silva *et al.*, 2004).

O princípio da sustentabilidade visa a satisfação das necessidades das gerações actuais, não comprometendo a das gerações futuras. A utilização dos recursos naturais não deve ser mais rápida que a capacidade do sistema natural os repor, isto é, a carga humana deve estar em consonância com a capacidade de suporte do ecossistema. Para tal, é fundamental a adequação dos níveis de consumo, utilização dos recursos e a assimilação dos resíduos com as condições do estado ecológico.

O princípio da sustentabilidade está intimamente ligado ao princípio da equidade. A equidade pode-se estabelecer em três âmbitos:

1. Equidade entre gerações ao longo do tempo: a pegada relaciona os recursos utilizados pela humanidade e a capacidade de regeneração da natureza;
2. Equidade intra e inter nações no presente: a pegada revela a quantidade consumida por cada fracção;
3. Equidade entre espécies: a pegada mostra o domínio da humanidade sobre a biosfera, muito em parte à custa de outras espécies.

A pegada ecológica evidencia os impactes das actividades antropogénicas no sistema natural, ajudando igualmente nas tomadas de decisão de modo a que ambas as partes beneficiem: a sociedade e o meio ambiente (Silva *et al.*, 2004).

A excedência no consumo dos recursos disponíveis leva-nos ao encontro do terceiro princípio da pegada ecológica, o *overshoot*. Quando o ponto *overshoot* é atingido, e falando num horizonte temporal anual, significa que naquele dia do ano os habitantes da terra esgotaram os recursos naturais que o planeta lhes proporcionou, consumindo e vivendo a partir daí com os créditos respeitantes ao ano seguinte. Esta situação piora se tivermos em conta que existem muitos outros milhões de espécies no planeta que também dependem dos mesmos recursos e serviços para a sua sobrevivência.

Segundo alguns estudos efectuados, até ao início da década de 80, a capacidade ecológica do planeta ainda não teria sido atingida, ou seja, até essa data o planeta Terra era capaz de responder às exigências dos seus habitantes. No entanto, em 1999, tal já não se podia afirmar, sendo que para suportar as actividades humanas seriam necessários 1,2 planetas (Silva *et al.*, 2004).

Tendo em conta que a pegada ecológica actual indica que estamos a exceder o limite de carga do sistema natural e para minimizar todos os problemas que daí advêm e reduzirmos a pegada, as opções individuais são uma parte da solução, mas não são suficientes. É preciso mudarmos como sociedade, modificando o estilo de vida da geração actual.

2.5.2 Relação entre a pegada hídrica e a pegada ecológica

No início da década de 90, foi introduzido o conceito de pegada ecológica, caracterizado por ser uma medida da apropriação humana das áreas biologicamente produtivas. Cerca de dez anos depois, surge o conceito de pegada hídrica, similar à pegada ecológica, que mede a apropriação humana dos recursos de água doce do planeta.

Embora ambos os conceitos tenham raízes diferentes e métodos de medição que diferem em alguns aspectos, os dois conceitos têm em comum o facto de traduzirem o consumo humano em termos de uso de recursos naturais.

A água doce, sendo um recurso natural cíclico através da biosfera, pode influenciar através da sua disponibilidade ou escassez, a capacidade de regeneração (biocapacidade) do planeta, evidenciando mais uma vez a relação que une estes dois indicadores.

A pegada ecológica mede o uso de espaço (hectares), enquanto que a pegada hídrica mede o uso total de recursos de água doce (em m³/ano). Por exemplo, o consumo de alimentos contribui significativamente para ambos os conceitos, mas o transporte e produção de alimentos (em termos de energia associada) é apenas relevante para a pegada ecológica.

Quando comparamos estes dois indicadores, a maior conclusão a retirar é que devem ser vistos como indicadores complementares de uso de capital natural em relação ao consumo humano.

O uso combinado da pegada ecológica e hídrica é considerada a melhor abordagem para desenvolver uma tomada de decisão baseada em multi-critérios e fornecer informações para implementar uma adequada política de água.

2.6 Pegada de Carbono

2.6.1 Conceito

A pegada de carbono é uma medida do impacto das actividades humanas sobre o meio ambiente, e em particular das alterações climáticas. Mede a quantidade total de emissões de gases de efeito de estufa (GEE) que são directa e indirectamente causadas por uma actividade (de indivíduos, populações, governos, empresas, organizações, processos, sectores da indústria, entre outros) ou ao longo dos estágios de vida de um produto.

Relacionando-se com a quantidade de GEE produzidos no nosso quotidiano através da queima de combustíveis fósseis para aquecimento, electricidade, transporte, entre outras actividades, fornece uma melhor compreensão face à contribuição dos seres humanos para as emissões de GEE.

O cálculo da pegada de carbono é realizada somando a pegada primária e secundária. A pegada primária é uma medida das emissões directas de CO₂ provenientes da queima de

combustíveis fósseis, incluindo o consumo de energia doméstica e transportes. É a fracção que o ser humano pode controlar, reduzindo-a, por exemplo. A pegada secundária mede as emissões indirectas de CO₂ de todo o ciclo de vida dos produtos que utilizamos - emissões associados à sua produção e eventual eliminação.

A quantidade total de GEE é medida em unidades de massa, nunca ocorrendo uma conversão para unidades de área. Quando apenas estamos a falar do CO₂, a unidade é massa de CO₂, mas se incluirmos outros GEE, a unidade passa a ser massa de CO₂ equivalente. Esta conversão é obtida através do produto da massa real de um gás pelo factor potencial de aquecimento global do mesmo, fazendo com que os efeitos do aquecimento global dos diferentes GEE sejam comparáveis. Existem seis GEE identificados pelo Protocolo de Quioto, nomeadamente o CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC e SF₆ (Galli *et al.*, 2004).

A pegada de carbono representa 54% da pegada ecológica da humanidade, sendo a componente da pegada ecológica que tem vindo a apresentar uma maior taxa de crescimento (a pegada de carbono da humanidade aumentou 11 vezes desde 1961). A fim de reduzir ou mesmo de pôr fim ao *overshoot* e viver de acordo com a capacidade do planeta, a redução desta pegada é o passo mais importante a dar (footprintnetwork.com, 2011).

2.6.2 Relação entre a pegada hídrica e a pegada de carbono

A pegada hídrica foca-se na apropriação do capital natural em termos de volume de água doce necessária para o consumo humano, destinada principalmente a ilustrar as relações escondidas entre as actividades de consumo e o uso de água. Por sua vez, a pegada de carbono incide sobre a quantidade total de GEE libertados devido ao consumo de recursos, permitindo associar estas emissões às actividades humanas.

Estes dois indicadores são caracterizados por uma ampla cobertura espacial e escala de aplicabilidade, na medida em que podem ser aplicados a um único produto, cidade, nação ou até mesmo a todo o planeta (Galli *et al.*, 2004). Contabilizam todas as actividades que incorporam o ciclo de vida do produto, todos os processos de que são alvo, até ao seu fim de vida.

Ambos os indicadores, tal como a pegada ecológica, são capazes de representar as consequências das actividades humanas para o meio ambiente, complementando-se na avaliação da pressão humana sobre o planeta.

2.7 Comparação entre a pegada ecológica, de carbono e hídrica

Desde o aparecimento do conceito sustentabilidade têm sido criados inúmeros indicadores destinados à avaliação deste mesmo conceito.

Com base na premissa de que nenhum indicador por si só é capaz de avaliar os progressos da

sustentabilidade, e de que os indicadores devem ser utilizados e interpretados conjuntamente, surge a “família das pegadas”, composta pela pegada ecológica, de carbono e hídrica e definida como um conjunto de indicadores que monitorizam a pressão humana sobre o planeta e sob diferentes ângulos.

A procura de indicadores operacionais deve ser guiada por uma série de critérios específicos (política de utilidade, solidez científica, etc.) a que estes deverão responder, e isso tem sido um princípio norteador para a análise destas três pegadas (Galli *et al.*, 2004).

Como qualquer indicador é, por definição, uma simplificação e modelagem de uma realidade muito mais complexa, conjuntos de indicadores, como a família das pegadas deve ser utilizado na tentativa de cobrir e acompanhar todo o funcionamento dos ecossistemas da Terra.

A tabela 2.10 faz uma comparação entre estes três indicadores, revelando os seus aspectos mais relevantes. As semelhanças e diferenças entre estes indicadores ilustram como estes se sobrepõem, interagem e se complementam, informação que poderá ser de grande interesse para os formuladores e decisores políticos.

Tabela 2.10 – Comparação entre a família de pegadas (Galli *et al.*, 2011)

	Pegada ecológica	Pegada de carbono	Pegada hídrica
Definição	Quantidade da capacidade regenerativa da biosfera utilizada directa ou indirectamente pela humanidade, comparada com a quantidade disponível.	Quantidade total de GEE emitidos (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC e SF ₆) provenientes directa ou indirectamente do consumo de bens e serviços ou acumulados ao longo do ciclo de vida dos produtos.	Apropriação humana do volume de água doce requerida para consumo humano.
Unidades utilizadas	Hectares globais (gha) de terra bioprodutiva. Os resultados também podem ser expressos em hectares físicos reais; Normalmente os valores vêm expressos <i>per capita</i> .	Quilogramas de CO ₂ quando apenas se tem em conta o CO ₂ ou em quilogramas CO ₂ -e quando estão incluídos mais GEE; Não existe conversão para unidade de área para evitar incertezas e suposições.	Pegada hídrica do processo: volume de água por unidade de tempo (normalmente m ³ /ano); Pegada hídrica do produto: m ³ /ton ou l/kg; Pegada hídrica de uma área geográfica: volume de água por unidade de tempo.
Cobertura	Temporalmente explícito;	Multidimensional: aplicado	Geograficamente

do indicador	<p>Multidimensional: utilizado para produtos, localidades, regiões, nações, globo;</p> <p>Foi medida em aproximadamente 240 países, entre 1961 – 2007, sendo que 150 são publicados no WFN (Ewing <i>et al.</i>, 2010);</p> <p>Mede quer a exigência humana quer o suprimento da natureza;</p> <p>Tem um ponto de vista <i>consumption based</i>, considerando o comércio.</p>	<p>a produtos, processos, empresas, sectores industriais, indivíduos, governos, etc.;</p> <p>Foi medida em 73 países e 14 regiões no ano de 2001 (Hertwich e Peters, 2009)</p> <p>Mede apenas o lado da procura em termos da quantidade de GEE emitidos;</p> <p>Tem um ponto de vista <i>consumption based</i>, considerando o comércio.</p>	<p>explícito</p> <p>Multidimensional: utilizados para indivíduos, produtos, empresas, localidades, países, etc.;</p> <p>Foi medida em 140 países entre 1997 e 2001 (Chapagain e Hoekstra, 2004);</p> <p>Mede apenas o lado da procura em termos de água doce consumida (por fonte) e poluída (por tipo de poluição) pelas actividades humanas;</p> <p>Utiliza a abordagem <i>consumption based</i>, considerando o comércio.</p>
Política de utilidade	<p>Mede o <i>overshoot</i> e identifica as várias pressões exercidas pelas actividades humanas nos ecossistemas;</p> <p>Monitoriza a sociedade em direcção a um critério mínimo de sustentabilidade (procura menor ou igual ao fornecimento);</p> <p>Ajuda na análise de utilização de energias alternativas.</p>	<p>Oferece uma visão alternativa das políticas internacionais das alterações climáticas como complemento à metodologia utilizada pela UNFCCC;</p> <p>Proporciona uma melhor compreensão da responsabilidade dos países e facilita a cooperação internacional dos países desenvolvidos e em desenvolvimento;</p> <p>Ajuda na análise de utilização de energias</p>	<p>Fornece uma nova e global dimensão da gestão dos recursos hídricos;</p> <p>Ajuda as nações a melhor compreenderem a sua dependência dos recursos hídricos externos;</p> <p>Identifica e impulsiona alternativas para reduzir o stress hídrico;</p> <p>Ajuda na análise de utilização de energias alternativas;</p> <p>Disponibiliza às empresas uma forma</p>

		alternativas; Pode ajudar a projectar um preço internacional harmonizado para as emissões dos GEE.	de controlar a sua dependência dos recursos hídricos ao longo da sua cadeia de abastecimento.
Pontos fortes	Fornece uma avaliação agregada, existindo uma avaliação das múltiplas pressões antropogénicas; Facilidade em compreender e comunicar com uma mensagem forte de conservação.	Permite uma abrangente avaliação da contribuição das acções humanas nas emissões de GEE; Dados disponíveis das emissões para a maioria dos países.	Representação espacial da distribuição da procura de água por país Mais abrangente quando comparada com a <i>water withdrawal</i> ; Visualiza a ligação entre consumo e apropriação da água doce.
Pontos fracos	Não abrange todos os aspectos da sustentabilidade nem todas as preocupações ambientais, especialmente para aquelas que não têm capacidade regenerativa; Não consegue prever a degradação do capital natural.	São necessários modelos adicionais para avaliar o impacto das alterações climáticas a nível nacional e local; Ainda não foi especificado o limiar da pegada de carbono embora o limiar de sustentabilidade para o aquecimento global tenha sido acordado.	Contempla apenas a apropriação humana dos recursos hídricos; Os dados locais necessários para o cálculo da pegada raramente estão disponíveis ; O cálculo da pegada cinzenta está dependente de fortes incertezas e pressupostos; Os factores de stress hídrico não estão incluídos no cálculo.

O conceito da família das pegadas destina-se sobretudo ao auxílio na formulação de políticas, permitindo uma compreensão da diversidade de pressões da actividade humana a que o planeta está sujeito. Representa uma base quantificável e racional para dar início a discussões e desenvolver respostas sobre os limites dos recursos naturais, consumo de água doce, emissões dos GEE, bem como o modo como devemos abordar a sustentabilidade do uso do capital natural em todo o mundo.

3. APLICAÇÕES DO CONCEITO DE PEGADA HÍDRICA

3.1 Âmbito

A pegada hídrica é caracterizada como uma ferramenta no âmbito da gestão dos recursos hídricos que permite que tanto as iniciativas públicas como as iniciativas privadas, assim como a sociedade, tenham a percepção da quantidade de água necessária na concepção de produtos ao longo de um sistema produtivo. Desta forma, é possível que todas as partes envolvidas possam quantificar a sua apropriação de recursos de água doce e contribuir positivamente através de medidas de redução e mecanismos de compensação nos conflitos de uso de água e degradação ambiental nas bacias hidrográficas em todo o mundo.

Aquando a sua visita ao Brasil com o propósito de promover o conceito junto a instituições-chave, A. Y. Hoekstra afirmou que:

“Apesar dos governos terem um papel fundamental na elaboração de leis que tornam a gestão eficiente da água uma obrigação, a população e as empresas também se devem envolver intimamente. As empresas necessitam de compreender como utilizar os recursos hídricos da melhor forma e devolvê-los limpos à natureza. Já os consumidores devem preocupar-se com a origem dos produtos que consomem e com os procedimentos adoptados na produção.” acrescentando ainda que *“A actuação dos governos na regulação do conceito e das empresas na optimização do processo produtivo pode gerar uma nova economia e um novo mercado de trabalho.”*

A Water Footprint Network tem vindo a desenvolver metodologias para que os governos, empresas, comunidades e indivíduos possam identificar as suas pegadas hídricas, objectivando a redução do consumo de água doce, recurso essencial à vida mas que se torna cada vez mais limitado em todo o mundo.

Ao longo deste capítulo dar-se-á foco ao modo como este conceito pode e tem sido utilizado para diferentes fins, nomeadamente ao nível dos decisores políticos, mundo empresarial e sociedade em geral.

3.2 Decisores políticos

O uso dos recursos hídricos deve constar como assunto prioritário na agenda governamental dos diversos países dado que o acesso à água potável está a tornar-se rapidamente um problema global.

Aldaya *et al.* (2009), realizaram um estudo na região da mancha ocidental espanhola onde falam, entre outros assuntos, da importância da análise da água virtual e da pegada hídrica na formulação de políticas que visam uma correcta gestão dos recursos hídricos.

Apesar de nas últimas três décadas a região ter beneficiado de um notável desenvolvimento social e

económico, esta tem sido um exemplo nítido de uma inadequada gestão das águas subterrâneas.

Os agricultores durante muitos anos tiveram o luxo e ousadia de perfurarem o solo dos seus terrenos e bombearem água subterrânea para uso próprio sem qualquer tipo de limitação ou consentimento por parte das autoridades locais. Esta exploração descontrolada esgotou o lençol freático a uma taxa constante de 1 m/ano, secando uma série de zonas húmidas de renome internacional como *Las Tablas de Daimiel National Park* e pondo em causa todo um ecossistema dependente deste recurso. Além dos impactos ambientais causados, também se geraram conflitos sociais entre as autoridades, agricultores, decisores políticos e organizações de defesa ambiental e que foram muito além de uma escala local. Foi inclusivamente posto em causa o cumprimento dos objectivos da Directiva Quadro da Água. Os benefícios sociais e económicos conseguidos durante vários anos foram obtidos claramente à custa do ambiente.

Nesta região espanhola, as videiras, oliveiras, cereais de regadio e tomates são as culturas mais predominantes. Aldaya *et al.* (2009), utilizando a metodologia desenvolvida por Hoekstra e Chapagain (2008), concluíram que as videiras, os tomateiros e as oliveiras eram culturas economicamente produtivas ao contrário dos cereais de regadio. Foi então necessário compreender por que razão os agricultores continuariam a apostar no cultivo de cereais.

Concluiu-se que tal facto se deveu provavelmente à Política Agrícola Comum (PAC) da UE que subsidia os agricultores. Após a reforma desta política em 1992, os subsídios começaram a ser pagos por hectare, cujo valor dependia dos rendimentos médios da região. Uma vez que os cereais de regadio têm rendimentos superiores às mesmas culturas em regime de sequeiro, os agricultores com terras irrigadas receberam um preço mais elevado por hectare, tendo um incentivo claro para irrigar as suas culturas de cereais. Deste modo, culturas como os cereais são comuns nesta zona dado serem rentáveis muito em parte devido aos subsídios concedidos e por proporcionarem um lucro relativamente seguro. Este esquema induziu a irrigação e intensificação da agricultura de forma mais problemática nas regiões áridas e semi-áridas em toda a UE, principalmente ao longo da costa do Mediterrâneo e áreas anexas.

Devido a casos como este, as políticas agrícolas sofreram alterações substanciais nos últimos tempos, tanto a nível regional como europeu (Aldaya *et al.*, 2009). Estas reformulações foram destinadas a um uso mais racional dos recursos hídricos, reflectindo uma forte consciência ambiental por parte dos decisores políticos. Além das exigências da Directiva Quadro da Água, as novas políticas na região apontam essencialmente para uma mudança nos padrões de cultivo e uma redução drástica da superfície irrigada.

Estes aspectos sugerem uma primeira conclusão em relação à pegada hídrica como uma ferramenta útil para os decisores políticos, informando quando se torna iminente a implementação ou reformulação de políticas de gestão da água. Ao permitir uma comparação entre os usos existentes e os recursos disponíveis, a pegada hídrica proporciona conhecimentos úteis em relação ao uso eficaz ou ineficaz de água numa região.

Outra ferramenta que poderia ter um papel fundamental neste âmbito é o lançamento por parte da Organização Internacional de Padronização (ISO) de uma norma sobre os princípios e directrizes para a pegada hídrica de produtos, processos e organizações. Esta norma deverá ser internacionalmente reconhecida e deve atender às necessidades de uma variedade de *stakeholders*: governadores locais, regionais e nacionais, ONGs e entidades comerciais similares. Para tal, a norma ISO 14046 está a ser discutida internacionalmente e pretende ser consistente e coerente com a ISO 14000 e com métricas ambientais, como a pegada de carbono, LCA (ISO14040 e ISO 14044), a contabilidade de GEE (ISO 14064-1, -2, -3 e ISO 14067-1), e com a comunicação ambiental (ISO 14020, ISO 14067-2).

A nível global, a primeira discussão relativamente a esta norma ocorreu em Junho de 2010, em Bruxelas. A um nível mais regional (América Latina e Caraíbas), já se realizaram duas reuniões, uma em Agosto de 2010 no México e outra em Novembro do mesmo ano na Costa Rica.

Rumo a um objectivo comum, a *Alliance for Water Stewardship* (AWS) tem sido uma forte aliada na concepção desta nova norma ambiental.

Ao longo dos próximos anos, a AWS vai trabalhar com as autoridades dos recursos hídricos, empresas, comunidades locais e ambientalistas no estabelecimento de um programa de certificação voluntária para os gestores e usuários de água com base em padrões internacionais desenvolvidos através de uma solução equitativa, transparente, com base científica e num processo *multi-stakeholder*, com verificação constante do cumprimento destas normas (allianceforwaterstewardship.org). Esta norma será uma marca global que permite aos gestores, usuários e organizações demonstrarem o seu cumprimento e apoio na gestão da água.

Quando em funcionamento, o programa da AWS vai proporcionar um novo e poderoso incentivo objectivando uma melhoria na forma como a água é gerida ao redor do mundo através da gestão rigorosa deste recurso, com normas realistas. A AWS está a criar uma organização independente e internacional a longo prazo que vai supervisionar qualquer componente de certificação que é criada e vai administrar uma marca e sistema de marketing que reconhece e recompensa o sucesso a nível global. Gestores de recursos hídricos e usuários terão acesso a um roteiro claro e às orientações necessárias para melhorarem as operações e procedimentos de modo a atender a novos padrões de gestão da água. Em resumo, o programa internacional de uso eficiente de água tem como metas:

- Estabelecer um programa de certificação pelo uso responsável da água a nível global;
- Adaptação da certificação às especificidades regionais e locais através de interacções com os actores-chave que representam estes níveis;
- Adaptação da certificação a sectores, produtos, tipos de instituição, entre outros.

Ainda não existe informação muito precisa sobre a norma ISO 14046 dado que ainda está em fase de concepção.

A nível nacional, existem algumas curiosidades que nos fazem pensar sobre o modo de actuação dos decisores políticos e as respectivas consequências que contribuem para o aumento da pegada hídrica.

O Programa de Desenvolvimento Rural (PRODER) é um apoio estratégico e financeiro da União Europeia que contribui para o desenvolvimento e modernização da agricultura nos Estados Membros, num período de 6 anos (2007-2013). O Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) co-financia aproximadamente com 3,5 mil milhões de euros, envolvendo uma despesa pública de mais de 4,4 mil milhões de euros. As orientações fundamentais para a utilização nacional do FEADER, provêm do Plano Estratégico Nacional – PEN (proder.pt, 2011).

Este apoio, se usado convenientemente, permitiria o uso de melhores tecnologias no sector agrícola, possibilitando o aumento da produtividade e a redução dos desperdícios de água. Em Portugal, inexplicavelmente, em 3 anos foram apenas utilizados 30% dos fundos disponíveis. Restam assim 3 anos para usufruir dos restantes 70%, evidenciando falta de organização no desenvolvimento de projectos e acima de tudo, uma demora notória no arranque dos mesmos (Grande Reportagem SIC, 2011). De referir que caso este dinheiro não seja utilizado até ao fim de 2013, será devolvido a Bruxelas, o que significa que Portugal estará a desperdiçar uma oportunidade de desenvolver o sector primário, perdendo competitividade para outros membros da UE que ao contrário do nosso país, têm aproveitado este apoio financeiro (Grande Reportagem SIC, 2011).

3.3 Empresas

O sector produtivo procura cada vez mais a eficiência na sua produção, porém os gestores ficam atentos aos potenciais de optimização no uso dos recursos naturais e em relação ao uso de água o desafio não é diferente. A água é um *input* fundamental para a maioria das cadeias produtivas como também o meio de diluição dos efluentes do sector industrial após o seu tratamento.

Além de servir como ferramenta de influência em políticas públicas e de promover a transparência nas cadeias produtivas, a pegada hídrica pode ser incorporada na estratégia de sustentabilidade e responsabilidade social das diversas empresas. Ao considerarem a redução da sua pegada hídrica, as organizações reduzem o risco de enfrentar escassez de água nas suas operações, riscos de regulamentação por interferência do governo, obtêm melhorias na sua reputação junto da sociedade, diminuem os custos operacionais e criam oportunidades de mercado, principalmente na cadeia de fornecedores.

De entre os meios possíveis de atingir o uso eficiente, sustentável e equitativo de água, o primeiro passo seria utilizar a metodologia de avaliação da pegada hídrica e reportá-la em relatórios anuais de sustentabilidade. Possivelmente surgiriam certificações e produtos no mercado com selos indicando a

sua pegada hídrica, à semelhança do que já acontece com a pegada de carbono. Posteriormente, a partir de grupos empresariais de *benchmark*, poderiam ser estabelecidas directrizes, metas e objectivos de redução deste indicador.

Foi realizado um questionário a várias empresas, entre as quais as grandes multinacionais como a Coca-Cola, Unilever e a Shell. Os gerentes das empresas entrevistadas afirmaram que a economia da água será uma prioridade num futuro muito próximo e 52% já consideram que o consumo de água é já um dos cinco maiores problemas com que lidam diariamente.

Ainda de acordo com o mesmo questionário, a maioria das empresas que já iniciaram a redução do consumo de água mostrou-se muito surpresa com a grande taxa de retorno que isso gerou, tornando a missão de convencer os sectores financeiros, que por vezes manifestam certa resistência a este tipo de projectos, facilitada (pelanatureza.pt).

A Unilever, dona de mais de 400 marcas em todo o mundo, calcula que economizou US\$ 26 milhões através da redução do desperdício de água nas suas fábricas no período de 2001 a 2007. Recentemente, a empresa começou a reduzir a água utilizada no cultivo da matéria-prima destinada à produção do chá Lipton e do molho de tomate Ragu, com um sistema de irrigação gota a gota nas suas plantações de chá preto na Tanzânia e de tomate nos EUA. Esse esforço pode ter um impacto significativo na pegada hídrica mundial dado que a Unilever compra 7% dos tomates do mundo e 12% da oferta mundial de chá preto (Unilever, 2010).

Empresas como a *International Business Machines* (IBM), admitiram estar atentas a esta nova tendência e caso se mantenha, irão apostar na criação de *software* e *hardware* para auxiliar a economia de água.

A primeira dificuldade sentida no cálculo da pegada hídrica das empresas foi que, ao contrário do cálculo das emissões de carbono, não havia metodologias disponíveis para serem seguidas.

Contabilizar a pegada hídrica de produtos manufacturados pode ser trabalhoso, diante da falta de padrões claros relativamente ao que deve ou não ser considerado no cálculo da pegada. Algumas empresas medem o volume de água usado apenas nas operações da fábrica; outras contabilizam os litros utilizados para plantar os ingredientes da sua cadeia de suprimento.

Assim, diante desta lacuna, em Dezembro de 2008, uma rede mundial de ONGs, cientistas e cerca de dez empresas criaram a *Water Footprint Network* (WFN) para discutir pela primeira vez uma metodologia única para a avaliação da água virtual, auxiliando as empresas e governos a medir e administrar o seu consumo de água. As empresas que até ao momento tinham uma estimativa da quantidade de água utilizada nas cadeias de produção, criaram os seus próprios métodos a partir do ponto zero, por iniciativa própria, seguindo portanto metodologias diferentes.

Em Março de 2009, a WFN concluiu e publicou o Manual Técnico da Pegada Hídrica, que contém normas globais, existindo já uma publicação mais recente, lançada em 2011. Esta criação de normas e padrões globais foi um grande passo para comparar produtos e empresas e para fazer com que este conceito faça cada vez mais parte dos critérios de sustentabilidade do mundo empresarial.

O caso Ambev e Natura

A Ambev e a Natura são duas empresas brasileiras dedicadas à produção de cerveja e de cosméticos, respectivamente, que já começaram a desenvolver projectos para identificar a pegada hídrica em alguns dos seus processos com base na metodologia proposta pela WFN.

A Ambev, em parceria com a Universidade de São Paulo, tem vindo a realizar o cálculo da pegada hídrica da fábrica de Jaguariúna, no interior de São Paulo, na produção das latas de 350 ml e garrafas de 600 ml. Ricardo Rolim, director de relações socioambientais da Ambev, afirma que *“A água representa 95% de nosso principal produto, a cerveja, e, por isso, está no centro das acções de sustentabilidade da Ambev. A sua preservação é essencial para a manutenção do nosso negócio a longo prazo”*.

Esta empresa reduziu 23% do consumo de água no sector de produção entre 2002 e 2008. Em 2008, foram utilizados em média apenas 4,11 litros de água por cada litro de bebidas produzidas contra 4,19 litros do ano anterior. Em 2002, o valor era ainda maior, sendo necessários em média 5,36 litros de água. Tais resultados foram possíveis de atingir devido ao reaproveitamento crescente de água na empresa. A Ambev reaproveita toda a água proveniente da produção em actividades como lavagem de tanques, garrafas e limpeza em geral. Na pasteurização, a água usada para elevar a temperatura da cerveja é a mesma que é usada para a refrigerar. (Relatório de sustentabilidade da Ambev, 2008)

Em relação à Natura, desde 2009 que é parceira do grupo WFN, cujo objectivo é a promoção de um uso sustentável, equitativo e eficiente de água. Em 2010, esta empresa utilizou a metodologia proposta no Manual da Pegada Hídrica em dois produtos do seu *portfólio* para uma melhor compreensão dos impactos e aplicabilidade no negócio da empresa. A Natura foi a primeira empresa de cosméticos no mundo a aplicar esta metodologia. Janice Cassara, responsável do departamento de sustentabilidade da empresa, afirma que *“os primeiros resultados permitiram-nos entender quais são os pontos críticos de impacto nos recursos hídricos ao longo da cadeia de valor da empresa e entender as limitações da metodologia do WFN”*. Este estudo piloto foi concluído em 2010. *“Neste momento, estamos a realizar pesquisas complementares de aprofundamento e a discutir internamente como será utilizada e aplicada a metodologia para construir uma estratégia corporativa no tema de uso sustentável dos recursos hídricos”*, completa. A Natura irá apresentar um relatório com os valores de redução do uso de água até ao final de 2011.

Com a implementação de projectos de eficiência, programas de consciencialização e controlo do consumo de água, a Natura conseguiu uma redução de 10% no consumo relativo por unidade facturada, mantendo estável o consumo absoluto do recurso e sem prejudicar o seu crescimento económico. As melhorias implementadas na gestão ambiental também resultaram em ganhos na reutilização de água em 2010. O consumo de água por unidade facturada foi de 0,48 l, 0,52l e 0,47 l no período de 2008, 2009 e 2010, respectivamente (Relatório Anual Natura, 2010).

O caso Raisio

A utilização de selos em produtos com a informação da quantidade emitida de CO₂ na sua produção – conhecida como pegada de carbono – já é adoptada por diversos fabricantes europeus. Agora, surgem os selos com dados sobre o consumo de água inerente ao produto, ou seja, informação sobre a sua pegada hídrica. A primeira empresa a imprimi-los nas embalagens foi uma indústria de cereais da Finlândia, a Raisio, com um lucro de 500 milhões de euros em 2008.

O cereal elovena, feito com aveia, ganhou um selo que indica a quantidade de água utilizada na cadeia de produção – desde os campos de aveia até ao supermercado. Para fabricar 100 gramas do produto foram necessários 101 litros, a maior parte para o cultivo da aveia. Para chegar a este valor, a empresa recorreu a uma metodologia própria, na qual utilizou dados do Instituto Meteorológico da Finlândia relativos à evaporação de água, levando todo o processo cerca de três meses a ser realizado e exigindo uma equipa de seis funcionários de áreas distintas (entre a fábrica e relacionamento com fornecedores), além de um consultor externo, que já havia prestado auxílio à empresa na determinação da pegada de carbono (Revista Exame, 2009).

Devido às condições climáticas da Finlândia, onde a precipitação é elevada, a empresa afirma que não é necessária a utilização de irrigação, sendo a água usada como parte do seu ciclo natural. Além disso, segundo a Raisio, não há descarga de efluentes líquidos, uma vez que os flocos de aveia são feitos por vaporização.

O movimento feito pela Raisio começa a ser seguido também por outras grandes companhias em todo o mundo. A americana Levi Strauss calculou que a produção de cada *jeans* do tradicional modelo 501 consome quase 2000 litros de água. A Coca-Cola estimou que a produção de uma lata de 300 ml do refrigerante exija até 60 l de água, representando quase 200 vezes o volume de uma simples lata. A rede de cafetarias Starbucks anunciou que concluirá este ano a primeira estimativa do consumo de água em toda a empresa – desde as lojas e escritórios até aos seus fornecedores de café (Revista Exame, 2009).

O caso SABMiller

A SABMiller é uma das maiores organizações do mundo na indústria da cerveja, com mais de 200 marcas de cerveja e cerca de 70 000 funcionários em mais de 75 países. É ainda um dos maiores engarrafadores do mundo de produtos Coca-Cola.

Sendo a indústria da cerveja extremamente dependente dos recursos hídricos, o objectivo da SABMiller é utilizar a água de uma forma cada vez mais sustentável, propondo para isso alvos exigentes, nomeadamente a redução do uso de água por hectolitro de cerveja em 25% entre 2008 e 2015.

Tendo a percepção de que a escassez de água representa não só um risco potencialmente significativo

para o negócio, mas também para algumas das comunidades em que operam, têm igualmente como objectivo trabalhar de forma colaborativa a fim de proteger as bacias hidrográficas que partilham com as comunidades e das quais ambas dependem.

Falando de dados mais concretos, em 2010 a SABMiller utilizou 731 milhões de hectolitros de água nos seus processos de produção de cerveja, contrastando com os 762 milhões de hectolitros utilizados em 2007 e verificando ainda assim um aumento nos volumes de produção.

O consumo médio de água por hectolitro de cerveja produzida no último ano foi de 4,2 hectolitros, uma melhoria de 3% sobre os últimos 12 meses. Desde 2008, data de início do objectivo de redução em 25% do consumo de água, já obtiveram até ao momento uma diminuição de 8% (Relatório de sustentabilidade da SABMiller, 2011).

Na África do Sul, a SABMiller está a trabalhar paralelamente com os produtores de cevada para juntos melhorarem a irrigação e a produtividade das culturas, não descuidando os esforços realizados junto da WWF para proteger as bacias hidrográficas onde possui as suas operações.

Segundo Andy Wales, chefe do departamento de sustentabilidade da SABMiller *“determinar as pegadas hídricas permite à SABMiller identificar quais são os elos da cadeia de suprimento que poderão enfrentar escassez de água ou a baixa qualidade de água no futuro. Permite-nos também o planeamento de como lidar com aqueles desafios futuros”* (wwf.org.br).

A SABMiller assumiu três compromissos fundamentais relativamente ao uso de água no funcionamento das suas operações:

- a) reduzir a quantidade de água necessária na produção de uma unidade de cerveja;
- b) considerar as necessidades das comunidades próximas da fábrica, evitando possíveis conflitos sociais pelo uso de água;
- c) envolver os seus fornecedores em todo o processo para que disponham de melhor informação e conhecimento da pegada deixada nos recursos hídricos pela cadeia de suprimentos da empresa.

Um dos três elementos-chave do seu programa de gestão de água inclui o compromisso de proteger as bacias críticas de captação, quantificar os riscos locais e incrementar a eficiência da irrigação.

A empresa examinou os perfis de utilização de água em todas as principais *commodities* que adquiriu e também o grau de adequação, a longo prazo, das regiões de cultivo de cevada, para então definir as áreas de risco que requerem actividades de gestão (nature.org).

Segundo A.Y. Hoekstra, há uma necessidade crescente por parte das empresas em considerarem a sua pegada hídrica. O autor afirma que os benefícios trazidos às empresas que aderem ao cálculo das suas pegadas hídricas vão desde a redução do consumo de água e contribuição para a manutenção desse recurso natural ao fortalecimento da marca perante o mercado, ao ser identificada como uma iniciativa

que se preocupa com as questões socioambientais.

Reduzir a pegada hídrica pode ser parte da estratégia ambiental de uma empresa, assim como reduzir a pegada de carbono. Além disso, muitas empresas enfrentam realmente sérios riscos relacionados com a escassez de água nas suas operações ou na cadeia de abastecimento, dado que o seu sistema produtivo está fortemente dependente deste recurso. A indústria da cerveja, por exemplo, certamente não sobreviveria sem um abastecimento seguro de água.

Contudo, as empresas ainda vão demorar alguns anos a entenderem o conceito de pegada hídrica, consciencializarem-se sobre o consumo sustentável de água no processo produtivo, explorá-lo nos seus produtos, formular padrões de redução e alcançá-los, na opinião de A. Y. Hoekstra.

3.4 Sociedade

A sociedade, caracterizada pelo seu impulso consumidor, possui um poder enorme de transformação no que diz respeito à gestão e regulamentação dos recursos hídricos.

Existem dois métodos que a sociedade pode adoptar, objectivando a sustentabilidade deste recurso: o primeiro método passa pela mudança nos hábitos de consumo, substituindo alimentos com um consumo intensivo de água por outros com um uso menos intensivo. O segundo método é optar por produtos originários de zonas com relativa abundância de água e geridas de forma sustentável.

Em ambos os casos, os consumidores necessitam de uma vasta informação para poderem comparar produtos e optarem pelo que representa menores riscos ambientais. É muito útil tornar o histórico dos produtos mais transparente e ter os factos à disposição do público, para que este possa escolher a opção mais sustentável na hora de comprar. Estas informações podem ser fornecidas num rótulo ou podem ser disponibilizadas na internet, por exemplo. Para os consumidores seria útil acrescentar um selo de água nos rótulos dos produtos ao lado de outros itens, como a pegada de carbono e o comércio justo. Esta exigência por parte da sociedade iria obrigar as empresas a fornecerem estes dados e a terem cuidados cada vez maiores com os recursos hídricos para que não percam competitividade no mercado. Esta proposta assemelha-se à campanha implementada recentemente em Portugal, incentivando os consumidores a comprarem produtos de origem nacional, intitulada de “*Compro o que é nosso*” onde vários produtos de origem nacional apresentavam no seu rótulo um símbolo que permitia aos consumidores facilmente identificarem estes produtos.

Tanto a pegada ecológica, como a pegada de carbono como a pegada hídrica foram elaboradas para alertar as organizações e a população e provocar uma reflexão sobre a forma de utilização dos recursos naturais, finitos e cada vez mais escassos no actual contexto de crise ambiental global. No site oficial da pegada hídrica existem duas calculadoras, uma mais geral e outra mais rigorosa que contempla um maior número de parâmetros, que permitem estimar a pegada hídrica de cada indivíduo (waterfootprint.org).

Outra ferramenta que poderá ajudar na hora de decidir que produtos comprar é uma aplicação

actualmente disponível para o *iPhone*, demonstrando a importância que este conceito tem vindo a tomar na sociedade actual. Esta aplicação consiste na ilustração da pegada hídrica através de valores baseados nas metodologias desenvolvidas por Hoekstra *et al.* de uma ampla gama de produtos, permitindo comparar produtos e realizar uma compra ambientalmente mais consciente por parte do consumidor. Esta aplicação pode ser utilizada em qualquer país e incorpora o sistema de unidades europeu e americano. A aplicação tornou-se popular em todo o mundo e o seu êxito já foi descrito em várias publicações incluindo o *Greenpeace Magazine*, revista SEED, *La Repubblica* e a revista IDN (virtualwater.eu).

Se os consumidores exigirem produtos de origem nacional, estes aparecem nas prateleiras das grandes superfícies, como foi o caso da campanha já aqui mencionada “*Compro o que é nosso*”. Deste modo, se os consumidores exigirem produtos com reduzida pegada hídrica e originários de locais onde se sabe que é feita uma adequada gestão da água, estes aparecerão igualmente. É um dever do consumidor. O mercado está definitivamente virado para a tendência.

4. CASO DE ESTUDO

4.1 Apresentação

O presente caso de estudo centra-se na determinação da pegada hídrica de um conjunto de bens agrícolas.

A alimentação, por ser imprescindível na vida do ser humano, sendo a fonte nutritiva e energética para exercer as suas actividades básicas e essenciais à sobrevivência, ocupa um lugar privilegiado na sociedade mundial. Portugal é um dos países da União Europeia que mais orçamento dedica à alimentação e bebidas não alcoólicas, sendo que em 2000, 18,7% do orçamento era referente a este sector do consumo (INE, 2002).

Inerente à alimentação está a agricultura, de onde provêm os alimentos mais representativos da dieta alimentar mundial e a matéria prima utilizada no processamento dos mesmos. Em Portugal, este sector representa cerca de 80% do uso total de água. A nível nacional, o peso do sector agrícola correspondeu a 2,8% do PIB nacional em 1999-2001 e a indústria alimentar foi responsável em 2001 por 5% (Comissão Europeia, 2003).

O presente estudo pretende ir um pouco mais além, ao calcular a pegada hídrica do consumo nacional e ao estudar em pormenor o peso que cada alimento representa nesta pegada.

De acordo com o padrão de consumo de um individuo e da oferta de produtos agrícolas que ele possui, é possível obter uma estimativa da sua pegada hídrica.

Assim, quando se fala em pegada hídrica, a alimentação e a agricultura são temas impossíveis de dissociar da discussão, dada a elevada contribuição que dão ao valor desta pegada, contribuindo igualmente um motivo de escolha deste tema.

4.2 Selecção do grupo de análise

O grupo de análise é constituído por 30 produtos agrícolas dos quais fazem parte: açúcar, arroz, batatas, carne bovina, carne suína, carne de aves de capoeira, carne de ovinos e caprinos, trigo, centeio, aveia, cevada, milho, maçãs, peras e marmelos, pêsegos, uvas, laranjas, hortícolas, feijão, grão, óleo de girassol, óleo de soja, azeite, ovos, semente de azeitona, vinho, leite e natas, iogurtes, manteiga e queijo

O critério de selecção foi baseado nos dados disponíveis no Instituto Nacional de Estatística, referentes ao consumo nacional, exportação e importação e nos dados disponíveis no site oficial da pegada hídrica, referentes ao volume de água necessário por quantidade de produto.

As fontes de informação consultadas para o efeito são de carácter público, encontrando-se *online* nos respectivos sites (ine.pt e waterfootprint.org).

4.3 Metodologia

A metodologia aplicada nesta dissertação com o objectivo de analisar a pegada hídrica do consumo nacional baseia-se na metodologia apresentada no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica e foi dividida em duas etapas que serão descritas de seguida.

Etapa 1 – Selecção da amostra



Figura 4.1 – Etapa 1 da metodologia da análise da pegada hídrica

De modo a garantir a obtenção total dos objectivos propostos, esta é uma etapa fulcral na metodologia adoptada.

De acordo com os dados disponíveis no INE referentes ao consumo, exportação e importação nacional de produtos agrícolas, foi seleccionada uma amostra de 30 produtos. Após a recolha destes dados, constatou-se que o ano mais recente com informação disponível para toda a amostra era 2009, sendo por isso considerado como o ano base para este estudo.

Definido o ano de referência, utilizou-se a mesma fonte para saber a população total portuguesa nesse ano, permitindo assim expressar com exactidão resultados em *per capita*.

Os restantes dados utilizados para calcular a pegada hídrica de cada produto são da autoria de Hoekstra e Chapagain (2004), disponíveis no site oficial deste indicador (waterfootprin.org) que, entre outras informações relevantes, contém uma base de dados de onde são provenientes as informações relativas ao volume de água consumido por quantidade de produto produzido (m^3/ton), referente aos 30 bens agrícolas seleccionados, de acordo com as características de Portugal, bem como a média global desse mesmo volume. Os valores são baseados nas necessidades hídricas e produtividade de cada cultura bem como em parâmetros climáticos, que influenciam a evapotranspiração.

Os dados da média global do volume de água consumido por quantidade de produto foram utilizados quando estavam em causa valores de importação, uma vez que não existe informação disponível referente aos países a que Portugal recorre para importar produtos. Nos cálculos que envolveram a produção nacional, foi utilizado o valor característico de Portugal para cada produto.

Etapa 2 – Aplicação



Figura 4.2 – Etapa 2 da metodologia da análise da pegada hídrica

Para obter o valor da pegada hídrica interna e externa do consumo, a água virtual exportada através de produtos de origem nacional, a pegada hídrica do consumo nacional bem como da área da nação, foi adoptada a metodologia de cálculo sugerida no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica, publicado em 2009 e revisto em 2011, que contém o padrão global de avaliação da pegada hídrica desenvolvido pelo *Water Footprint Network*. (Hoekstra *et al.*, 2011).

A pegada hídrica interna do consumo nacional, definida como o uso de recursos hídricos nacionais para produzir bens e serviços consumidos pela população do país, foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Pegada hídrica interna do consumo nacional} = \text{Consumo nacional de produção nacional (ton/ano)} * \text{Volume de água consumido por quantidade de produto (m}^3\text{/ton) (Portugal)}$$

Equação 1

Os dados de consumo nacional de produção nacional utilizados na equação 1 e que se refere à quantidade consumida dos diversos produtos, somente de origem nacional, foram obtidos a partir da diferença entre a produção nacional e a exportação, segundo a seguinte equação:

$$\text{Consumo nacional de produção nacional} = \text{Produção nacional (ton/ano)} - \text{Exportação (ton/ano)}$$

Equação 2

Os dados da produção nacional, utilizados na equação 2, resultam da soma entre o consumo nacional dos diversos produtos e a exportação dos mesmos, subtraindo a importação:

$$\text{Produção Nacional} = \text{Consumo nacional de produção nacional (ton/ano)} + \text{Exportação (ton/ano)} - \text{Importação (ton/ano)}$$

Equação 3

A pegada hídrica externa do consumo nacional, definida como o volume dos recursos hídricos utilizados em outros países para produzir bens e serviços consumidos pela população do país em consideração, foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Pegada hídrica externa do consumo nacional} = \text{Importação (ton/ano)} * \text{Média global do volume de água consumido por quantidade de produto (m}^3\text{/ton)}$$

Equação 4

Assim, através da soma da pegada hídrica interna e externa do consumo, é possível conhecer a pegada hídrica referente ao consumo nacional:

$$\text{Pegada hídrica do consumo nacional} = \text{Pegada hídrica externa do consumo (m}^3\text{/ano)} + \text{Pegada hídrica interna do consumo (m}^3\text{/ano)}$$

Equação 5

Para proceder ao cálculo da pegada hídrica dentro da área da nação, foi igualmente necessário calcular dois parâmetros – a pegada hídrica interna do consumo nacional, já referida anteriormente e calculada segundo a equação 1, e a água virtual exportada, ou seja, a água incorporada nos produtos exportados de origem nacional. Este último parâmetro foi obtido através da equação abaixo descrita:

$$\text{Água virtual exportada através de produtos de origem nacional} = \text{Exportação (ton/ano)} * \text{Volume de água consumido por quantidade de produto (m}^3\text{/ton)} \\ \text{(Portugal)}$$

Equação 6

A soma da pegada hídrica interna do consumo com a água virtual exportada resulta na pegada hídrica dentro da área da nação:

$$\text{Pegada hídrica dentro da área da nação} = \text{Pegada hídrica interna do consumo nacional (m}^3\text{/ano)}$$

Equação 7

A exportação de água virtual de uma nação é composta pela água exportada de origem doméstica e pela reexportação de água de origem estrangeira. A importação de água virtual numa nação será parcialmente consumida, constituindo assim a pegada hídrica externa do consumo nacional, e em parte pode ser reexportada. A soma da importação de água virtual num país com a pegada hídrica dentro da área da nação é igual à soma da exportação de água virtual (a partir da nação) com a pegada hídrica de consumo nacional. Essa soma é denominada de contabilização de água virtual de uma nação. Como não foi possível obter dados relativos à água virtual reexportada, tornou-se impossível determinar essa

contabilização de água da nação.

A figura 4.3 resume a representação visual do sistema de contabilização da pegada hídrica nacional, adaptado para o presente caso de estudo.

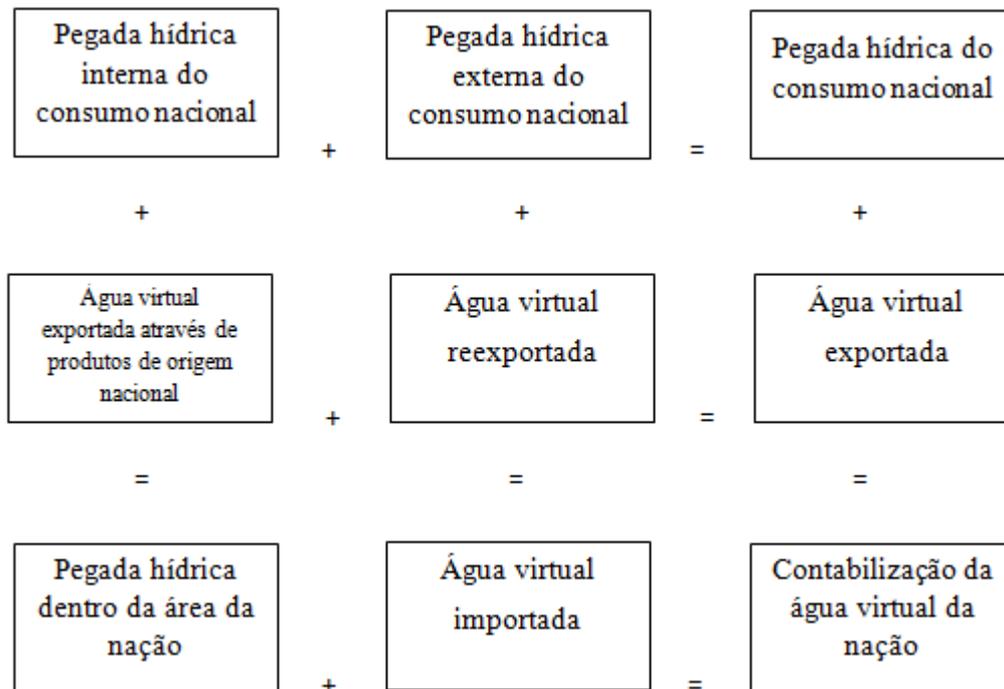


Figura 4.3 – Esquema da contabilização da pegada hídrica nacional (Hoekstra *et al.*, 2011)

Por fim, foi utilizada outra forma mais simplista de calcular a pegada hídrica do consumo de um indivíduo português, multiplicando apenas o consumo anual *per capita* de cada bem pelo volume estimado de água consumido por quantidade de produto, de acordo com a média global:

$$\text{Pegada hídrica do consumo} = \text{Consumo (ton/hab/ano)} * \text{Volume de água consumido por quantidade de produto (m}^3\text{/ton)} \quad \text{Equação 8}$$

Dado que não foi possível aferir a quantidade ou percentagem importada destinada ao consumo nacional, bem como o seu país de origem, optou-se por utilizar a média global do volume de água consumido por quantidade de produto, permitindo assim obter um valor mais próximo da realidade.

4.4 Limitações

Em relação ao consumo dos produtos hortícolas (quer em toneladas quer em quilogramas por habitante por ano), apenas existiam dados disponíveis para o ano 2003/2004 e somente referentes ao total de hortícolas consumidos. Segundo esclarecimento do INE,

“O Balanço de aprovisionamento dos hortícolas só disponibiliza informação para o total de hortícolas. A razão pela qual não se apresentam dados discriminados por espécie hortícola prende-se com o facto de não serem contempladas na metodologia do EUROSTAT relativa a estes balanços. A última informação disponível para o balanço de aprovisionamento dos hortícolas é referente à campanha de 2003/2004 dado que não existem dados de produção de hortícolas a partir dessa data, não sendo possível proceder ao cálculo do respectivo balanço.”

Deste modo, nos resultados finais não foi possível aferir a pegada hídrica de cada produto hortícola, apenas a pegada geral deste grupo de alimentos. Também em relação ao ano de referência, e pelo que foi explicado anteriormente, não será 2009 como acontece para a maioria dos produtos em estudo, mas sim 2003/2004, por ser o último valor disponível. No entanto, no que se refere às importações e exportações deste grupo de produtos, utilizou-se o ano de 2009. Como o valor foi bastante aceitável, tomou-se como válida essa aproximação.

Relativamente ao centeio, não foi possível utilizar como ano base o ano 2009 pois o valor da quantidade exportada não estava disponível. Para minimizar tal facto, foi usado 2008 como ano de referência, visto ser o ano mais recente, relativamente ao centeio, com todos os dados disponíveis.

Outro problema que se colocou foi referente à carne ovina e caprina pois o consumo deste tipo de carne, na base de dados do INE, é feita de forma conjunta, mas na base de dados da waterfootprint.org, é atribuído um valor a cada tipo de carne. Assim sendo, foi calculada a média entre as necessidades hídricas da carne ovina e caprina e utilizado esse valor no cálculo da pegada hídrica destes dois tipos de carne, realizado de forma conjunta, tal como acontece no INE.

Na figura 4.1, onde é retratado um esquema da contabilização da pegada hídrica nacional, é possível visualizar um parâmetro denominado de água virtual reexportada. Este parâmetro diz respeito à água virtual que Portugal importa através dos produtos, mas que posteriormente procede à sua exportação. Infelizmente e como já foi dito, por falta de dados relativos à reexportação, o seu cálculo foi impossível de realizar, implicando igualmente que não fosse calculada a água virtual exportada e importada e a contabilização da água virtual.

4.5 Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com base na metodologia proposta no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica, publicado em 2011.

Tendo este estudo como objectivo principal a análise da pegada hídrica do consumo nacional, na tabela 4.1 é possível observar os valores totais da pegada hídrica interna e externa do consumo nacional, a água virtual exportada através de produtos de origem nacional, a pegada hídrica do consumo nacional, a pegada hídrica dentro da área da nação e a pegada hídrica total nacional. Os valores destes cinco parâmetros discriminados por produto encontram-se no Anexo I.

Tabela 4.1 – Valores totais dos cinco parâmetros em estudo

	Pegada hídrica interna do consumo nacional	Pegada hídrica externa do consumo nacional	Água virtual exportada por produtos de origem nacional	Pegada hídrica do consumo nacional	Pegada hídrica dentro da área da nação	Pegada hídrica total nacional
Total (m³/ano)	5,96E+09	9,27E+09	6,94E+09	1,52E+10	1,29E+10	2,4E+10
Total (m³/hab/ano)	560	872	653	1432	1213	2264

Pela observação directa da tabela, verifica-se que a pegada hídrica dentro da área da nação é inferior à pegada hídrica do consumo nacional. Tendo estas duas pegadas a componente da pegada hídrica interna em comum, diferem somente no facto da primeira contabilizar a água virtual exportada por produtos de origem nacional e a segunda a pegada hídrica externa. A pegada hídrica externa é portanto superior à água virtual exportada. Tal facto revela que Portugal importa mais água do que aquela que exporta, sendo por isso caracterizado como um país importador de água virtual, tal como já tinha sido constatado na figura 2.5 desta dissertação. A pegada hídrica externa corresponde a 61% da pegada hídrica do consumo nacional, enquanto que a pegada hídrica interna equivale a 39%. Mas esta confirmação conduz-nos a um facto ainda mais importante – Portugal está fortemente dependente dos recursos hídricos externos, tal como acontece, por exemplo, com a energia.

É ainda de salientar a relação entre a pegada hídrica do consumo e a pegada hídrica nacional, correspondendo esta a 63%. Podemos assim afirmar que da pegada hídrica total nacional, mais de metade é da responsabilidade dos produtos agrícolas que consumimos.

Possuindo cada produto a sua pegada hídrica, fruto da quantidade consumida anualmente pela população e do volume de água utilizado para o conceber, permite-nos analisar quais os bens com maior e menor pegada e qual o seu peso face à pegada hídrica total do consumo.

A figura 4.4 agrupa os produtos por classes, a fim de ilustrar esse mesmo peso, permitindo identificar onde se encontram as maiores pegadas hídricas.

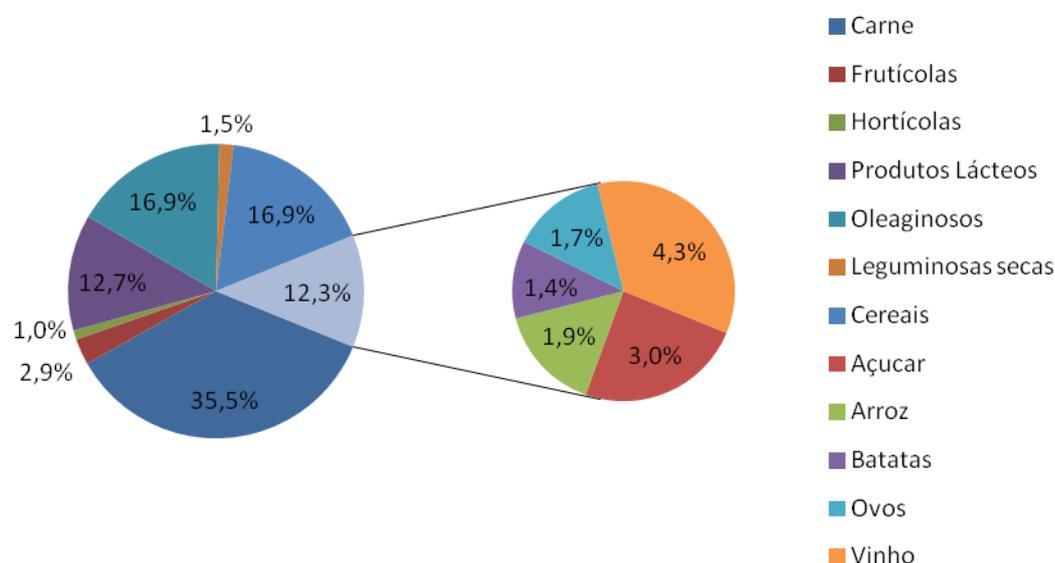


Figura 4.4 – Peso de cada grupo de produtos na pegada hídrica total do consumo

O principal destaque vai para o grupo da carne e dos cereais, que juntos representam mais de 50% da pegada hídrica total. Tal percentagem é em parte justificada pelos cereais (base da alimentação) terem elevadas exigências hídricas e pelos hábitos alimentares dos portugueses, que privilegiam o consumo de carne. Além disso, estes dois grupos alimentares estão intimamente relacionados, dado que a maioria dos animais são alimentados com ração, que é produzida principalmente a partir de cereais. Os hortícolas destacam-se por serem o grupo que possui menor pegada hídrica. Mesmo possuindo um consumo humano significativo, são caracterizados por terem uma pegada hídrica reduzida dado que não utilizam grandes quantidades de água ao longo da sua produção.

Através da pegada hídrica de cada produto e do seu peso na pegada hídrica total do consumo (figura 4.5 e 4.6, respectivamente), é possível analisar pormenorizadamente os produtos que mais responsabilidades têm na pegada hídrica do consumo nacional. Tal análise é importante para compreender os pontos chave de actuação relativamente à mudança de hábitos alimentares. No Anexo I encontram-se as pegadas hídricas *per capita* de cada um dos 30 produtos analisados.

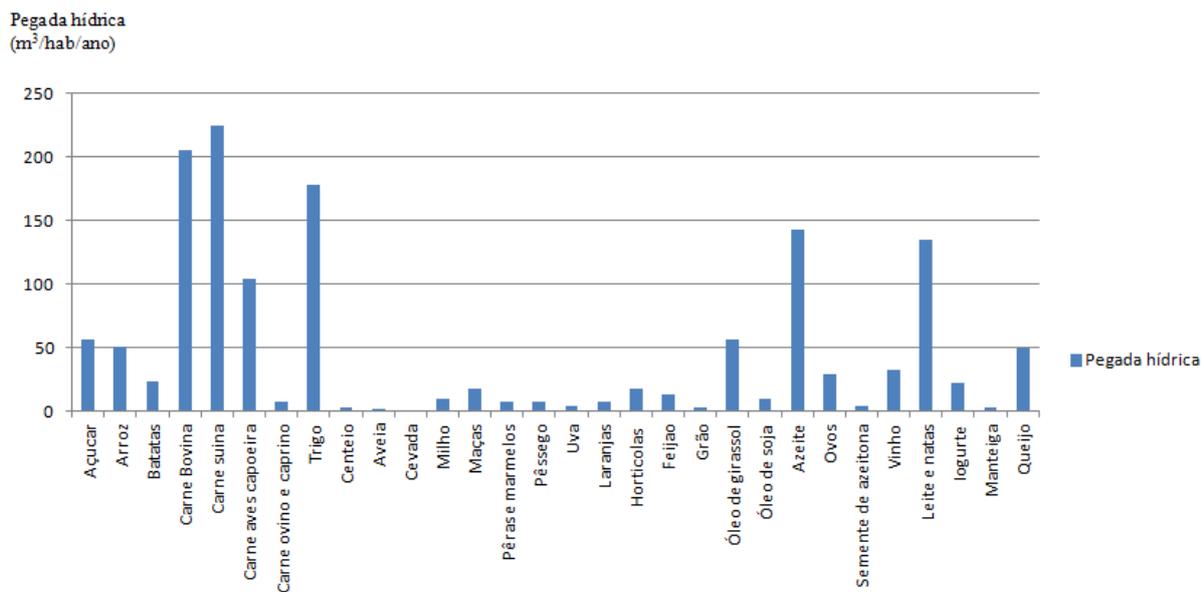


Figura 4.5 – Pegada hídrica *per capita* dos produtos seleccionados

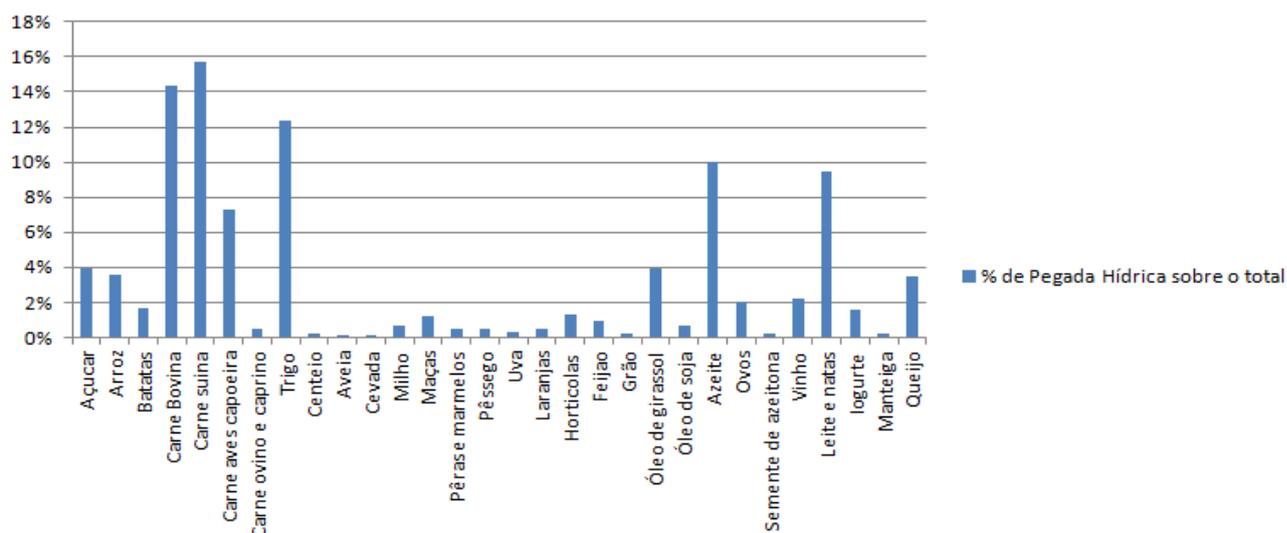


Figura 4.6 – Percentagem de cada produto na pegada hídrica total do consumo

A carne suína e bovina destacam-se não só dentro do grupo da carne mas também ao nível dos 30 produtos, tal como o trigo, que de todos os cereais é o que possui pegada hídrica maior, ocupando o terceiro lugar do *ranking*. Ainda dentro deste grupo, verifica-se que os restantes cereais têm pegadas hídricas muito baixas, o que se deve sobretudo ao baixo consumo humano destes produtos. O azeite contribui com 10% para o total da pegada hídrica do consumo, sendo uma cultura que utiliza grandes quantidades de água associado aos olivais modernos e intensivos.

Comparando agora o consumo de água por quantidade de produto em Portugal e em outros países com um clima semelhante (países Mediterrâneos), é possível observar algumas diferenças significativas,

com Portugal a destacar-se pela negativa (figura 4.7).

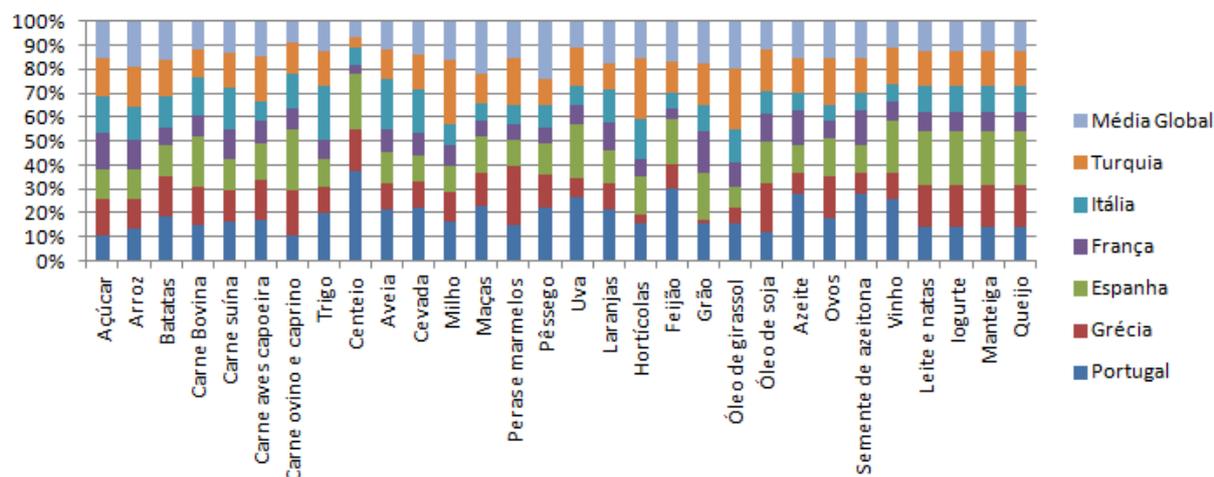


Figura 4.7 – Percentagem de consumo de água por quantidade de produto em 6 países europeus e média global

Em 13 produtos num total de 30 seleccionados (batatas, trigo, centeio, aveia, cevada, maçãs, pêssegos, uvas, laranjas, feijão, azeite, semente de azeitona e vinho), Portugal apresenta o valor mais elevado de consumo de água por quantidade de produto, de entre os países seleccionados, situação que contribui em grande parte para a elevada pegada hídrica nacional e para o peso que a agricultura representa no nosso país ao nível do uso de água.

As figuras 4.8, 4.9 e 4.10 destacam os produtos em que Portugal obtém os piores resultados quando comparado com os restantes países em análise, oferecendo uma melhor percepção da realidade nacional.

A cultura do feijão, em Portugal, tem uma necessidade hídrica de 7599 m³/ton, que contrasta fortemente com o caso da França, cujo valor se situa nos 1036 m³/ton. O valor mais semelhante ao apresentado por Portugal é o da Espanha, que se aproxima também da média global para este produto (4786 m³/ton e 4253 m³/ton respectivamente) (figura 4.8).

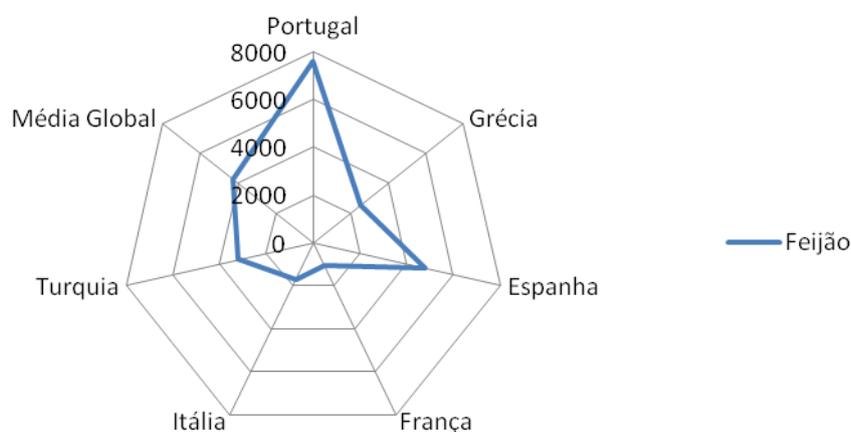


Figura 4.8 - Comparação do consumo de água por quantidade de feijão (m³/ton)

No caso do centeio, o caso ainda se agrava mais, com maiores discrepâncias de Portugal comparativamente aos outros países e à média global. Em Portugal, esta cultura necessita de um volume de 5048 m³/ton, enquanto que na Grécia, Espanha, França e Itália este valor é de apenas 2312 m³/ton, 3114 m³/ton, 492 m³/ton e 1022 m³/ton respectivamente. A média global situa-se nos 901 m³/ton (figura 4.9).

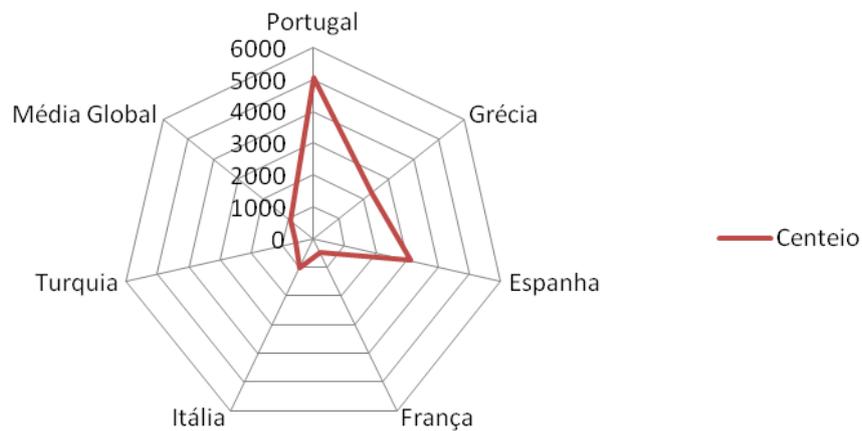


Figura 4.9 - Comparação do consumo de água por quantidade de centeio (m³/ton)

O azeite é o produto com maior consumo de água em Portugal e é para este bem que vai o maior destaque pela negativa, estando Portugal (com um valor de 38960 m³/ton) muito afastado dos valores dos outros países, consumindo quase 4 vezes mais água quando comparado com a Itália (10334 m³/ton).

O valor mais próximo da situação portuguesa é o da França, que ainda assim consome cerca de menos 19 000 m³/ton do que Portugal para produzir a mesma quantidade de produto. A média global apresenta um valor de 21106 m³/ton, muito abaixo do valor registado para o nosso país.

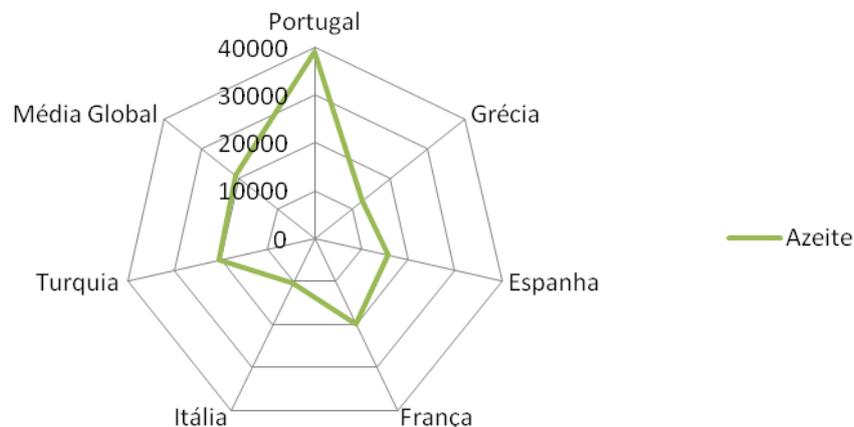


Figura 4.10 – Comparação do consumo de água por quantidade de azeite (m³/ton)

O único destaque positivo vai para o açúcar, sendo o único produto que Portugal apresenta o valor mais baixo de entre os países em análise, sendo contudo a diferença pouco significativa.

O motivo de escolha da Turquia para integrar este grupo de países deve-se não só ao clima, mas também por possuir um nível de desenvolvimento inferior a Portugal. Contudo, observa-se que ainda assim o nosso país consegue ter uma pior *performance* no que diz respeito ao uso de água, sendo que dos 30 produtos em análise, apenas em 6 deles Portugal necessita de uma menor quantidade de água para os produzir, segundo dados da *waterfootprint.org* (Hoekstra e Chapagain, 2004). Todos os valores dos 30 produtos para os 6 países bem como os valores da média mundial encontram-se no Anexo II.

De seguida e em modo conclusivo deste capítulo, é apresentada a tabela 4.2 que nos ajuda a compreender a panorâmica da exportação, importação e consumo nacional dos 30 produtos seleccionados para este trabalho e associar a pegada hídrica de cada alimento a esses parâmetros. Os dados encontram-se ordenados por ordem decrescente.

Tabela 4.2 – Dados da pegada hídrica, exportação, importação e consumo nacional dos bens agrícolas em estudo

Ranking	Pegada Hídrica	Exportação	Importação	Consumo Nacional
1	Carne suína	Vinho	Trigo	Trigo
2	Carne Bovina	Hortícolas	Milho	Hortícolas
3	Trigo	Leite e natas	Açúcar	Batatas
4	Azeite	Açúcar	Cevada	Leite e natas
5	Leite e natas	Peras e marmelos	Batatas	Carne suína
6	Carne de aves de capoeira	Trigo	Vinho	Vinho
7	Óleo de girassol	Batatas	Hortícolas	Açúcar
8	Açúcar	Cevada	Leite e natas	Carne de aves de capoeira
9	Arroz	Laranjas	Iogurte	Maças
10	Queijo	Arroz	Carne suína	Iogurte
11	Vinho	Ovos	Arroz	Carne Bovina
12	Ovos	Óleo de soja	Maças	Laranjas
13	Batatas	Óleo de girassol	Laranjas	Arroz
14	Iogurte	Milho	Óleo de soja	Milho
15	Hortícolas	Maças	Feijão	Peras e marmelos

16	Maças	Azeite	Pêssegos	Queijo
17	Feijão	Carne suína	Óleo de girassol	Óleo de girassol
18	Milho	Iogurte	Azeite	Ovos
19	Óleo de soja	Manteiga	Queijo	Uvas
20	Peras e marmelos	Feijão	Carne de aves de capoeira	Azeite
21	Pêssegos	Carne de aves de capoeira	Uvas	Pêssegos
22	Carne ovino e caprino	Queijo	Peras e marmelos	Centeio
23	Laranjas	Pêssegos	Centeio	Feijão
24	Uvas	Uvas	Ovos	Óleo de soja
25	Semente de azeitona	Grão	Carne Bovina	Carne ovino e caprino
26	Centeio	Carne ovino e caprino	Aveia	Manteiga
27	Grão	Aveia	Grão	Aveia
28	Manteiga	Semente de azeitona	Manteiga	Grão
29	Aveia	Carne Bovina	Carne ovino e caprino	Semente de azeitona
30	Cevada	Centeio	Semente de azeitona	Cevada

5. DISCUSSÃO

Para produzir alimentos suficientes para satisfazer as necessidades alimentares diárias de uma pessoa são necessários cerca de 3000 l de água - cerca de 1 l por caloria. Apenas aproximadamente 2 l a 5 l de água são necessários para beber. No futuro mais pessoas vão requerer ainda mais água para os diferentes usos. Porém, a quantidade de água utilizada por pessoa pode ser reduzida mudando o que as pessoas consomem e a forma como utilizam a água para produzir os bens alimentares.

Se imaginarmos um canal com 10 metros de profundidade, 100 metros de largura e 7,1 milhões de quilómetros de comprimento (comprimento suficiente para cercar a terra 180 vezes) conseguimos imaginar a água necessária anualmente para produzir alimentos para a população actual, estimada em 6,5 biliões de habitantes.

Quando a população mundial passou de 2,5 biliões em 1950 para 6,5 biliões nos dias de hoje, a área agrícola irrigada duplicou e a água consumida triplicou, sendo necessários desenvolvimentos massivos em infra-estruturas hidráulicas para que a água chegasse a um número maior de pessoas.

A produtividade agrícola cresceu graças a novas variedades de culturas e fertilizantes, alimentada contudo por um consumo adicional de água irrigada.

Os últimos 50 anos testemunharam mudanças sem antecedentes nos ecossistemas, com vários impactos negativos, sendo que o sector agrícola é apontado como o grande responsável por essas mudanças. As práticas agrícolas têm contribuído negativamente na regulação dos serviços dos ecossistemas - polinização, controlo biológico de pragas, capacidade de retenção de cheias, regulação do microclima – e na perda de biodiversidade e habitats naturais, apoiando a hipótese de que uma gestão adequada dos recursos hídricos preveniriam muitas destas consequências.

Os dois maiores factores que têm contribuído para o aumento da procura de comida, e consequentemente o aumento do uso de água para a produção de alimentos, são o aumento populacional e a mudança nos hábitos alimentares. A população global em 2000 era de 6,1 biliões, prevê-se que em 2015 seja de 7,2 biliões, em 2030 seja de 8,1 biliões e em 2050 seja de 8,9 biliões (UN, 2003).

A chave da variabilidade para medir e avaliar a evolução da situação mundial alimentar são as calorias por pessoa por dia. Em 1970 esse número situava-se nas 2400 kcal, verificando-se um aumento em 2000, passando a ser 2800 kcal. Contudo, existem grandes diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. No caso dos primeiros, as calorias por pessoa e por dia rondam as 3050 – 3450 kcal e no caso dos segundos as 2100 - 2200 kcal.

Relativamente ao caso português, no período decorrido entre 2003 e 2008 foram notórios os desequilíbrios na dieta alimentar. Este desequilíbrio alimentar da população portuguesa é caracterizado por calorias e gorduras saturadas em excesso, consumo deficitário de frutos, leguminosas secas e hortícolas e consumo excessivo dos grupos alimentares “carne, pescado, ovos” e “óleos e gorduras” (INE, 2010).

Os dados apurados pela Balança Alimentar Portuguesa (INE, 2010), instrumento analítico de natureza estatística que permite retratar a evolução e o perfil do consumidor nacional em termos de produtos, nutrientes e calorias, revelam que as quantidades diárias de produtos alimentares e bebidas disponíveis para consumo correspondiam a um valor médio de 3883 kcal, no período de 2003-2008, reflectindo um aumento de 4% face à década de 90. Tendo por base que o valor médio recomendado para o consumo diário de um adulto se situa nas 2000 a 2500 kcal, facilmente se percebe que este valor está muito acima do aceitável.

As figuras 5.1 e 5.2 fazem a comparação entre as disponibilidades diárias *per capita* em 2008 e o padrão alimentar saudável, evidenciando a desequilibrada alimentação que os portugueses têm vindo a adoptar. Esta comparação indica que a dieta alimentar portuguesa não tem sido variada, equilibrada e moderada, afastando-se progressivamente dos princípios básicos de uma dieta saudável. Face à década de 90, verificaram-se aumentos das disponibilidades nos grupos dos “óleos e gorduras” e da “carne, pescado e ovos” e decréscimos no grupo das “leguminosas secas”. Tais factos foram acentuando os desequilíbrios alimentares que se verificam na população portuguesa.

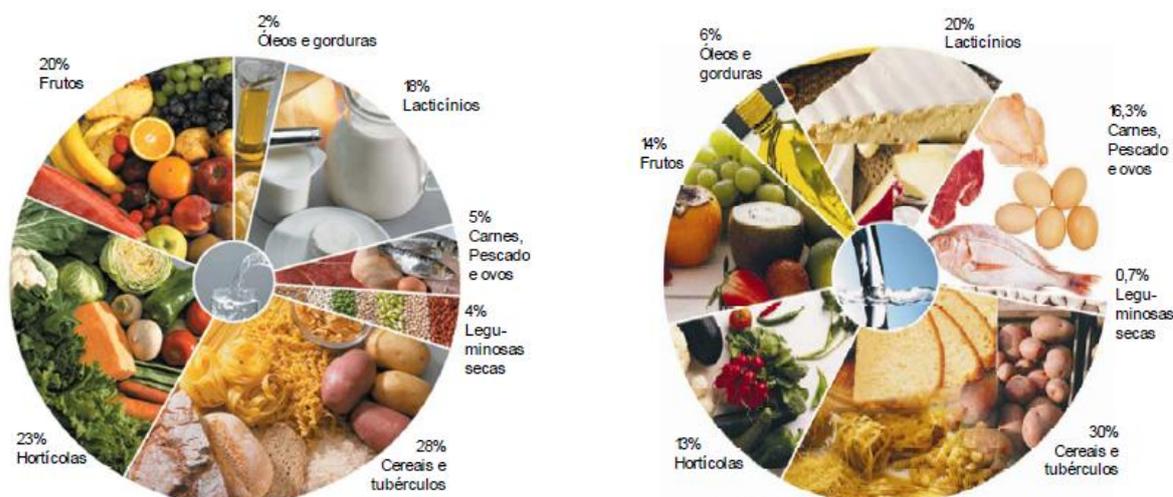


Figura 5.1 e 5.2 - Comparação entre o padrão alimentar saudável e as disponibilidades diárias *per capita* em 2008 (INE, 2010)

A desequilibrada alimentação dos portugueses caracteriza-se principalmente por desvios no grupo da “carne, pescado e ovos”, com uma disponibilidade para consumo 11 p.p. acima do recomendado, e no grupo das “hortícolas” com disponibilidades deficitárias em cerca de 10 p.p. (INE, 2010).

Nos restantes grupos de alimentos, a disponibilidade para consumo dos frutos e leguminosas secas também se encontra abaixo do recomendado, com -6 p.p. e -3 p.p., respectivamente (INE, 2010). Existem apenas dois grupos (“cereais e tubérculos” e “lacticínios”) cujas disponibilidades para os respectivos consumos se apresentam próximas do padrão alimentar desejado.

De modo a alcançar um padrão alimentar aceitável, os portugueses deveriam aumentar

aproximadamente 5 vezes o consumo de leguminosas secas. Era ainda aconselhável que a sua dieta fosse suplementada com hortícolas e frutos (79% e 48%, respectivamente) (INE, 2010). Por outro lado, a diminuição do consumo de “carne, pescado e ovos” e de “óleos e gorduras”, que actualmente se consome em excesso, seria fundamental. Para a obtenção de boas práticas alimentares, esta redução deveria ser aproximadamente 70% para o primeiro grupo e 67% para o segundo (INE, 2010).

No período em análise, a disponibilidade para consumo de produtos de origem animal cresceu a uma taxa média anual de 1,1%. O oposto aconteceu com os produtos de origem vegetal que apresentaram uma taxa média anual negativa de 0,7%, no mesmo período (INE, 2010). Tal facto tem-se vindo a consolidar desde a década de 90 e caso esta tendência se mantenha, os cenários apontam para que os produtos de origem animal obtenham ainda mais peso na alimentação dos portugueses (INE, 2010).

Segundo os resultados apresentados no capítulo anterior, a carne, especialmente a bovina e suína, apresenta valores elevadíssimos de pegada hídrica, ao invés dos produtos hortícolas e frutícolas. Os factos revelados pela Balança Alimentar Portuguesa relativamente aos distúrbios que a população portuguesa apresenta neste campo vão ao encontro do desejável na redução da pegada hídrica: diminuir o consumo de carne em detrimento dos produtos hortícolas e frutícolas.

Contudo, para os que não estão dispostos a uma mudança tão radical nos hábitos alimentares, existe também uma opção que já é praticada em algumas cidades, a iniciativa “*Meatless Mondays*”. Esta iniciativa tem como base a abolição de carne às segundas-feiras e surgiu na I Guerra Mundial, com o objectivo de racionar este alimento para distribuir quer pelos soldados americanos que se encontravam em terreno de guerra quer pelos países europeus. Após o fim da guerra, a iniciativa perdeu força. Contudo, na II Guerra Mundial, e dado o êxito que apresentou anteriormente, a campanha voltou a surgir, mas perdendo igualmente fulgor com o fim da mesma.

Em 2003, uma campanha liderada por cerca de 20 instituições norte-americanas de saúde pública, das quais se destaca o *Center for a Livable Future*, pertencente ao *Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health*, decidiu por novamente em prática a ideia utilizada no racionamento dos alimentos em tempos de guerra, mas agora por motivos de saúde pública e ambientais (meatlessmonday.com).

A cidade belga de Gent tornou-se pioneira ao aprovar uma medida que prevê que às segundas-feiras os seus funcionários deverão optar por refeições vegetarianas. As motivações utilizadas pelos indivíduos que aderem a esta iniciativa centram-se na redução do risco de doenças crónicas preveníveis como o cancro, doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, bem como na redução da pegada de carbono e poupança de recursos preciosos como a água e os combustíveis fósseis.

O facto de o dia escolhido ser a segunda-feira, caracterizada por marcar o início de mais uma semana, prende-se com o facto de estudos sugerirem que a população está mais predisposta a manter comportamentos começados às segundas-feiras, dia em que ajustamos as nossas intenções para os seis dias seguintes.

Esta mudança nos hábitos alimentares iria traduzir-se numa redução acentuada da pegada hídrica individual e consequentemente nacional, assim como em benefícios para a saúde pública. Para que

esta mudança nos hábitos alimentares fosse conseguida, seria essencial uma consciencialização da população através de programas que visassem estes aspectos, dirigidos quer por nutricionistas, focando o aspecto da saúde pública, quer por engenheiros do ambiente, salientando os benefícios ambientais gerados quer na actualidade quer nas gerações futuras.

Para uma real mudança nos hábitos alimentares, seria essencial que as refeições realizadas fora de casa pelos indivíduos (cada vez em maior número, dado o estilo de vida característico da população actual) também lhes desse essa opção. As “despesas em restaurantes, cafés e similares” evidenciaram um crescimento gradual ao longo do tempo, atingindo, em 2000, um valor médio por agregado familiar que representava 49% da despesa em “produtos alimentares e bebidas não alcoólicas”, enquanto que esta proporção se situava em apenas 30% em 1989 (INE, 2002). Assim, outra medida que poderia vir a ser desenvolvida seria a da criação de um menu “pegada hídrica mínima” a implementar em restaurantes e refeitórios, permitindo que as pessoas ambientalmente conscientes pudessem ter essa opção de escolha. Desse menu fariam parte pratos cujos alimentos utilizados teriam a particularidade de possuírem uma pegada hídrica reduzida e provenientes de locais cujos recursos hídricos fossem relativamente abundantes e onde existisse uma gestão adequada dos mesmos.

Outro aspecto alvo de discussão é o comércio internacional, com enfoque para os produtos que Portugal deveria importar e exportar, baseado na comparação entre o volume de água consumido por quantidade de produto, relativo a Portugal e à média global. Existem alimentos que produzidos em Portugal exigem um gasto mais intensivo de recursos hídricos em comparação com a produção desses mesmos alimentos noutras partes do mundo, como é o caso dos cereais (excepto o milho), carne bovina, feijão, azeite e vinho.

Da mesma forma, visando a preservação dos recursos hídricos, existem outros produtos que seria mais vantajoso produzir em Portugal e exportá-los, como é o caso do arroz e do óleo de girassol. Porém, o comércio internacional levanta duas questões: a primeira questão prende-se com o facto de haver um conflito entre dois indicadores de sustentabilidade – a pegada hídrica e a pegada de carbono. Se o comércio internacional favorece a redução da pegada hídrica, o mesmo pode não acontecer com a pegada de carbono, uma vez que esta privilegia e incentiva a agricultura local de forma a diminuir as emissões de CO₂, relativas ao sector dos transportes. É portanto um conflito que poderia ser alvo de estudo em trabalhos futuros. A segunda questão está orientada para os produtos que Portugal deveria importar, acima mencionados, baseada na elevada pegada hídrica dos mesmos. Ao sugerir que Portugal importasse vinho e azeite, estaria a pôr em causa os dois sectores com maior representatividade na agricultura portuguesa.

Em 2010, o saldo da balança comercial do azeite foi positivo, o que significa que Portugal exportou mais azeite do que aquele que importou. Segundo o Ministério da Agricultura, nos últimos 20 anos Portugal quase triplicou a produção de azeite, passando de 26 mil toneladas para 68 mil toneladas. Em 2010, as vendas para mercados estrangeiros subiram 37% em volume, representando cerca de 47 mil toneladas. As exportações totais de azeite cresceram em média 20% ao ano desde 2006, aumentando

4,9% em 2010 face ao ano anterior, ultrapassando os 158 milhões de euros (economiafinanças.com, 2011).

Já a cultura da vinha, segundo o Ministério da Agricultura (2010) é uma das actividades com maior peso na economia nacional, representando 15,9% da produção agrícola, no período entre 2000 e 2005. No primeiro semestre de 2009 as exportações atingiram o valor de 183,5 milhões de euros, traduzindo um crescimento de 45% face a idêntico período de 2008.

Deste modo, a solução do problema passaria por perceber como se poderiam otimizar as técnicas utilizadas em Portugal nestes dois sectores, reduzindo ao máximo a pegada hídrica destes bens ou talvez pela revisão do planeamento da agricultura em Portugal. Tal como apresentado no subcapítulo dos resultados, Portugal apresenta os valores mais elevados de pegada hídrica para a maioria dos produtos seleccionados, quando comparado com países semelhantes em termos de desenvolvimento e de clima. A agricultura em Portugal encontra-se muito menos desenvolvida em relação a países similares, facto que induz a uma pegada hídrica elevada devido aos desperdícios de água recorrentes de más técnicas agrícolas.

Para finalizar, um relatório técnico elaborado pela Comissão Europeia, em parceria com outras entidades (Tukker *et al.*, 2006), analisou o ciclo de vida dos produtos e respectivos impactes ambientais. A sub área de consumo referente à comida, bebida, tabaco e narcóticos é responsável por 20 a 30% dos vários impactos ambientais e no caso da eutrofização por mais de 50%. Dentro da área do consumo, a carne e os seus derivados apresentam o maior impacte ambiental. Considerando as contribuições dos transportes, comunicações, vestuário, saúde, entre outros sectores, o peso deste grupo de produtos no aquecimento global é de 4 a 12%. Tal estudo evidencia que as propostas anteriormente mencionadas, nomeadamente a mudança de hábitos alimentares, iriam trazer benefícios também a outros sectores ambientais.

Em Portugal, e na maioria dos países, este tipo de preocupações necessita de um impulso. Grande parte das empresas ainda se mostram pouco interessadas em aderir a medidas voluntárias, como as de informação ao consumidor sobre a pegada hídrica do produto, país de origem, entre outras.

A humanidade necessita compreender urgentemente que estamos numa fase de crise da água, em que todos os esforços para preservar este recurso são uma ajuda importante e que todos nós podemos fazer algo no nosso quotidiano, contribuindo para esse fim.

6. CONCLUSÕES

6.1 Síntese

Em Portugal, o valor médio da pegada hídrica total é de 2264 m³/hab/ano. Conclui-se através deste estudo, que deste valor, 63% dizem respeito à pegada hídrica do consumo nacional, avaliada em 1432 m³/hab/ano. Os dados discriminados por produto agrícola são apresentados no Anexo I e sintetizam de forma clara o enquadramento do trabalho.

Existem dois factores que determinam a magnitude da pegada hídrica do consumo nacional: (1) O volume e o padrão de consumo e (2) a pegada hídrica por tonelada de produto consumido. O último factor, no caso dos produtos agrícolas, depende do clima, irrigação e fertilização praticada e a produtividade da cultura (Mekonnen *et al.*, 2010).

O presente estudo pode dar-nos uma importante base para uma avaliação mais profunda de como os produtos e respectivos consumidores contribuem para o problema global de apropriação de água doce cada vez maior e dos problemas locais de exploração excessiva e deterioração das massas de água.

Ao longo deste trabalho, ficou claro que Portugal é um país importador de água, sendo que 61% da água consumida incorporada nos produtos provém de recursos hídricos externos.

Estabelecer ligações entre produtos finais e consumidores de um lado e os problemas locais de água do outro, podem ajudar no diálogo entre consumidores, produtores, intermediários (como os processadores de alimentos e retalhistas) e os governos sobre como partilhar a responsabilidade de reduzir a pegada hídrica.

Face à elevada escassez de água que se prevê poder vir a ocorrer num futuro próximo, é fundamental que seja desenvolvido um conjunto de medidas a complementar as já existentes no Programa Nacional de Uso Eficiente da Água (PNUEA) com o intuito de preservar e poupar os recursos hídricos, situação que se pretendeu analisar com o presente estudo, através do cálculo da pegada hídrica de cada produto agrícola e da análise do comércio internacional, propondo quais os produtos que Portugal deveria importar e exportar face aos valores de pegada hídrica apresentados.

A alimentação, pelo seu papel vital no dia-a-dia da sociedade e estando intimamente ligada ao sector agrícola, poderá ser a chave de actuação das medidas que visam a redução da pegada hídrica. Assim, diversas medidas foram evocadas ao longo deste trabalho, nomeadamente:

- O estabelecimento de uma iniciativa internacional para a certificação da gestão responsável da água, participada pelos cidadãos, empresas e Estados (*Water Stewardship*);
- Campanhas de consciencialização/sensibilização para o problema actual da crise da água, abordando a pegada hídrica e a sua minimização;
- Introdução de rótulos nas embalagens com a informação da pegada hídrica do produto e país de origem, objectivando uma compra mais consciente por parte dos consumidores;

- Mudança de hábitos alimentares dos indivíduos através da criação do menu “Pegada hídrica mínima” e implementação do *Meatless Mondays*.

A chamada “crise global da água”, percebida como o crescente desequilíbrio, à escala planetária, entre necessidades e disponibilidades hídricas, está cada vez mais na agenda de governantes, organizações não-governamentais, comunidade académica e científica, órgãos de comunicação social e opinião pública em geral.

Necessitamos de uma alteração radical na nossa maneira de viver em sociedade e de rever os nossos princípios de exploração dos recursos naturais, de forma a inverter a tendência da rápida depleção dos recursos hídricos que hoje se verifica e que tenderá a ser agravada num futuro próximo.

Está provado que as tradicionais formas de gestão dos recursos hídricos que têm vindo a ser postas em prática, centradas na oferta – grandes obras de engenharia, como barragens, grandes canais desvio de cursos de água, etc. – já não dão respostas aos desafios de um futuro que se quer sustentável. Existe a necessidade de encontrar estratégias alternativas às soluções tradicionais e recuperar o bom estado ecológico dos sistemas aquáticos.

Nos anos mais recentes, um movimento global tem trazido de volta à agenda política as questões sociais e ambientais, ofuscadas pelas questões económicas durante muito tempo.

Neste sentido, é urgente que seja adoptada uma nova forma de olhar a água. Uma visão holística e integradora, capaz de reconhecer as múltiplas dimensões da problemática e que tenha em conta os valores éticos, sociais, políticos, económicos e ambientais envolvidos.

Como se assume de forma clara no Relatório de Desenvolvimento Humano 2006 da ONU, neste início de século XXI “*o mundo tem oportunidade de dar mais um passo à frente em termos de desenvolvimento humano. A crise mundial no sector de água e saneamento básico poderá ser superada no espaço de uma geração. O mundo dispõe da tecnologia, dos meios financeiros e da capacidade humana para acabar de vez com a praga da insegurança da água na vida de milhões de seres humanos. O que falta é a vontade política e a visão necessárias para aplicar esses recursos em prol do bem comum*” (PNUD, 2006). Vontade política e visão.

6.2 Estudos futuros

Face à actualidade do tema e para que o mesmo possa continuar a ser estudado, considera-se que a análise da optimização dos processos agrícolas utilizados na produção dos bens agrícolas com maior pegada hídrica, visando a sua redução, seria um desenvolvimento futuro, dado que em Portugal a agricultura é um sector que, apesar de ter vindo a evoluir tecnologicamente através da ajuda de fundos monetários europeus, necessita ainda de aumentar a produtividade, passando isso pela redução de desperdícios, inclusivamente do recurso água.

Também a norma ISO 14046 evocada neste trabalho, que se encontra ainda em elaboração, poderá ser

alvo de um estudo futuro, focando as implicações que a mesma poderá trazer na redução da pegada hídrica, principais características, limitações, êxito da mesma, entre outros factores.

Seria igualmente interessante comparar o peso do consumo de bens agrícolas em Portugal apresentado no presente estudo com outros países europeus, tentando compreender se o caso português se afasta da média europeia ou se os valores apresentados representam um valor situado em valores típicos europeus.

Por fim, e tendo em conta as medidas propostas, seria interessante compreender o impacto que as mesmas teriam na pegada ecológica e /ou de carbono, ou seja, estudar as possíveis sinergias entre estes três indicadores relativamente às medidas aqui descritas.

REFERÊNCIAS

- Aldaya, M.; Santos, P.; Llamas, M. (2009). *Incorporating the Water Footprint and Virtual Water into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region*. *Water Resour Manage*. 24:941–958. Julho, 2009.
- Allan, T. (1998). *Moving water to satisfy uneven global needs: Trading water as an alternative to engineering it*. *ICID Journal*, 47(2), Maio 1998, p.p. 1-8.
- Allan, T. (2003). *Virtual water: the water, food and trade nexus, useful concept or misleading metaphor?* IWRA, *Water International*, Volume 28, Number 1, Março 2003, .p.p. 5-11.
- Almeida, M.; Vieira, P.; Ribeiro, R. (2006). *Uso Eficiente da Água no Sector Urbano*. Séries Guias Técnicos IRAR, INAG ,LNEC. Lisboa.
- Barton, B. (2010). *Murky waters? Corporate reporting on water risk: A benchmarking study of 100 companies*. Fevereiro 2010. Ceres, Boston.
- BfW (2006). *Blueprint for water: 10 steps to sustainable water by 2015*. Londres, UK.
- Chapagain, A.; Hoekstra, A.; Savenije, H. (2005). *Saving water through global trade. Value of Water. Research Report Series n.17*. Setembro 2005. UNESCO-IHE, Delft, Holanda.
- Chapagain, A.; Hoekstra, A.; Savenije, H.; Gautam, R. (2006). *The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries*. *Ecological Economics*. Vol. 60, no 1, pp. 186–203.
- Comissão Europeia (2003). Documento de trabalho DG AGRI: *Situação da Agricultura em Portugal*.
- Correia, N. (2007). *A Divulgação do Ciclo Urbano da Água Através da Internet: Realização de Projectos no 3º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Portugal.
- EA (2007). *Towards water neutrality in the Thames Gateway, Summary report*, Environmental Agency. Bristol, UK.
- EEA (1999). *Environment in the European Union at the turn of the Century State of the environment report No.1*. European Environment Agency. Copenhaga
- Ewing, B.; Moore, D.; Goldfinger, S.; Oursler, A.; Reed, A.; Wackernagel, M. (2010). *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network.
- Falkenmark, M.; Rockström, J. (2004). *Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology*, Earthscan. Londres, UK. Julho.
- FAO (2004). *Major Food and Agricultural Commodities and Producers*
- Galli, A.; Wiedmann, T.; Ercin, E.; Knoblauch, D.; Ewing, B.; Giljum, S. (2004). *Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint: Defining the “Footprint Family” and its Application in Tracking Human Pressure on the Planet*. 7th Framework Programme for Research and Technological Development. *Ecol. Indicators*.
- GE03 (2002). *Global Environment Outlook 3. United Nations Environment Programme*.
- Grande Reportagem SIC (2011). “*Quem semeia ventos*”. Miriam Alves. Agosto 2011.

Hertwich, E.; Peters, G. (2009) *Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. Environmental Science & Technology* 43, pp. 6414-6420. Oslo, Noruega.

Hoekstra, A. (2003). *Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No. 12* IHE. Delft, Holanda

Hoekstra, A. (2008). *Water Neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints. Research report series nr. 28 – Value of Water. UNESCO-IHE, Delft, Holanda.*

Hoekstra, A. (2011). *The global dimension of water governance: Why the river basin approach is no longer sufficient and why cooperative action at global level is needed, Water* 3(1) p.p. 21-46. Twente, Holanda.

Hoekstra, A.; Hung, P. (2002). *Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series, n. 11, p.p. 25-47. UNESCO-IHE. Delft, Holanda.*

Hoekstra, A.; Chapagain, A. (2004). *Water Footprints of Nations. Value of Water Research Report Series No. 16., volumes 1 and 2. UNESCO-IHE. Delft, Holanda.*

Hoekstra, A.; Hung, P. (2005). *Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. Global Environmental Change* 15, p.p. 45–56. UNESCO-IHE. Delft, Holanda.

Hoekstra, A.; Chapagain, A. (2006). *Water footprint of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resour Manage* 21: 35-48.

Hoekstra, A.; Chapagain, A. (2008). *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Publishing. Oxford, UK.*

Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Aldaya, M.; Mekonnen, M. (2011). *Water Footprint Manual. Setting the Global Standard. Water Footprint Network.*

INE, 2002. Destaque do INE: Dia Mundial da Alimentação. Outubro, 2002.

INE, 2002. Destaque do INE: Inquérito aos orçamentos familiares 2000 – Áreas metropolitanas de Lisboa e Porto. Julho, 2002.

INE, 2010. Balança Alimentar Portuguesa 2003-2008. Novembro, 2010.

Karavatis, C.. *Uso de água na Europa. Série do fascículo A, número 1.*

Kayaga, S; Smout, I.; Al-Maskati, H. (2007). *Water Demand Management – Shifting Urban Water Management Towards Sustainability. Efficient 2007. Jeju, Coreia do Sul.*

Lenzen, M.; Murray, J.; Sack, F.; Wiedmann, T. (2007). *Shared producer and consumer responsibility: Theory and practice. Ecological Economics. Volume 61, Issue 1. Fevereiro 2007, p.p. 27-42.*

Levinson, M.; Lee, E.; Chung, J.; Huttner, M.; Danely, C.; McKnight, C.; Langlois, A. (2008). *Watching Water: A Guide to Evaluating Corporate Risks in a Thirsty World. Global Equity Research. Março, 2008. New York, EUA.*

Mekonnen, M.; Hoekstra, A. (2010). *National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. Volume 1: Main Report. Value of water research report series No 48. Dezembro, 2010. UNESCO-IHE. Delft, Holanda.*

Ministério da agricultura (2010). *Portugal: a vinha e o vinho no rumo da qualidade*. Disponível em www.ivv.min-agricultura.pt.

Morrison, J.; Morkawa, M.; Murphy, M.; Schulte, P. (2009). *Water Scarcity and Climate Change: Growing Risks for Business and Investors*. Fevereiro 2009. CERES, Boston.

Morrison, J.; Schulte, P.; Schenck, R. (2010). *Corporate Water Accounting: An Analysis of Methods and Tools for Measuring Water Use and its Impacts*. United Nations Environment Programme, United Nations Global Compact, Pacific Institute New York, EUA.

Mota R.; Atanásio J. (2005). “*GEOAtlas*”, Lisboa: Plátano Editora.

Palmier, L. (2003). *Uso de técnicas de captação de água da chuva: causas de insucessos e tendências futuras*. 4º simpósio brasileiro de captação e manejo de água da chuva, p.p.6. Brasil.

Pegram, G.; Orr, S.; Williams, C. (2009). *Investigating Shared Risk in Water: Corporate Engagement with the Public Policy Process*. Março 2009. WWF, Godalming.

Pimentel, D. (2004). *Water Resources: Agricultural and Environmental Issues*. *Bioscience*, v. 54 n. 10, Julho 2004, p.p. 909-918.

PNUD (2006). Relatório de Desenvolvimento Humano 2006. Disponível em <http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh/rdh2006/rdh2006.zip>.

Postel, S.; Daily, G.; Ehrlich, P. (1996). *Human appropriation of renewable fresh water*. *Science, New Series*. Vol. 271, No. 5250, Fevereiro 1996, p.p. 785-788.

Postel, S.L. (2000). *Entering an era of water scarcity: The challenges ahead*, *Ecological Applications* pp. 941– 948.

REA (2007). Relatório do Estado do Ambiente 2007. Agência Portuguesa do Ambiente.

Relatório de sustentabilidade da Ambev (2008). Consultado em Julho de 2011, disponível em <http://www.ambev.com.br/pt-br/valores-ambientais/relatorio-de-sustentabilidade/relatorio-de-sustentabilidade>.

Relatório de sustentabilidade da Natura (2010). Consultado em Julho de 2011, disponível em <http://natura.foinvest.com.br/ptb/s-15-ptb.html>.

Relatório de sustentabilidade da SABMiller (2011). Consultado em Setembro de 2011, disponível em <http://www.sabmiller.com/>.

Rockström, J., Gordon, L. (2001). *Assessment of green water flows to sustain major biomes of the world: implications for future ecohydrological landscape management*. *Physics and Chemistry of the Earth (B) Volume 26, Issues 11-12, 2001*, p.p. 843-85.

Shiklomanov, I. (1997). *Assessment of water resources and water availability in the world*. *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. World Meteorological Organization, Geneva.

Silva, R.; Cidin, R. (2004). *Pegada ecológica: Instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural*. Brasil, 2004.

TCPA (2008). *Sustainable water management: eco-towns water cycle worksheet*, Town and Country Planning Association, London, UK.

Tukker, A.; Huppes, G.; Guinée, J.; Heijungs, R.; Koning, A.; Oers, L.; Suh, S.; Geerken, T.; Holderbeke, M.; Jansen, B.; Nielson, P. (2006). *Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*. Maio 2006.

UN (2003). *World population prospects: the 2002 revision*. Nova York. Fevereiro, 2003

Unilever (2010). *Unilever sustainable living plan*. 2010.

Water Neutral (2002). *Get water neutral! [brochure distributed among delegates at the 2002 World Summit on Sustainable Development in Johannesburg]*. The Water Neutral Foundation. Agosto 2002. Joanesburgo, África do Sul.

WWAP (2003). *The United Nations World Water Development Report 1: Water for people, water for life, World Water Assessment Programme*, UNESCO Publishing, Paris / Berghahn Books, Nova York.

WWAP (2006). *The United Nations World Water Development Report 2: Water a shared responsibility, World Water Assessment Programme*, UNESCO Publishing, Paris / Berghahn Books, Nova York.

WWAP (2009). *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a changing world, World Water Assessment Programme*, UNESCO Publishing, Paris / Berghahn Books, Nova York.

WWC (2003). *Virtual Water Trade - Conscious Choices. Synthesis in conference on virtual water trade and Geo-politics*. WWC Publication No. 2. Março 2003.

WWC (2007). *Water Crisis. Water at a Glance*. Disponível em <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=21>.

WWF (2008). *Living Planet Report 2008*. Gland.

WWF Mediterranean (2010). *Water footprint in Portugal*.

WEBSITES CONSULTADOS

Alliance for Water Stewardship. Acedido em Maio de 2011, disponível em <http://www.allianceforwaterstewardship.org/>

CML (2010). Lisboa Verde. Acedido em Abril de 2010, disponível em <http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=4424>

Economiafinancas.com (2011). Acedido em Agosto de 2011, disponível em <http://economiafinancas.com/2011/05/30-anos-depois-exportamos-mais-azeite-do-que-importamos/>.

footprintnetwork.com (2011). Acedido em Setembro de 2011, disponível em http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon_footprint/.

INAG (2010). Acedido em Abril de 2011, disponível em <http://portaldaagua.inag.pt/PT/InfoUtilizador/UsoEficiente/Pages/ConsumoPortugal.aspx>

meatlessmonday.com. Acedido em Julho de 2011, disponível em <http://www.meatlessmonday.com/>

Nature.org. Acedido em Junho de 2011.

Naturlink, (2000). *Distribuição da água na natureza*. Disponível em <http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=100&iLingua=1>

pelanatureza.pt . Acedido em Maio de 2011, disponível em <http://pelanatureza.pt/agua/noticias/empresas-estao-a-economizar-milhoes-na-reducao-do-consumo-de-agua>

PRODER. Acedido em Agosto de 2011, disponível em <http://www.proder.pt/homepage.aspx>

Revista Exame (2009). Acedido em Julho 2011, disponível em http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/agua-nova-obsessao-verde-515639?page=1&slug_name=agua-nova-obsessao-verde-515639

virtualwater.eu. Acedido em Maio de 2011, disponível em <http://www.virtualwater.eu/>

waterfootprint.org. Acedido em Março 2011, disponível em http://www.waterfootprint.org/?page=cal/waterfootprintcalculator_national

WWF (2011). Acedido em Abril de 2011, disponível em: <http://www.wwf.pt/>

wwf.org.br. Acedido em Abril de 2011.

wwf.pt. Acedido em Março de 2011 e disponível em http://www.wwf.pt/o_que_fazemos/por_um_planeta_vivo/pegada_hidrica_em_portugal_22/

ANEXOS

Anexo I

Produto	Exigência hídrica - Portugal (m ³ /ton)	Exigência hídrica média global (m ³ /ton)	Importação (ton)	Produção nacional (ton)	Consumo nacional de produção nacional (ton)	Exportação (ton)	Consumo (ton)	Pegada hídrica interna do consumo nacional (m ³ /ano)	Pegada hídrica externa do consumo nacional (m ³ /ano)	Água virtual exportada por produtos de origem nacional (m ³ /ano)	Pegada hídrica do consumo nacional (m ³ /ton)	Pegada hídrica (m ³ /hh/ano)	Pegada hídrica dentro da área da nação (m ³ /ton)
Açúcar	1027	1526	536032	136936	-146032	282968	390000	-2,23E+08	8,18E+08	2,91E+08	5,95E+08	56	6,78E+07
Arroz	2355	3305	108847	97947	55153	42794	164000	1,82E+08	3,60E+08	1,01E+08	5,42E+08	51	2,83E+08
Batatas	287	255	358876	676652	628124	48528	987000	1,60E+08	9,15E+07	1,39E+07	2,52E+08	24	1,74E+08
Carne Bovina	14208	11001	17307	182010	181693	317	199000	2,00E+09	1,90E+08	4,50E+06	2,19E+09	206	2,00E+09
Carne suína	6014	4856	132368	383737	360632	23105	493000	1,75E+09	6,43E+08	1,39E+08	2,39E+09	225	1,89E+09
Carne aves capoeira	3430	3046	39572	333911	324428	9483	364000	9,88E+08	1,21E+08	3,25E+07	1,11E+09	104	1,02E+09

Carne ovino e caprino	3534	2984	7975	19402	19025	377	27000	5,68E+07	2,38E+07	1,33E+06	8,06E+07	8	5,81E+07
Trigo	2126	1334	1644513	-147812	-227513	79701	1417000	-3,04E+08	2,19E+09	1,69E+08	1,89E+09	178	-1,34E+08
Centeio	5048	901	19704	23297	23296	1	43000	2,10E+07	1,78E+07	5,05E+03	3,87E+07	4	2,10E+07
Aveia	2864	1597	16893	-2527	-2893	366	14000	-4,62E+06	2,70E+07	1,05E+06	2,24E+07	2	-3,57E+06
Cevada	2135	1388	489777	-441864	-485777	43913	4000	-6,74E+08	6,80E+08	9,38E+07	5,55E+06	1	-5,81E+08
Milho	917	909	1418060	-1268148	-1299060	30912	119000	-1,18E+09	1,29E+09	2,83E+07	1,08E+08	10	-1,15E+09
Maças	742	697	68766	230621	205234	25387	274000	1,43E+08	4,79E+07	1,88E+07	1,91E+08	18	1,62E+08

Peras e marmelos	723	727	20602	171267	91398	79869	112000	6,64E+07	1,50E+07	5,77E+07	8,14E+07	8	1,24E+08
Pêssego	1116	1194	42639	30247	25361	4886	68000	3,03E+07	5,09E+07	5,45E+06	8,12E+07	8	3,57E+07
Uva	1569	655	33871	47868	43129	4739	77000	2,82E+07	2,22E+07	7,44E+06	5,04E+07	5	3,57E+07
Laranjas	556	457	49902	168389	125098	43291	175000	5,72E+07	2,28E+07	2,41E+07	8,00E+07	8	8,12E+07
Hortícolas	173	173	307000	1836000	819000	1017000	1126000	1,42E+08	5,31E+07	1,76E+08	1,95E+08	18	3,18E+08
Feijão	7599	4253	44328	1248	-10328	11576	34000	-4,39E+07	1,89E+08	8,80E+07	1,45E+08	14	4,40E+07
Grão	2926	3230	11795	1717	-1795	3512	10000	-5,80E+06	3,81E+07	1,03E+07	3,23E+07	3	4,48E+06

Oleo de girassol	4830	6090	42064	93054	55936	37118	98000	3,41E+08	2,56E+08	1,79E+08	5,97E+08	56	5,20E+08
Oleo de soja	3406	3406	45693	22938	-15693	38631	30000	-5,35E+07	1,56E+08	1,32E+08	1,02E+08	10	7,81E+07
Azeite	38960	21106	41999	55334	30001	25333	72000	6,33E+08	8,86E+08	9,87E+08	1,52E+09	143	1,62E+09
Ovos	3761	3340	18542	115457	73458	41999	92000	2,45E+08	6,19E+07	1,58E+08	3,07E+08	29	4,03E+08
Semente de azeitona	8109	4393	904	8424	8096	328	9000	3,56E+07	3,97E+06	2,66E+06	3,95E+07	4	3,82E+07
Vinho	1824	761	354826	2082284	96574	1985710	451400	7,35E+07	2,70E+08	3,62E+09	3,44E+08	32	3,70E+09
Leite e natas	1751	1542	228834	1003436	705166	298270	934000	1,09E+09	3,53E+08	5,22E+08	1,44E+09	135	1,61E+09

Iogurte	1310	1151	151494	74527	57506	17021	209000	6,62E+07	1,74E+08	2,23E+07	2,41E+08	23	8,85E+07
Manteiga	1697	1494	10201	26231	10799	15432	21000	1,61E+07	1,52E+07	2,62E+07	3,14E+07	3	4,23E+07
Queijo	5579	4914	41235	72081	66765	5316	108000	3,28E+08	2,03E+08	2,97E+07	5,31E+08	50	3,58E+08

Nota: Em alguns parâmetros desta tabela aparecem valores negativos (que em situações normais seria impossível de acontecer). Quando um país importa produtos, estes têm como fim a alimentação animal, uso industrial e/ou consumo humano, não tendo sido possível distinguir a quantidade ou percentagem que se destinava ao consumo humano, pois segundo o INE, essa informação não estava disponível. Assim, os valores de importação utilizados referem-se à quantidade total importada e não à importação de produtos destinados somente ao consumo humano, estando por isso “inflacionados”. Em certos produtos, a importação é muito superior ao consumo humano, traduzindo-se em valores negativos em determinados parâmetros.

Fonte:

Dados da exigência hídrica para Portugal e média global – Hoekstra, A.Y. e Chapagain, A.K (2004). *Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series No.16, volume 2*. UNESCO-IHE, Delft, Holanda.

Dados de consumo, exportação e importação – Instituto Nacional de Estatística (2011)

Anexo II

	Consumo de água por quantidade de produto (m ³ /ton)						
	Portugal	Grécia	Espanha	França	Itália	Turquia	Média global
Açúcar	1027	1526	1165	1526	1526	1526	1526
Arroz	2355	2194	2143	2241	2423	3305	2194
Batatas	287	270	202	112	209	255	270
Carne Bovina	14208	14871	20157	8029	15027	11001	14871
Carne suína	6014	4837	4721	4329	6377	4856	4837
Carne aves capoeira	3430	3407	3221	1835	1704	3046	3407
Carne ovino e caprino	3534	6557	8977	2945	5114	2984	6557
Trigo	2126	1213	1227	895	2421	1334	1213
Centeio	5048	2312	3114	492	1022	901	2312
Aveia	2864	1396	1751	1256	2864	1597	1396
Cevada	2135	1112	1070	886	1822	1388	1112
Milho	917	706	646	482	530	909	706
Maças	742	440	501	212	218	697	440
Peras e marmelos	723	1165	533	323	395	727	1165
Pêssego	1116	665	659	330	458	1194	665
Uva	1569	482	1338	462	464	655	482
Laranjas	556	279	362	293	359	457	279
Hortícolas	173	45	178	81	190	173	45
Feijão	7599	2536	4786	1036	1693	4253	2536
Grão	2926	237	3584	3230	1988	3230	237
Óleo de girassol	4830	1870	2712	3166	4174	6090	1870
Óleo de soja	3406	5951	5168	3344	2868	3406	5951
Azeite	38960	12520	15831	19871	10334	21106	12520
Ovos	3761	3737	3533	1495	1389	3340	3737
Semente de azeitona	8109	2606	3295	4136	2151	4393	2606
Vinho	1824	793	1555	537	540	761	793
Leite e natas	1751	2124	2697	988	1342	1542	2124
Iogurte	1310	1585	2012	737	1001	1151	1585
Manteiga	1697	2058	2613	958	1300	1494	2058
Queijo	5579	6764	8582	3151	4278	4914	6764

Fonte: Hoekstra, A.Y. e Chapagain, A.K (2004). *Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series No.16, volume 2*. UNESCO-IHE, Delft, Holanda.

