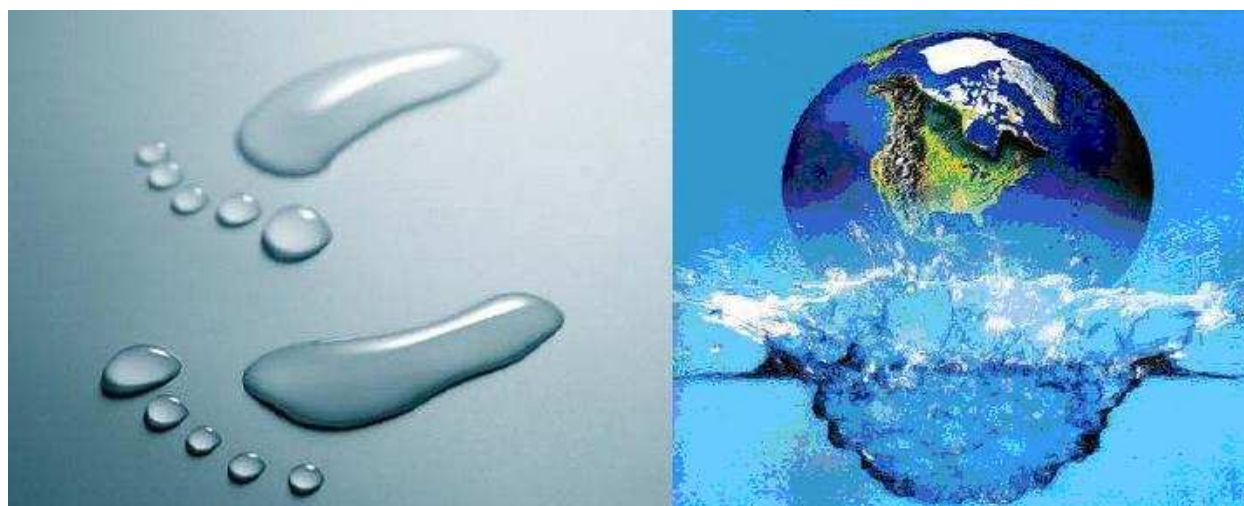




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DA PEGADA DE ÁGUA

Cláudia Isabel Sacramento e Silva

(Licenciada)

TRABALHO FINAL DE MESTRADO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA QUÍMICA

Presidente: Prof.^o João Fernando Pereira Gomes (ISEL)
Orientador: Prof.^o João Fernando Pereira Gomes (ISEL)
Co-Orientador: Eng.^a Cátia Carias (Off7)
Júri: Prof.^o Manuel José de Matos (ISEL)
Prof.^o Luis Miguel Minhalma (ISEL)
Prof.^a Paula Cantinho da Silva (ISEL)

SETEMBRO DE 2009

Agradecimentos

Na execução deste trabalho final de Mestrado a autora contou com a colaboração de diversas pessoas e entidades, para as quais ficam algumas linhas de agradecimento e apreço.

Ao orientador deste trabalho final de Mestrado, Eng.^o João Gomes e à co-orientadora, Eng.^a. Cátia Carias, pelas sugestões, orientações e correcções sempre pertinentes e repletas de rigor formal e científico.

À empresa *off7* pelo apoio, disponibilidade e possibilidade da realização deste estágio.

Aos familiares e amigos que demonstraram uma infindável paciência em todos os momentos.

A todos os que, de alguma forma, directa ou indirectamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho final de Mestrado.

A todos um muito obrigado!

Resumo

As crescentes preocupações ambientais relativamente à escassez de água levaram a uma reflexão da utilização da água por parte dos utilizadores domésticos e empresas.

Neste âmbito, o objectivo final deste trabalho foi a elaboração de uma ferramenta de cálculo para a determinação da Pegada de Água para a população portuguesa. A calculadora foi desenvolvida para que, de uma forma simples, um cidadão possa determinar a sua Pegada de Água através da resposta a algumas questões, sendo, posteriormente apresentadas soluções para reduzir essa Pegada. Esta calculadora visa ser colocada numa plataforma *online*.

Neste trabalho é apresentada uma revisão bibliográfica do conceito de Pegada de Água, onde é realizado um levantamento deste conceito, sua definição e um levantamento de calculadoras já existentes em plataformas online.

Para a elaboração da calculadora foi necessário fazer um levantamento dos hábitos de higiene e de alimentação dos portugueses, sendo que não existem muitos estudos em Portugal referentes a esta matéria e determinar os factores de contabilização dos consumos directo e indirecto.

Esta calculadora tem como objectivo alertar para a problemática da escassez da água já que este recurso não é inesgotável. Ainda neste campo, foram elaborados dois *white papers* para contribuir para a consciencialização da população portuguesa em relação a esta problemática.

Palavras-chave: Pegada de Água, calculadora, hábitos de higiene e de alimentação, escassez da água.

Abstract

The increasing environmental concern concerning water scarcity leads to a reflection of water use by households and businesses.

In this context, this work comprised the development of a tool for calculating the water footprint for Portuguese inhabitants. The calculator was developed so that a citizen can determine, in a simple way, its water footprint by answering some questions, subsequently present solutions to reduce the water footprint. This calculator is intended to be placed on an online platform.

This paper presents a literature review of the concept of water footprint. Also, an overview of the existing calculators in online platforms is presented.

In developing this calculator it was needed to examine the habits of hygiene and nutrition of the Portuguese people, as there are not many studies in Portugal regarding this subject, which included the determination of the main factors accounting for direct and indirect consumes.

This calculator is designed to draw attention to the problem of water scarcity as this resource is not inexhaustible. Also, two white papers were elaborated in order to increase awareness of the Portuguese population in relation to this issue.

Keywords: Water footprint, calculator, habits of hygiene and nutrition, water scarcity.

Índice geral

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice geral	vii
Índice de tabelas	xi
Índice de figuras	xiii
Lista de abreviaturas e símbolos	xv
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do tema	1
1.2 A off7	3
1.3 Objectivos	4
Capítulo 2 Revisão Bibliográfica e Técnica	5
2.1 Pegada de Água	5
2.1.1 Conceito	5
2.1.2 Comparação com Pegada Ecológica e Pegada de Carbono	6
2.1.3 Pegada de água de um indivíduo	7
2.1.4 Pegada de água de uma nação	8
2.1.5 O impacto da Pegada de água	10
2.2 Calculadoras da Pegada de Água	11
2.3 Pegada de Água em Portugal	15
2.3.1 Introdução	15
2.3.2 Consumo de água em Portugal	15
2.3.3 Consumo doméstico em Portugal	16
Capítulo 3 Metodologia	17
3.1 Introdução	17
3.1.1 Definição do português típico	17
3.2 Factores de contabilização	18
3.2.1 Consumo directo	18
3.2.2 Consumo indirecto	19

3.3	Medição	21
3.3.1	Tipologia da casa	21
3.3.2	Duches e banhos.....	22
3.3.3	Torneiras	23
3.3.4	Máquinas de roupa	24
3.3.5	Alimentos	24
3.3.6	Produtos	25
3.4	Redução	25
3.4.1	No exterior	26
3.4.2	Autoclismos	27
3.4.3	Chuveiros	28
3.4.4	Torneiras	30
3.4.5	Máquinas de roupa e loiça	31
3.4.6	Alimentos	32
3.4.7	Produtos	33
Capítulo 4	Offset	35
4.1	Introdução	35
4.2	Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)	36
4.3	Dessalinização	37
4.4	Estações de Tratamento através de Plantas (FitoETAR)	37
Capítulo 5	Resultados e Discussão	39
5.1	Comparação de resultados de diferentes calculadoras	39
5.1.1	Calculadora <i>waterfootprint</i>	41
5.1.2	Calculadora <i>H₂O Conserve</i>	41
5.1.3	Calculadora <i>One Minute Calculator</i> – Canadá	42
5.1.4	Calculadora <i>One Minute Calculator</i> – EUA	42
5.2	Apresentação de diferentes cenários da calculadora desenvolvida ..	43
5.2.1	Cenário 1	43
5.2.2	Cenário 2	44
5.2.3	Cenário 3	45
5.3	Discussão	46

Capítulo 6 <i>White paper</i>	49
6.1 Introdução	49
6.2 <i>White paper</i> para indivíduos	50
6.3 <i>White paper</i> para empresas	60
Capítulo 7 Conclusões e Perspectivas de trabalho futuro	67
7.1 Conclusões	67
7.2 Perspectivas de trabalho futuro	68
Referências Bibliográficas	69
Anexos	A1
Anexo I Calculadora extensiva	A1
Anexo II Inquéritos aos hábitos de consumo de água	A3
Anexo III Consumo médio de água virtual na produção das colheitas	A9
Anexo IV Consumo global de água virtual de produtos	A13
Anexo V Artigo	A15
Anexo VI Apresentação da folha de Excel da calculadora	A23

Índice de tabelas

Tabela 3.1 – Perguntas aplicadas na calculadora	19
Tabela 3.2 – Consumo global de água virtual de alguns produtos	20
Tabela 3.3 – Perguntas aplicadas na calculadora	21
Tabela 3.4 – Poupança de água consoante o tempo de duração do duche	28
Tabela 3.5 – Poupança de água consoante o número de banhos de imersão ...	29
Tabela 3.6 – Poupança de água para a redução da capacidade da banheira, consoante o número de banhos de imersão	30
Tabela 3.7 – Potencial de redução para o consumo de carne e a respectiva poupança de água	33
Tabela 5.1 – Resultados da Pegada de Água das calculadoras apresentadas anteriormente	43
Tabela 5.2 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança	44
Tabela 5.3 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança	45
Tabela 5.4 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança	46
Tabela A.1 – Consumo médio de água virtual na produção de colheitas	A9
Tabela A.2 – Consumo global de água virtual de produtos	A13

Índice de figuras

Figura 1.1 – Distribuição da água doce e salgada no planeta	1
Figura 1.2 – Distribuição da água doce no planeta	2
Figura 1.3 – Mapa da distribuição do stress hídrico	2
Figura 2.1 – Pegada Ecológica da Humanidade	6
Figura 2.2 – Representação esquemática dos componentes da Pegada de Água	8
Figura 2.3 – Representação esquemática do cálculo da Pegada de Água para uma nação	9
Figura 2.4 – Pegada de Água nacional per capita e a contribuição de diferentes categorias de consumo para alguns países	10
Figura 2.5 – Esquematização da contabilização da Pegada de Água a uma avaliação do impacto e a formulação de políticas	11
Figura 2.6 – Calculadora online disponível em <i>waterfootprint.org</i>	12
Figura 2.7 – Calculadora online disponível em <i>H₂O Conserve</i>	12
Figura 2.8 – Calculadora online disponível em <i>One Minute Calculator</i>	13
Figura 2.9 – Calculadora online disponível em <i>BBC News</i>	14
Figura 2.10 – Pegada de Água de Portugal detalhada	15
Figura 2.11 – Estrutura do consumo doméstico	16
Figura 3.1 – Rótulos de Eficiência Hídrica para os autoclismos de acordo com a Especificação Técnica ANQIP	27
Figura 3.2 – Consumo de água de um chuveiro convencional e eficiente em relação ao tempo de duche	28
Figura 3.3 – Exemplos de redutores e caudal aplicados às torneiras	30
Figura 3.4 – Modelo de rótulo energético para máquinas de lavar loiça de acordo com a EN 50242	31
Figura 3.5 – Evolução do consumo de água para a máquina de roupa e loiça ..	32
Figura 4.1 – Níveis e tipos de tratamento de águas residuais nos países da OCDE e alguns países Europeus	36
Figura 4.2 – Esquema do processo de uma Estação de Tratamento de Água através de plantas	38

Figura 5.1 – Apresentação dos dados da calculadora, para masculino e feminino, respectivamente	40
Figura 5.2 – Resultados obtidos pela calculadora, para masculino e feminino, respectivamente	40
Figura 5.3 – Resultados obtidos pela calculadora <i>H₂O Conserve</i>	41
Figura 5.4 – Resultados obtidos pela calculadora <i>One Minute Calculator</i> , para o Canadá	41
Figura 5.5 – Resultados obtidos pela calculadora <i>One Minute Calculator</i> , para os EUA	42
Figura 5.6 – Resultados obtidos pela calculadora <i>BBC News</i> , do Reino Unido ..	42

Lista de abreviaturas e símbolos

FEOW – Freshwater Ecoregions Of the World

IWFP – Internal Water Footprint

AWU – Agricultural Water Use

IWW – Industrial Water Withdrawals

DWW – Domestic Water Withdrawals

VWE_{dom} – *Virtual Water Export*

EWFP – *External Water Footprint*

VWI – *Virtual Water Import*

$VWE_{\text{re-export}}$ - *Virtual Water Export*

INE – Instituto Nacional de Estatística

FAO – Food and Agriculture Organization

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Introdução

1.1 Enquadramento do tema

Cada vez mais existe uma preocupação com o ambiente. As alterações climáticas e o aquecimento global não podem ser adequadamente abordadas sem considerar o papel da água.

A água é um bem essencial e constitui uma necessidade imprescindível para a saúde e para a sobrevivência da Humanidade, pelo que é considerado um dos direitos básicos.

De toda a água disponível apenas 3% corresponde a água doce, o restante situa-se nos oceanos (97%). Destes 3% apenas 0,02% está disponível em rios e lagos sob a forma de água doce para consumo (Instituto Geológico e Mineiro, 2001).

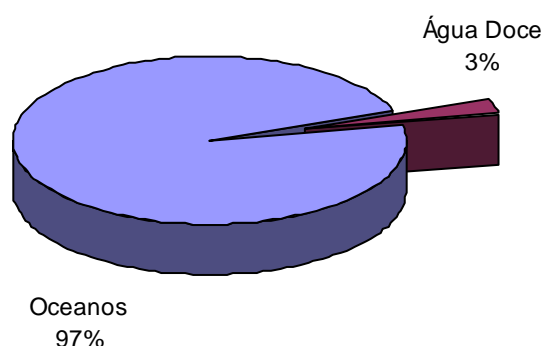


Figura 1.1 – Distribuição da água doce e salgada no planeta.

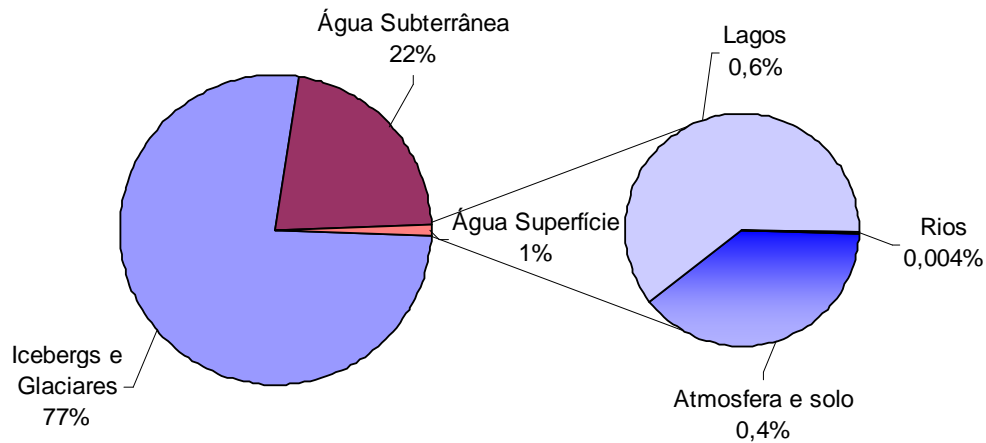


Figura 1.2 – Distribuição da água doce no planeta.

A combinação das alterações climáticas com uma pobre gestão dos recursos humanos e materiais está a conduzir à escassez de água na maioria dos países desenvolvidos.

A Europa tem actualmente um abastecimento de água suficiente mas enfrenta vários problemas, causados pelo desperdício, pelo uso inadequado e pela poluição. O Mediterrâneo constitui uma das zonas onde se desperdiça mais água, nomeadamente através do turismo balnear (ver figura 1.3).

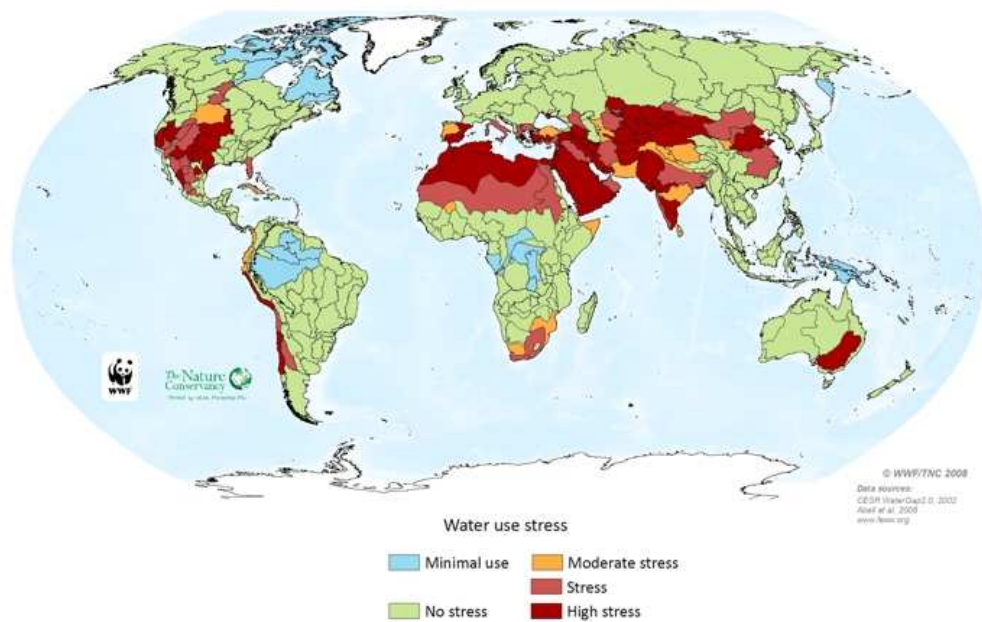


Figura 1.3 – Mapa da distribuição do stress hídrico. Fonte: FEOW

A escassez da água para consumo humano tem aumentado as suas proporções em todo o Mundo. As causas da escassez estão maioritariamente associadas ao crescimento populacional, à produção de alimentos (nomeadamente através da agricultura), à pobreza e à gestão dos recursos hídricos. Esta situação resulta em graves consequências não só ambientais, como também económicas e sociais.

Portugal está classificado em stress hídrico médio (isto é, condição de seca em que as plantas deixam de ser capazes de absorver água suficiente para compensar a perda de água por transpiração) (Hails *et al.*, 2008), o que indica que os recursos hídricos não se encontram disponíveis na proporção que seria desejável.

Em Portugal, os desperdícios do uso da água são muito elevados quer no sector doméstico quer no sector agrícola, onde 50% das águas residuais produzidas não têm um tratamento conveniente (Jornalismo Porto Net, 2009).

Os recursos hídricos não são ilimitados e em situação de escassez a sua gestão deve ser ainda mais cuidada, pois uma maior eficiência corresponde a uma redução dos caudais captados.

De modo a melhorar a gestão dos recursos hídricos, foi estudado o percurso da água desde a origem até ao produto final, que se designou por Pegada de Água.

Têm sido estudadas por todo o Mundo, soluções que contribuam para a gestão mais sustentável dos recursos hídricos. Algumas das soluções já aplicadas são a dessalinização ou a reutilização de águas residuais.

Se o actual consumo de água se mantiver, em 2025, duas em cada três pessoas irão ser vítimas de falta de água doce para as necessidades diárias de consumo de água. Além do uso intensivo de água também existe o risco de erosão dos solos (World Health Organization, 2009).

1.2 A “off7”

A off7 é uma empresa de consultoria, que iniciou a sua actividade em 2008.

A off7 tem como missão contribuir para que Portugal caminhe rapidamente para uma economia de baixo carbono, criando oportunidades para indivíduos e empresas que queiram participar na sua construção.

A off7 permite a qualquer indivíduo ou empresa apagar a sua marca ambiental, reduzindo e *offsetando* as suas emissões de carbono.

Para indivíduos, a off7 disponibiliza de um cálculo personalizado das emissões de carbono a partir da calculadora online que contabiliza factores como o consumo de electricidade, gás e viagens, entre outros. A partir deste cálculo são estabelecidos os critérios de redução de emissões e *offsete* do restante.

Para as empresas é elaborado um PEC (Plano Estratégico de Carbono) em que é otimizada a redução de emissões, e é dada a possibilidade ao utilizador de *offsetar* as remanescentes. São também analisadas outras iniciativas que permitam endereçar os riscos e oportunidades da economia do carbono.

1.3 Objectivos

Esta tese tem como objectivo desenvolver uma ferramenta de cálculo de contabilização da Pegada de Água precisa e fiável, mas de fácil compreensão para o utilizador final. Pretende-se a elaboração de um *white paper* que ilustre as mais valias da redução de consumos para indivíduos e para empresas.

O desenvolvimento do modelo matemático é realizado a partir dos factores de contabilização pesquisados, em que é elaborado uma lista de medidas de redução a serem inseridas na calculadora.

Revisão Bibliográfica e Técnica

2.1 Pegada de Água

2.1.1 Conceito

A Pegada de Água é um conceito novo desenvolvido por Arjen Hoekstra, em 2002.

A Pegada de Água é um indicador que contabiliza a quantidade de água utilizada nos bens e serviços, quer directamente ou indirectamente, tendo em consideração os fluxos de água que entram ou saem do país através das importações e exportações de produtos e serviços. A quantidade de água utilizada é medida em termos de volume da água consumida e/ou poluída por unidade de tempo (Hoekstra, 2008).

O cálculo da Pegada de Água pode ser aplicado a um indivíduo ou a um grupo de consumidores, como a uma empresa ou a um país.

A Pegada de Água de um produto (bem ou serviço) é o volume total de água doce usada para produzir o produto, sendo somatório dos vários passos da cadeia de produção. A Pegada de Água de um indivíduo ou de uma comunidade é o volume total de água doce usada pelo indivíduo ou comunidade de uma forma directa ou indirecta. O uso indirecto de água refere-se à água que é usada para produzir os bens ou serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade. A Pegada de Água de uma empresa consiste no uso directo de água nas suas operações mais o uso indirecto (a água usada na cadeia de fornecimento ou abastecimento da empresa).

A Pegada de Água refere-se particularmente ao tipo de água usada e onde e quando a água é usada (Hoekstra, 2008).

2.1.2 Comparação com Pegada Ecológica e Pegada de Carbono

O conceito de Pegada de Água faz parte de uma grande família de conceitos que foram desenvolvidos nas ciências do ambiente ao longo da última década. A Pegada é, em general, conhecida como uma medida quantitativa mostrando a apropriação de recursos naturais pelo ser humano.

O conceito de Pegada de Água tem semelhanças com os conceitos de Pegada Ecológica e Pegada de Carbono. As origens e as finalidades dos três conceitos é que diferem entre si (Hoekstra, 2008b).

A Pegada Ecológica é uma medida do uso do espaço biologicamente produtivo (hectares). A Pegada de Carbono mede a energia usada em termos do volume de emissões de dióxido de carbono (em toneladas). A Pegada de Água mede o uso da água (em metros cúbicos).

Em 1994, Rees e Wackernagel introduziram o conceito de Pegada Ecológica. A preocupação deles foi quantificar a quantidade de espaço necessário para abastecer a população mundial com o que consome. As pessoas precisam de terra para viver, terrenos agrícolas (lavoura e pastagem) para produzir os alimentos necessários e floresta para abastecer-se de madeira e papel. Finalmente, é necessária uma floresta para transformar o dióxido de carbono emitido pelas actividades humanas em matéria orgânica. A humanidade passou a utilizar, em termos líquidos, cerca de metade da biocapacidade do planeta em 1961 para 1,3 vezes a biocapacidade do planeta em 2003 (Hails *et al.*, 2008).

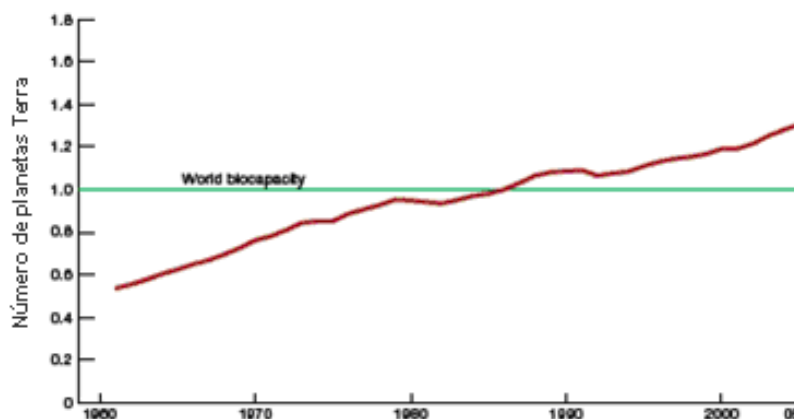


Figura 2.1 – Pegada Ecológica da Humanidade (adaptado de Hails *et al.*, 2008).

A Pegada de Carbono foi formulada mais tarde para quantificar a contribuição de várias actividades nas alterações climáticas. A Pegada de Carbono é um indicador do impacto que as actividades humanas têm sobre o clima global e é expresso em termos de quantidade de gases com efeito de estufa produzidos. É um indicador para os indivíduos e organizações para conceptualizar a sua contribuição para o aquecimento global, quer pessoal ou organizacional. A Pegada de Carbono refere-se à quantidade total de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases com efeito de estufa emitidos durante todo o ciclo de vida de um produto ou serviço. A Pegada de Carbono é normalmente expressa em CO₂ equivalente (em toneladas) (Hoeskstra, 2008).

2.1.3 Pegada de Água de um indivíduo

A Pegada de Água de um indivíduo consiste no uso directo e indirecto de água. O uso directo baseia-se na utilização de água em casa e no jardim, enquanto que o uso indirecto na água utilizada nas cadeias de produção e abastecimento de bens e serviços. O uso indirecto de água pode ser estimado multiplicando todos os produtos (bens e serviços) consumidos pelos seus respectivos teores em água virtual¹.

A Pegada de Água de um indivíduo tem três componentes: água azul, verde e cinzenta. A água azul é o volume de água doce (águas superficiais e subterrâneas) que evapora como resultado da apropriação para finalidades humanas. É excluído a parte da água que é retirada dos sistemas de águas superficiais e subterrâneas que retorna para esse sistema directamente depois de usado ou através de fugas antes de ser usado. A água verde refere-se ao volume de água evaporada a partir da água da chuva armazenada no solo como resultado da apropriação para actividades humanas. A água cinzenta é o volume de água poluída que está associada com a produção de bens e serviços para a população. É calculado como o volume de água que é necessária para diluir os poluentes até uma extensão que a qualidade da água permaneça acima dos padrões da qualidade da água verde (Hoekstra,2008).

¹ *Água virtual* é a quantidade de água que está embutida na comida ou outros produtos necessários para a sua produção [World Water Council].

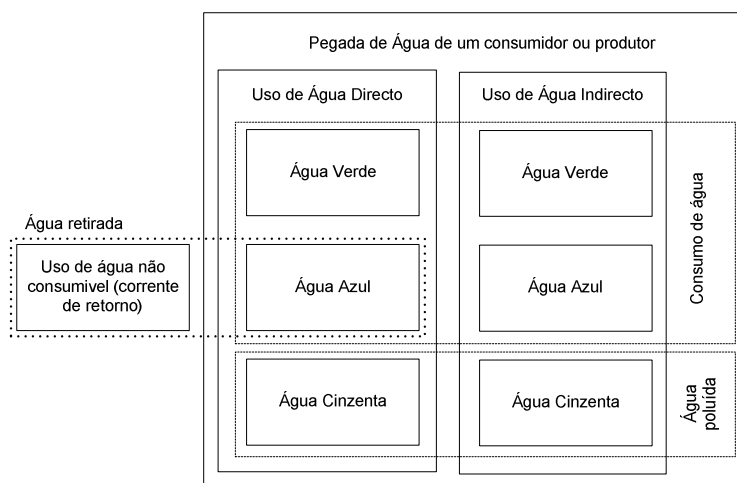


Figura 2.2 – Representação esquemática dos componentes da Pegada de Água (adaptado de Hoekstra, 2008).

2.1.4 Pegada de Água de uma nação

A Pegada de Água de uma nação tem duas componentes: interna e externa.

A Pegada de Água Interna (IWFP do inglês *Internal Water Footprint*) é definida como a utilização dos recursos hídricos do país para produzir bens e serviços consumidos pela população desse país. É a soma do volume total de água usado pelos recursos hídricos do país na economia nacional menos o volume de água virtual exportada para outros países relacionados à exportação de produtos produzidos internamente:

$$IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom} \quad (2.1)$$

Onde, AWU (do inglês *Agricultural Water Use*) é o consumo de água agrícola; IWW (do inglês *Industrial Water Withdrawals*) e DWW (do inglês *Domestic Water Withdrawals*) correspondem à água retirada dos sectores industrial e doméstico, respectivamente; VWE_{dom} (do inglês *Virtual Water Export*) é a água virtual exportada para outros países relacionados à exportação de produtos produzidos internamente (Hoekstra *et al.*, 2007). O consumo de água agrícola inclui a precipitação efectiva (a fracção da precipitação total que é retida pelo solo e usada na produção de culturas) e a parte da água de irrigação utilizada efectivamente para a produção de culturas. As perdas na irrigação não são incluídas, pois parte-se do princípio que grande parte das perdas voltam para o recurso básico e, portanto, podem ser reutilizadas.

A Pegada de Água Externa (EWFP do inglês *External Water Footprint*) é definida como o volume anual dos recursos de água utilizados noutros países para produzir bens e serviços que são posteriormente consumidos por esta população. É igual à importação de água virtual no país VWI (do inglês *Virtual Water Import*) menos o volume de água virtual exportada para outros países como resultado da reexportação de produtos importados, $VWE_{re-export}$ (do inglês *Virtual Water Export*).

$$EWFP = VWI - VWE_{re-export} \quad (2.2)$$

Ambas as Pegadas de Água Interna e Externa incluem o uso de água azul e de água verde.

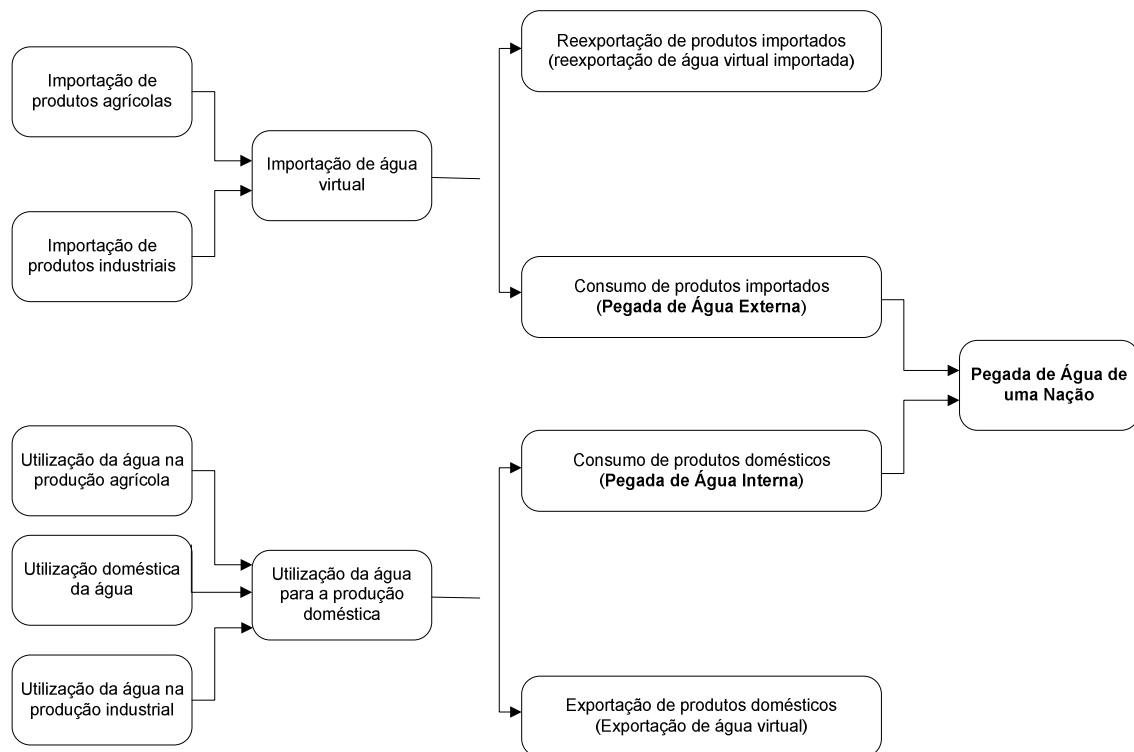


Figura 2.3 – Representação esquemática do cálculo da Pegada de Água para uma nação (adaptado de Chapagain, 2008).

O tamanho da Pegada de Água é principalmente determinado pelo consumo de alimentos e outros produtos agrícolas (ver figura 2.10).

Os quatro principais factores que determinam a Pegada de Água de uma nação são: volume de consumo (relacionado com o rendimento nacional bruto), padrão de consumo (por exemplo elevado ou baixo consumo de carne), clima (condições de crescimento) e práticas agrícolas (uso eficiente da água).

A Pegada de Água média global é de 1243 m³ por pessoa por ano. Portugal situa-se na sexta posição dos países com maior Pegada (2214 m³/ano.hab), apenas superado por países como a Espanha (2325 m³/ano.hab), a Grécia (2389 m³/ano.hab) e os EUA (2483 m³/ano.hab) (Hoekstra *et al.*, 2008).

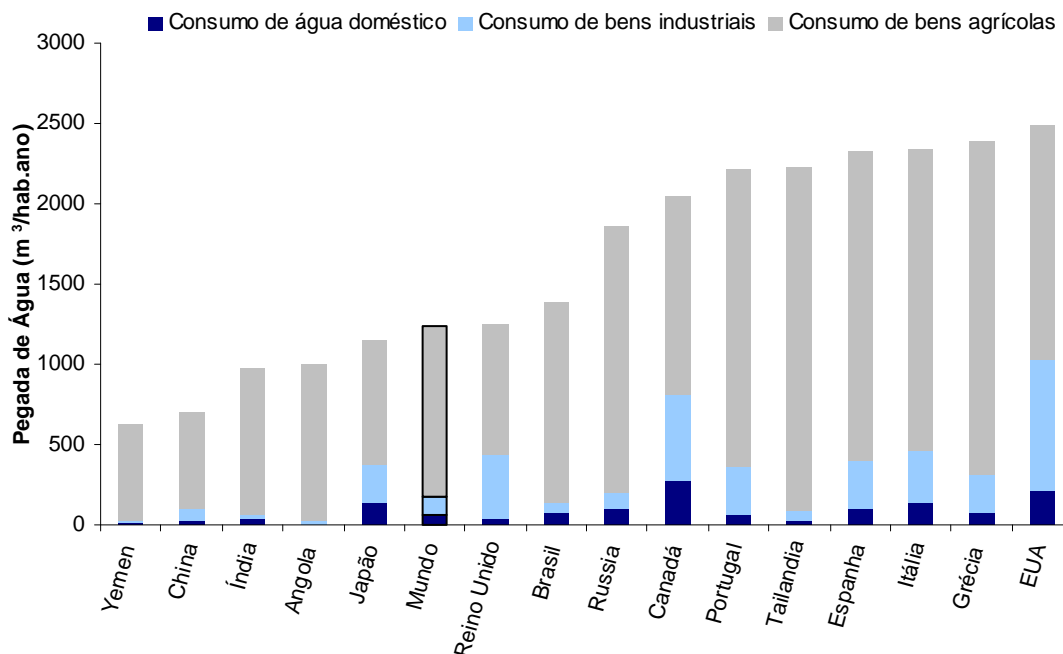


Figura 2.4 – Pegada de Água nacional per capita e a contribuição de diferentes categorias de consumo para alguns países (adaptado de Hoekstra *et al.*, 2008).

2.1.5 O impacto da Pegada de Água

O impacto da Pegada de Água numa certa localização e num certo tempo vai depender de uma variedade de factores, incluindo a avaliação dos recursos hídricos na zona considerada, o nível da competição local entre diferentes utilizadores da água, o “fluxo de exigência ambiental” a nível local e da “capacidade de assimilação” do sistema de água local. Um nível moderado de consumo de água doce, numa região com baixa disponibilidade hídrica pode ter um maior impacto sobre o ambiente (por exemplo, biodiversidade) do que um nível mais elevado de consumo de água numa região abundante de água (Hoekstra, 2008). Finalmente, os sistemas hídricos locais diferem no que podem assimilar, porque a razão de degradação de produtos químicos específicos variam dependendo de várias condições, de forma que o efeito da descarga de químicos nas águas superficiais e subterrâneas não será o mesmo em

locais diferentes. Por outras palavras, o impacto de uma determinada Pegada de Água depende da vulnerabilidade da região onde está localizada (ver figura 2.5).

O impacto da Pegada de Água pode ser económico, social e ambiental. A Pegada de Água associada a um certo produto pode ter um impacto negativo na economia quando o custo marginal² da água não é totalmente carregado para o utilizador. Na prática, os utilizadores raramente pagam o total do custo marginal da água, que reflecte na soma dos custos de investimento, de operação e de manutenção. O impacto ambiental do consumo de água e da poluição incluem danos aos ecossistemas locais e da biodiversidade. Impactos sociais do consumo de água e poluição incluem impactos sobre a saúde pública e questões sociais que surgem quando um utilizador aplica uma elevada quantidade de água enquanto outros nem têm acesso ao mínimo.

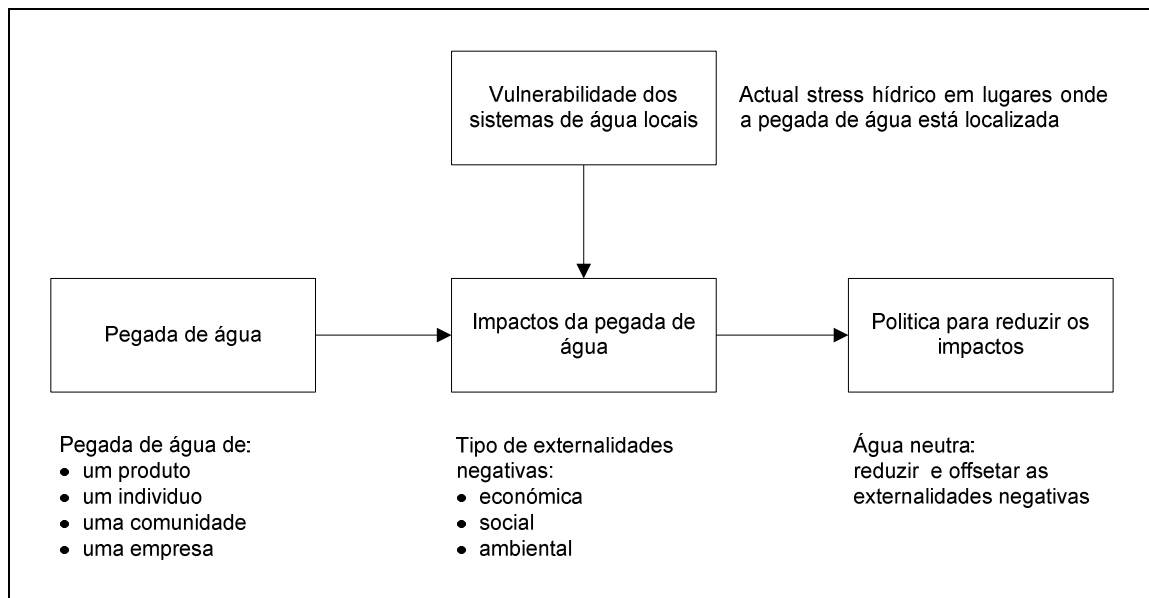


Figura 2.5 – Esquematização da contabilização da Pegada de Água a uma avaliação do impacto e a formulação de políticas (adaptado de Hoekstra, 2008).

2.2 Calculadoras da Pegada de Água

Existem algumas calculadoras já implementadas em alguns países como nos Estados Unidos da América e no Canadá (ver figuras 2.6 a 2.9), sendo estas calculadoras específicas para o país correspondente.

² O Custo Marginal (Cmg) representa o acréscimo de custo que se verifica quando é produzida uma unidade adicional do bem.

A calculadora de Hoekstra *et al.*, 2005 (ver figura 2.6) permite calcular a Pegada de Água para um determinado país, seleccionando o país de origem. Esta calculadora apresenta outra opção, uma calculadora mais extensiva, permitindo assim um cálculo mais rigoroso (ver Anexo I).

Your Footprint Calculator » Quick Calculator

Based on your country of residence and your own consumption pattern, you will have a unique water footprint. Please feel free to use the footprint calculator to assess your own water footprint.

Country:

Sex: Female Male

Dietary habit: Vegetarian Average meat consumer High meat consumer

What is your gross yearly income? US\$ per year (Only that part of the family income consumed by yourself).

Your water footprint = in cubic meter per year

Components of your total water footprint and comparison to the global average					Contribution of individual food categories to your total water footprint					
Global	Yours	Food	Industry	Domestic	Cereal	Meat	Vegetable	Fruit	Dairy	Others*

Figura 2.6 – Calculadora online disponível em *waterfootprint.org*.

The image shows a screenshot of the H₂O Conserve website. At the top left is the logo 'H₂O CONSERVE'. A navigation menu on the left lists: Home, Water Calculator, Education, Issues & Solutions, What's New, Water Tips, Tell A Friend, Press, and About Us. Below the menu is a section titled 'Issues & SOLUTIONS' with a sub-header 'Quench your thirst for information on water scarcity, quality and conservation with our Issues and Solutions pages, which can be emailed, downloaded, printed, and shared.' The central part of the page features a large blue banner with the text 'What is your water footprint?' and 'Enter the H₂O Calculator to find out!' with an 'ENTER' button. To the right of the banner is a 'Google Custom Search' box. Further right are two promotional boxes: 'in the CLASSROOM' showing students at desks, and 'What's NEW' listing 'Water Lessons curriculum, Unit 1', 'American Museum of Natural History's H₂O=Life', and 'The New York City Water Story' with a 'Read More' link.

Figura 2.7 – Calculadora online disponível em *H₂O Conserve*.

Ambas as calculadoras disponíveis em *waterfootprint.org* e em *H₂O Conserve* (ver figuras 2.6 e 2.7) permitem calcular a Pegada de Água total, abrangendo o uso directo e indirecto de água.

As calculadoras disponíveis em *One Minute Calculator* e *BBC News* apenas permitem o cálculo da componente directa da Pegada de Água (ver figuras 2.8 e 2.9).

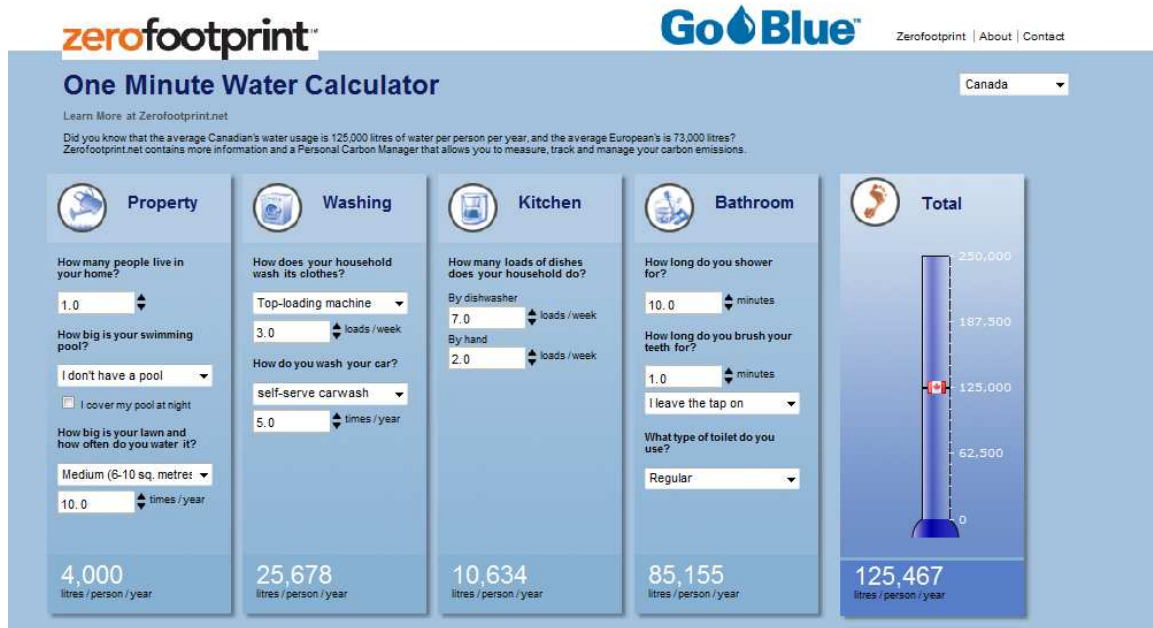


Figura 2.8 – Calculadora online disponível em *One Minute Calculator*.

Water calculator

WATER CALCULATOR

Click on the different areas of the house to calculate your water consumption.

Welcome to the water calculator, designed to help you work out how much water your household uses each day.

Parts of England are suffering a drought, leading to hosepipe bans in some areas. Find out which appliances in your home use most water and then read our tips on reducing wastage.

First of all, enter the number of people living in your household:

Start

EDIT

WATER CALCULATOR

Click on the different areas of the house to calculate your water consumption.

GARAGE & GARDEN

BATHROOM

KITCHEN

There are 3 people in my household. **EDIT**

Figura 2.9 – Calculadora online disponível em *BBC News*.

2.3 Pegada de Água em Portugal

2.3.1 Introdução

Em Portugal, ainda não existe uma plataforma online que permita calcular a Pegada de Água para um indivíduo. Deste modo, será desenvolvido uma ferramenta de cálculo para a determinação da Pegada em Portugal.

A calculadora a ser desenvolvida terá de captar a atenção da população portuguesa. Assim, a calculadora não pode ser extensiva de modo a desinteressar o utilizador e deve conter questões de fácil e rápida resposta.

2.3.2 Consumo de água em Portugal

Para o desenvolvimento da calculadora é necessário fazer um levantamento da situação em Portugal relativamente ao consumo de água.

Como já foi referido no capítulo 2.1.4, a Pegada de Água de uma nação tem 2 componentes: interna e externa. Portugal tem uma Pegada de Água Externa maior que a Interna, em que o sector agrícola é aquele que representa um maior consumo de água (ver figura 2.10).

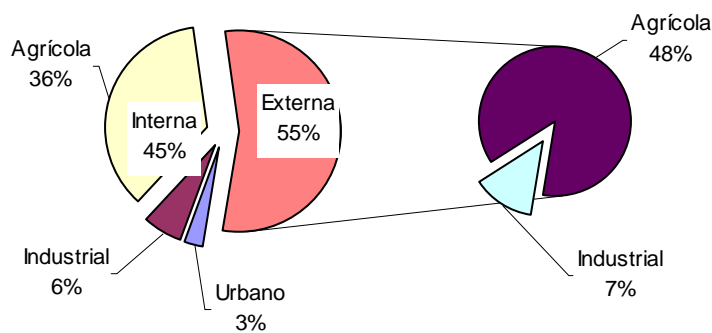


Figura 2.10 – Pegada de Água de Portugal detalhada (adaptado de Hoekstra, 2008).

2.3.3 Consumo doméstico em Portugal

O consumo doméstico está definido como o uso de água efectuado no interior e na envolvente das habitações pelos seus ocupantes.

O consumo doméstico está distribuído da seguinte forma:

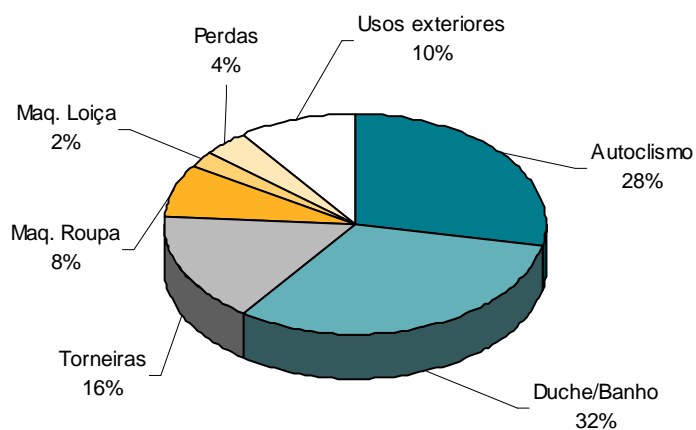


Figura 2.11 – Estrutura do consumo doméstico (adaptado de Almeida *et al.*, 2006).

O que tem mais impacto no consumo doméstico são as descargas de autoclismo e os duches/banhos.

Metodologia

3.1 Introdução

O objectivo é desenvolver uma ferramenta de cálculo para determinar a Pegada de Água de um indivíduo. A calculadora é constituída por perguntas que o indivíduo terá que responder, deste modo, esta calculadora não deve ser extensiva, nem conter perguntas muito específicas.

Para cumprir o objectivo está definido que a calculadora não deve conter mais do que 10 perguntas para o utilizador. É necessário fazer um levantamento do que tem mais impacto na Pegada de Água, para apenas serem colocadas perguntas-chave.

Para elaborar as questões é necessário analisar separadamente o uso directo e indirecto da Pegada de Água, de modo a determinar os factores mais relevantes em cada um.

A calculadora tem por base uma comparação com a Pegada de Água média de Portugal, deste modo os cálculos são feitos com base em somatórios e subtracções.

3.1.1 Definição do português típico

A calculadora tem como base uma comparação da Pegada de Água determinada pela calculadora com a média portuguesa. Para efectuar essa comparação é necessário primeiramente definir o português médio em relação aos seus hábitos e comportamentos. O método de contabilização dos factores de medida na calculadora é por base de somatórios em que o valor base é a definição do português típico.

Os hábitos e comportamentos não estão bem definidos, pois não existem estudos a esse respeito. Através de alguns inquéritos a uma amostra da população (Anexo II) em relação aos seus hábitos é assumido para o geral. Apesar de alguns dados não poderem ser comprovados, são assumidos que se trata da realidade portuguesa, sendo necessário para que os dados fossem exactos um inquérito exhaustivo, mas como a calculadora é dinâmica, caso se venha a verificar os dados podem ser alterados.

O português “típico” ficou definido como uma pessoa que vive num apartamento, toma duche todos os dias de 10 minutos e banho de imersão uma vez por mês, escova os dentes ou faz a barba com a torneira aberta e em média utiliza a máquina da roupa quatro vezes por semana. Este português consome em média 9 refeições de carne e 6 refeições de arroz por semana e bebe 2 cafés por dia, faz reciclagem de papel mas não de plástico e ainda não possui medidas de eficiência hídrica. No capítulo 3.3 é referido em pormenor a definição do português “típico”.

Relativamente ao consumo doméstico, um português gasta em média 59 m³/ano de água (Futuro Sustentável, 2006).

3.2 Factores de contabilização

3.2.1 Consumo directo

Dos dados obtidos por Almeida *et al.*, 2006 (ver figura 2.11) observa-se que o que tem mais impacto no consumo doméstico são os duches/banhos, os autoclismos e as torneiras. De modo que as perguntas mais relevantes serão aquelas que se referem ao comportamento e hábitos na utilização dos banhos e duches.

Para elaborar um cenário preciso relativamente ao consumo directo e tendo em consideração os factores de contabilização da água de algumas actividades, as perguntas seleccionadas foram as seguintes:

Tabela 3.1 – Perguntas aplicadas na calculadora.

Perguntas	Tipo de resposta
Qual a tipologia da sua casa?	Moradia; Apartamento
Tem jardim?	Sim; Não
Tem piscina?	Sim; Não
Quantas vezes toma banho de imersão por mês?	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6
Quando toma banho de imersão utiliza a banheira	A $\frac{1}{3}$ do nível máximo; A metade do nível máximo; No nível máximo
Qual a duração média do seu duche?	5,10,15,30 ou mais de 30 minutos
Quando escova os dentes ou faz a barba:	Abre e fecha a torneira; Deixa a torneira aberta; Utiliza um copo
Quantas vezes utiliza a sua máquina da roupa por semana?	0,1,2,3,4,5,6 ou mais do que 6.

3.2.2 Consumo indirecto

O consumo indirecto refere-se ao uso de água para produzir bens e serviços. Considerando que é necessário abranger ambos os sectores do consumo doméstico: agrícola e industrial, é indispensável fazer uma pesquisa ao consumo de alimentos em Portugal, para determinar quais têm mais impacto.

O volume total de água usado globalmente para a produção de colheitas é de 6390 Gm³/ano ao nível do campo. A colheita de arroz tem o maior consumo de água, cerca de 21% do volume total usado. O trigo está em segundo lugar com 12% do consumo total de água (Hoekstra, 2008) (Anexo III).

Além do consumo de água nas colheitas, também outros alimentos e produtos têm um elevado consumo de água. Exemplo do consumo de água de alguns alimentos e produtos se encontra na tabela 3.2 (ver anexo IV).

Tabela 3.2 – Consumo global de água virtual de alguns produtos (adaptado de Hoekstra *et al.*, 2007).

	Consumo de Água (litros)
Carne de vaca (1 kg)	15500
1 Par de sapatos de pele bovina	8000
Carne de ovelha (1 kg)	6100
Carne de porco (1 kg)	4800
Carne de cabra (1 kg)	4000
Carne de galinha (1 kg)	3900
Arroz (1Kg)	3400
Hambúrguer	2400
T-shirt de algodão	2000
Papel (1 kg)	2000
Plástico (1 kg)	200
Chávena de café	140
Chávena de chá	35
Copo de cerveja	75

Como foi referido no Capítulo 2, o consumo de carne é um dos factores que mais influencia a Pegada de Água, deste modo é imperativo perguntar qual o consumo de carne do utilizador.

As perguntas seleccionadas para determinar a Pegada de Água indirecta são as seguintes:

Tabela 3.3 – Perguntas aplicadas na calculadora.

Perguntas	Tipo de resposta
Quantas vezes por semana consome carne?	0; 1-3; 4-5; 6-7; 8-10; 11-13; Todas as refeições
Tipo de carne que consome maioritariamente	Bovina; Caprina; Suína; Galinha; Ovino
Quantas refeições de arroz consome por semana?	0; 1-3; 4-5; 6-7; 8-10; 11-13; Todas as refeições
Quantos cafés bebe por dia?	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6
Faz reciclagem?	
Papel	Sim; Não
Plástico	Sim; Não

3.3 Medição

3.3.1 Tipologia da casa

O consumo de água depende da tipologia da casa, em que as moradias implicam um consumo extra de água com o seu exterior.

Estima-se que uma moradia consome mais 10% de água do que um apartamento devido ao exterior (Almeida *et al.*, 2006).

Caso a tipologia da casa do utilizador seja uma moradia é necessário entrar em consideração com o jardim e a piscina, se os possuir.

O consumo de água de um jardim depende da estação do ano e da localização geográfica. No Verão, o consumo de água na rega pode representar até cerca de 60% do consumo total de uma habitação (Batista *et al.*, 2001). Relativamente ao consumo

de água no jardim, não existem dados nacionais concretos sendo necessário fazer uma estimativa.

Admitindo que a rega é efectuada somente nos 5 meses de menor precipitação e maior radiação e temperatura. Neste período, as necessidades médias de água de um jardim em Portugal são de $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{mês}$, em que a área média deste é de $40 \text{ m}^2/\text{habitação}$ (Batista *et al.*, 2001).

Obtém-se um consumo médio de $40 \text{ m}^3/\text{ano}$ por jardim.

Para uma piscina de consumo doméstico considera-se que tem uma área de 40 m^2 e uma profundidade média de $1,5 \text{ m}$ (Batista *et al.*, 2001).

Admitindo que uma piscina tem instalado recirculação de água com tratamento intermédio, é utilizada 4h por dia durante os 3 meses de Verão, a frequência de lavagem dos filtros é de 3 vezes por semana, a lavagem em contracorrente é feita durante 10 minutos com um caudal de $13,5 \text{ m}^3/\text{h}$, que o enxaguamento é feito durante 3 minutos com um caudal de $9 \text{ m}^3/\text{h}$, obtém-se um consumo anual de 95 m^3 .

Para além da água consumida no enchimento periódico da piscina, é também perdido um volume significativo devido à evaporação.

Para efeitos de cálculo é desprezado o volume de água de evaporação, admitido assim o consumo médio de uma piscina é de 95 m^3 .

3.3.2 Duches e banhos

A maioria das habitações possui pelo menos um chuveiro e uma banheira. Os banhos e duches representam 32% do consumo doméstico.

As banheiras têm uma capacidade média de 200 litros no nível máximo. O consumo de água dos banhos de imersão é calculado pela multiplicação do número de banhos por mês com o nível da banheira, numa base anual.

$$\text{Consumo de água banheira} = n^{\circ} \text{ de banhos imersão} \times \text{nível banheira} \quad (3.1)$$

No duche, os principais factores que influenciam o consumo são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia.

Relativamente aos caudais dos chuveiros, a norma NP EN 1112:2001 especifica os requisitos aos chuveiros, sendo as saídas de chuveiro classificadas em 6

classes de débito, variando o caudal mínimo permitido entre 7,2 l/min e 38 l/min (a uma pressão de 300 kPa)

O Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto (Diário da Republica, I Série-B Nº 194 de 23-8-1995) estabelece para dimensionamento de redes prediais, como caudal mínimo para os chuveiros 9 l/min.

O caudal do chuveiro depende da pressão de água à chegada ao dispositivo e do débito do equipamento utilizado para aquecer a água (esquentador, termoacumulador ou caldeira), em que o caudal de água quente é frequentemente inferior ao caudal de água fria, para o mesmo grau de abertura da torneira.

Devido a não haver estudos que definem o tipo de chuveiro utilizado numa habitação, foi assumido que numa habitação a média é ter um chuveiro não eficiente com um caudal de 12 l/min. O tempo médio de duração de um duche é de 10 minutos, assim para um chuveiro não eficiente o consumo de água médio é de 44 m³.

3.3.3 Torneiras

As torneiras são o dispositivo mais comum numa habitação, em que existem no mínimo 3 a 5 torneiras distribuídas pela cozinha e casas de banho.

Os principais factores que influenciam o consumo são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia.

A duração de utilização e a frequência são de difícil quantificação, pois apresentam grande variação temporal e espacial e estão parcialmente associadas a aspectos comportamentais.

Relativamente à cozinha, a água é utilizada principalmente para a preparação dos alimentos: lavar, descongelar e cozinhar os alimentos. Devido a não ser possível contabilizar a duração e o número de utilizações destas actividades, para efeitos de cálculo apenas se vai contabilizar a casa de banho.

Considerando que na casa de banho a utilização mais frequente é a escovar os dentes ou a fazer a barba, apenas se incide nesse aspecto.

O caudal das torneiras das casas de banho é de 9 l/min. Admitindo que se escova os dentes 2 vezes por dia e se faz a barba uma vez por dia, em que estas acções têm a duração de 2 e 3 minutos, respectivamente. Com a torneira aberta durante todo o processo o consumo anual de água é de 15 m³.

O consumo de água poderá ser menor se for utilizado um copo (0,1 m³/ano) ou se a torneira for aberta e fechada consoante a necessidade (7,5 m³/ano).

3.3.4 Máquinas de Roupa

As máquinas de roupa são hoje em dia equipamentos muito utilizados, de acordo com as estatísticas, 89,3% das habitações possuem este equipamento (INE, 2006).

Os modelos actualmente existentes têm consumos de água muito variáveis, entre 35 a 220 litros por lavagem. Admitindo-se um valor médio de 100 litros por lavagem em geral, para uma carga de 5 kg de roupa de algodão.

Admitindo uma utilização média da máquina de roupa é de 4 lavagens semanais (Batista *et al.*, 2001) para uma habitação, o consumo de água é de 21 m³/ano.

3.3.5 Alimentos

Dos dados disponíveis pela FAO (do inglês *Food and Agriculture Organization*), relativamente ao consumo de carne é possível observar que em 2003, Portugal tinha um consumo de carne per capita de 86 kg, enquanto a média global era de 39 kg. Em 2008, o consumo per capita baixou para 69 kg (ProTeste, 2008).

A dose adequada de consumo de carne sem desperdício é de 140g/pessoa (Portion Calculator, 2008), admitindo um desperdício, foi considerado que uma dose de carne por refeição seria de 150g/pessoa. Considerando o consumo de 69 kg/pessoa, então por semana uma pessoa consome nove refeições de carne, em média. Este consumo de carne representa um gasto de 337 m³/ano de água.

Portugal é o país com maior consumo de arroz na Europa (FAO, 2003a).

Em 2007, Portugal consumiu 16,6 kg/capita de arroz (INE, 2007). Considerando que uma pessoa consome 50 g de arroz por refeição (Portion Calculator, 2008), o consumo de arroz por semana é de 6 refeições/pessoa, em média. O consumo médio de arroz representa 53 m³/ano de água.

Relativamente ao café, cada português consome, em média, 4 kg de café por ano (FAO, 2003b), o que corresponde à ingestão de cerca de 500 cafés expresso por ano. Por dia, cada português consome em média 2 cafés, que representa em gasto de água 102 m³/ano.

3.3.6 Produtos

A produção de papel a partir de papel virgem tem um consumo elevado de água. A quantidade de água gasta é mais elevada para a produção de papel virgem do que para a produção de papel reciclado.

O consumo de água virtual de 1 kg de papel é de 2000 litros.

Cada português consumiu, em 2005, 113,53 kg de papel (CELPA, 2005), o que corresponde a um gasto de 227 m³/hab.ano de água. Em Portugal recupera-se hoje cerca de 40% do papel consumido (CELPA, 2008) e destes 40% recuperados é possível reduzir a água em cerca de 70% (Frenteoste, 2009). Considerando que um português típico recicla papel, um português que não recicle tem um acréscimo de 64 m³/ano, o que representa no consumo indirecto um aumento de 2,95%.

Para produzir 1 kg de plástico gasta-se cerca de 200 L de água virtual. Os portugueses produzem de resíduos sólidos urbanos 445 kg/hab.ano (INE, 2005), dos quais 9,5% são plásticos (NetResíduos, 2009), que corresponde a um peso de 44 kg/hab.ano que equivale a 8,47 m³/hab.ano de água.

A reciclagem de plásticos permite uma redução de água de 90% (Residential Facilities, 2009), assumindo que uma pessoa recicla todos os resíduos plásticos, pode poupar em água até 7,62 m³/ano. Relativamente ao consumo indirecto total tem um peso de 0,35%.

3.4 Redução

Foi feito um levantamento das medidas de redução que podem ser aplicadas quer para o consumo directo quer para o consumo indirecto. De modo que as medidas sugeridas não sejam medidas que o utilizador já as tenha em prática, é necessário colocar algumas perguntas relativamente a medidas de redução.

As perguntas colocadas foram as seguintes:

Possui

- Autoclismo de baixo consumo?
- Chuveiro de baixo caudal?
- Torneiras de redução de caudal?
- Máquina Roupa eficiente?
- Máquina Loiça eficiente?

3.4.1 No exterior

O uso eficiente de água na rega dos espaços exteriores pode ser alcançada, através da implementação de procedimentos que permitam fornecer exactamente a quantidade de água correspondente às necessidades das plantas para o seu normal crescimento. De acordo com Baptista *et al.* (2001), o consumidor doméstico português utiliza preferencialmente a rega superficial (mangueira) que é pouco eficiente. Os procedimentos aplicados podem ser alterações das metodologias relativas à gestão da rega, do solo e das plantas mas também a substituição de equipamento de rega.

Alguns dos procedimentos de redução que podem ser referidos são a adequada programação dos períodos de rega (25% de redução), instalação de dispositivos que permitam a interrupção da rega quando da ocorrência de precipitação (10%), correcta operação e manutenção dos sistemas de rega (40%), instalação de sondas de humidade no solo (25%). A aplicação simultânea de todos estes procedimentos resulta, numa eficiência global de 70% (Baptista *et al.*, 2001). Os volumes de água poupados, com a aplicação desta medida, não são passíveis de quantificação, devido à ausência de valores relativos a consumos reais na rega dos espaços jardinados.

Dos procedimentos de redução de água, o que pode ser quantificado em termos de poupança de água é a utilização da água da chuva em jardins. Este procedimento é aplicado através da utilização de uma superfície de recolha, normalmente a cobertura da habitação, e de uma cisterna de armazenamento coberta para minimizar as perdas por evaporação com os respectivos acessórios.

Admitindo um reservatório de captação das águas da chuva de 2 m³, que irá ser utilizado nos meses de menor precipitação, permite uma poupança anual de 5% do consumo de água correspondente ao jardim.

Um procedimento que pode ser aplicado a uma moradia é a instalação de um sistema de aproveitamento das águas da chuva. Este sistema consiste num aproveitamento das águas da chuva, que são recolhidas num tanque e armazenadas, sendo usadas para descargas domésticas, para o jardim e piscina. A água é filtrada e bombeada para as paredes. Este sistema reutiliza a água que está dentro das paredes de uma habitação, aproveitando-a para descargas e regas. A redução do consumo de água pode atingir os 50% (Portal Ambiente Online, 2009).

Nas piscinas também podem ser aplicadas medidas de redução. Das medidas pode-se referir a instalação de uma cobertura amovível quando esta não está em utilização. A cobertura da piscina permite reduzir as perdas por evaporação até 90%.

Outra medida que pode ser aplicada é manter o nível da piscina reduzido, esta medida permite evitar perdas de água por transbordo e também menores perdas por evaporação. Esta medida tem um potencial de redução até cerca de 30% do consumo de água (Batista *et al.*, 2001).

3.4.2 Autoclismos

A classificação da eficiência de um autoclismo depende do tipo de autoclismo, pode variar dos 5 litros para uma descarga completa a 6 litros para um autoclismo de dupla descarga.

A substituição de um autoclismo convencional por um autoclismo eficiente tem um potencial de redução de 17% do consumo total doméstico (Almeida *et al.*, 2006).

Entrou em vigor a 15 de Novembro de 2008, a rotulagem de eficiência hídrica para os autoclismos (brevemente irá ser aplicada aos chuveiros e às torneiras) que permite aos habitantes escolherem com mais consciência quando comprarem um autoclismo.

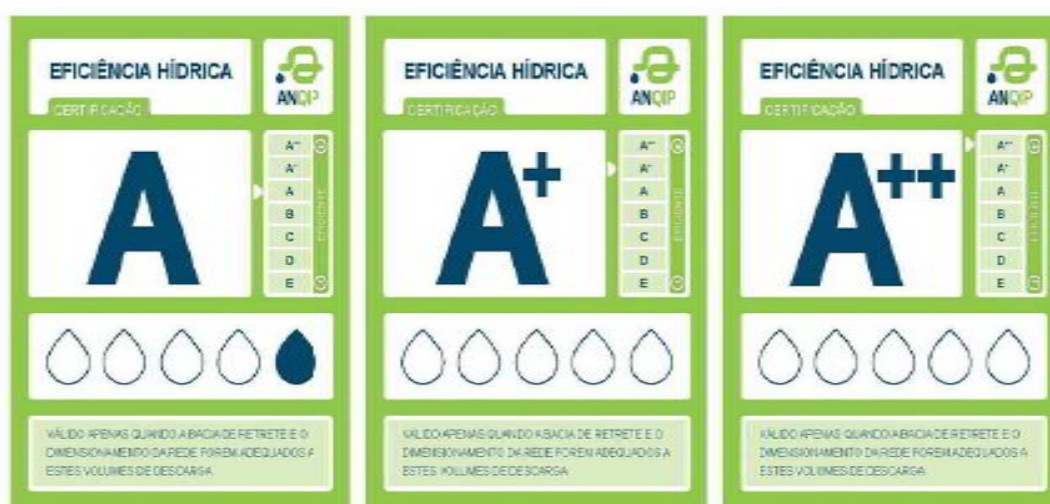


Figura 3.1 – Rótulos de Eficiência Hídrica para os autoclismos de acordo com a Especificação Técnica ANQIP.

3.4.3 Chuveiros

As medidas de eficiência aplicadas aos chuveiros podem ser a substituição do chuveiro ou a colocação de redutores de caudal. Os caudais convencionais possuem um caudal de 12 l/min, um chuveiro eficiente tem um caudal de 6 l/min.

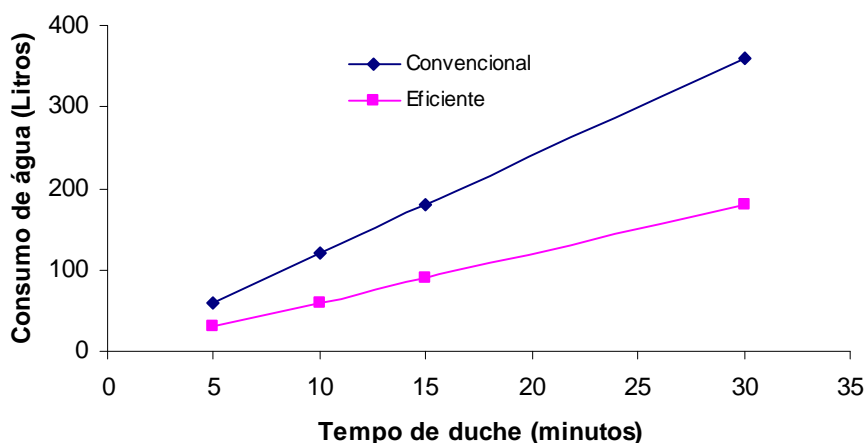


Figura 3.2 – Consumo de água de um chuveiro convencional e eficiente em relação ao tempo de duche.

A substituição de um chuveiro convencional por um eficiente tem um potencial de redução de 8% do consumo total doméstico (Almeida *et al.*, 2006).

É também sugerido a redução do tempo de duche para 5 minutos, assim para os utilizadores em que a duração do duche é superior a 5 minutos, é sugerido que reduzem o tempo de duração do duche. Esta medida tem um potencial de redução variante consoante a duração do duche (ver tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Poupança de água consoante o tempo de duração do duche.

Duração do duche (minutos)	Potencial de Redução (%)	Poupança de água (m ³ /ano)
10	50	22
15	67	44
30	83	109

Se a resposta do utilizador for que toma banhos de imersão, estes podem ser substituídos por duchas, em que o potencial de redução é de 40% e a poupança de água varia consoante o número de banhos por mês (ver tabela 3.5). O cálculo da

poupança de água na substituição do banho de imersão pelo duche é apresentado na equação 3.2.

$$SBD = n^{\circ} \text{ de banhos imersão} \times (\text{nível banheira} - \text{consumo de água duche } 10 \text{ min}) \quad (3.2)$$

Onde SBD representa a medida de redução de substituir o banho de imersão pelo duche.

Relativamente aos banhos de imersão também pode ser implementada outra medida, em que consiste na redução do nível da banheira para um terço da sua capacidade, representando um potencial de redução de 67% e em termos de poupança de água é consoante o número de banhos de imersão (ver tabela 3.6). A equação 3.3 apresenta a fórmula de cálculo para a determinação da poupança de água.

$$RNB = n^{\circ} \text{ de banhos imersão} \times (BNM - BTM) \quad (3.3)$$

Onde RNB representa a medida de redução do nível da banheira; BNM representa o consumo de água de uma banheira no nível máximo e BTM o consumo de água de uma banheira a um terço do nível máximo.

Tabela 3.5 – Poupança de água consoante o número de banhos de imersão.

Nº de banhos de imersão/mês	Potencial de Redução (%)	Poupança de água (m³/ano)
1	40	0,96
2	40	1,92
3	40	2,88
4	40	3,84
5	40	4,80
6	40	5,76

Tabela 3.6 – Poupança de água para a redução da capacidade da banheira, consoante o número de banhos de imersão.

Nº de banhos de imersão/mês	Potencial de Redução (%)	Poupança de água (m ³ /ano)
1	67	19
2	67	38
3	67	58
4	67	77
5	67	96
6	67	115

3.4.4 Torneiras

As torneiras, como já foi referido existem em norma pelo menos 5 em toda a casa. Assim é necessário também implementar medidas de redução a estas. Não considerando que se vai substituir todas as torneiras é então sugerido que sejam colocados arejadores ou redutores de caudal que permitem reduzir o consumo de água em 8% do consumo total doméstico (Almeida *et al.*, 2006). Esta medida permite poupar cerca de 5 m³/hab.ano.



Figura 3.3 – Exemplos de redutores de caudal aplicados às torneiras (Eco Meios, 2009).

3.4.5 Máquinas de roupa e loiça

As máquinas de roupa e loiça hoje em dia possuem rótulos de classificação energética, que permitem a escolha de máquinas eficientes tal como saber o consumo de água por ciclo (ver figura 3.4)



Figura 3.4 – Modelo de rótulo energético para máquinas de lavar loiça de acordo com a EN 50242.

Uma máquina de roupa eficiente apresenta um potencial de redução de 33% comparado com uma máquina de roupa não eficiente. Este potencial corresponde a uma poupança de 1,55 m³/hab.ano (Almeida *et al.*, 2006).

Uma máquina da loiça eficiente apresenta um potencial de redução de 48%, que corresponde a uma poupança de 0,560 m³/hab.ano (Almeida *et al.*, 2006).

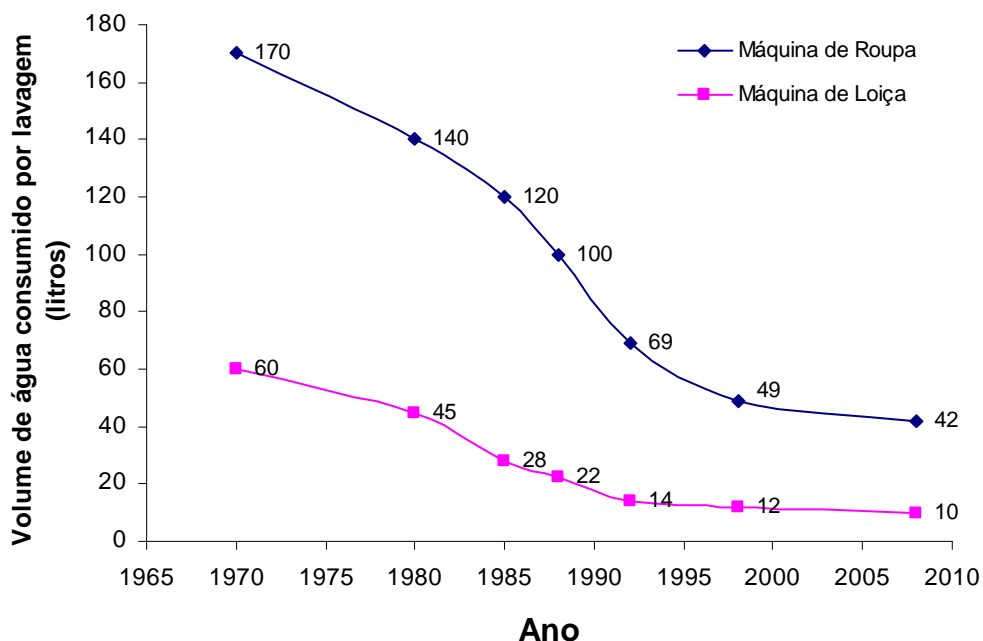


Figura 3.5 – Evolução do consumo de água para a máquina de roupa e loiça (adaptado de Batista *et al.*, 2001).

A figura 3.5 permite observar que se tem vindo a diminuir o consumo de água nas máquinas de roupa e loiça. No entanto, a partir de 1992, a redução do consumo de água é menor quando comparada com os anos anteriores.

3.4.6 Alimentos

Os alimentos são o factor com mais impacto na Pegada e portanto o modo mais eficaz de a reduzir.

Para efeitos de cálculo, para os alimentos apenas são referidas medidas de redução da Pegada de Água que podem ser contabilizadas e significativas para a redução da Pegada.

Como medidas aplicadas na calculadora está referido a redução do consumo de carne, visto ser um dos principais factores do aumento da Pegada de Água e a substituição do café pelo chá.

O consumo recomendado de carne é de 3 refeições/semana. Considerando 4 refeições/semana, o potencial de redução pode variar de 38% até 71% (ver tabela 3.7).

Tabela 3.7 – Potencial de redução para o consumo de carne e a respectiva poupança de água.

Número de refeições/semana	Potencial de Redução (%)	Poupança de água (m³/ano)
6-7	38	94
8-10	56	187
11-13	67	300
14	71	374

O café comparado com o chá tem um gasto elevado de água, 140 l e 35 l, respectivamente. Uma medida de redução é substituir o café pelo chá, que apresenta um potencial de redução de 75%, a poupança de água varia consoante o consumo de cafés.

3.4.7 Produtos

A reciclagem permite que as mesmas matérias-primas sejam reutilizadas e assim permite uma poupança nos recursos naturais, sendo um deles a água.

Ao reciclar uma tonelada de papel permite uma poupança de 26 m³ litros de água. O potencial de redução da reciclagem de papel representa 2,95% do consumo total indirecto.

O plástico tem um período de vida útil longo e no final do seu ciclo de vida continua útil através da reciclagem ou da valorização energética.

Na produção de plásticos reciclados tem-se um potencial de redução de 90% (Residential Facilities, 2009). O plástico reciclado pode ser aplicado em vários sectores como a construção civil, a indústria automóvel, a indústria electrónica e na indústria das embalagens.

Existem outras medidas de redução da Pegada de Água, mas estas medidas são de difícil contabilização para efeitos de cálculo.

Pode-se referir como exemplos medidas de redução de difícil contabilização:

- a preferência por produtos locais e da estação;
- apoiar o café de comércio justo: mesmo que não seja local, o café de comércio justo é geralmente cultivado em áreas apropriadas para a agricultura do café e o comércio justo proporciona o desenvolvimento da comunidade, saúde, educação e gestão ambiental para as áreas onde está a ser cultivado;
- reduzir o uso de algodão;
- reparação das fugas das torneiras.

4.1 Introdução

Não é possível reduzir completamente a Pegada de Água, assim a quantidade que não é possível reduzir poderá ser compensada ou anulada.

O conceito de *offset* também designado de “água neutra” (do inglês *neutral water*) consiste na compensação dos impactos negativos do restante consumo de água e poluição através do investimento em projectos que promovem a utilização sustentável e equilibrada da água no ambiente e comunidades. O volume de investimento deve ser em função da vulnerabilidade da região onde se encontra localizada. A Pegada de Água de uma área que se encontra em escassez requer maior compensação do que uma área que ainda não se encontra em escassez.

A utilização ou a poluição da água numa determinada bacia hidrográfica não pode ser neutralizada pela poupança de água ou controlo da poluição noutra bacia, pois a compensação deverá ser feita dentro da unidade onde os impactos hidrológicos têm impacto. A este respeito, o conceito de *offset* da água difere do conceito de *offset* das emissões de carbono, uma vez que, para efeitos de redução de emissões de CO₂ não interessa a localização onde se compensa as emissões, pois o fenómeno é global.

O consumo de água e a sua poluição pode ser reduzido através do investimento em tecnologias de redução de água, medidas de conservação de água e tratamento de resíduos. A compensação dos impactos negativos pode ser realizada através do investimento no melhoramento da gestão das bacias hidrográficas, apoiar as comunidades pobres que não têm acesso a água limpa para criar e manter o seu próprio sistema de abastecimento, a dessalinização ou o recurso a Estações de

Tratamento de Águas através de Plantas (FitoETARs ou leitos de macrófitas) para posterior utilização da água em regas.

4.2 Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)

Após tratamento, é possível reutilizar as águas residuais para a rega dos jardins e afins.

No entanto, para que possam ser reutilizadas para rega é necessário que, nas ETAR, ocorra tratamento secundário e terciário (Santos, 2008).

O tratamento secundário é composto por processos biológicos seguidos de processos físico-químicos. Nos processos biológicos podem ser utilizados dois tipos de tratamento: aeróbicos e anaeróbicos. O processo físico-químico é constituído por um ou mais sedimentadores secundários. Nesta etapa é feita a sedimentação dos flocos biológicos, saindo o líquido, depois deste tratamento, isento de sólidos ou flocos biológicos (Cruz, 2009).

O tratamento terciário é constituído apenas por processos físico-químicos. Nesta etapa procede-se à remoção de microorganismos patogénicos através da utilização de lagoas de maturação e nitrificação. A água resultante é sujeita a desinfecção através da adsorção (com a utilização de carvão activado), e, se necessário, tratamento com cloro e ozono (Cruz, 2009).

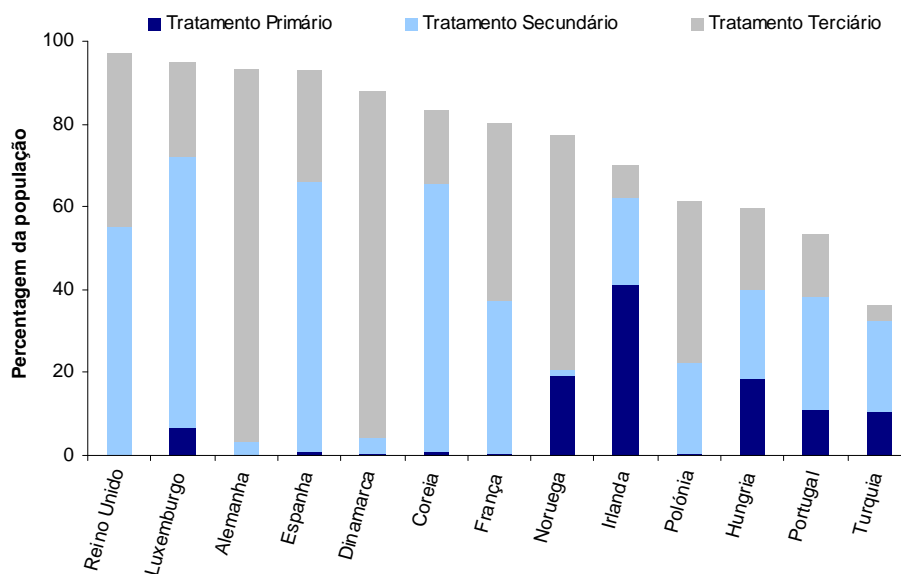


Figura 4.1 – Níveis e tipos de tratamento de águas residuais nos países da OECD e alguns países Europeus (adaptado de OECD, 2009)

4.3 Dessalinização

A dessalinização é um processo de tratamento destinado a remover sais dissolvidos em água do mar ou águas salobras para obter água com características de água para consumo humano.

A dessalinização é geralmente reconhecida como sendo limitada pelos seus custos, requerimento de energia e geografia. Deste modo, o processo de dessalinização deve ser visto como um suplemento aos abastecimentos de água existentes.

Existem dois tipos de tecnologia mais utilizada para a remoção do sal dos oceanos: destilação térmica e separação por membranas.

A destilação térmica consiste em converter água salgada em vapor e depois condensar e recolher a água doce destilada.

A separação por membranas consiste no uso de membranas selectivas para separar o sal das moléculas de água. A separação de membranas pode ser realizada através de dois processos: osmose inversa e electrodiálise.

Ambos os processos necessitam de fornecimento de energia para ultrapassar a pressão osmótica existente entre a água salgada e a água doce. A tecnologia de electrodiálise é limitada para as águas de salobra enquanto a tecnologia de osmose inversa pode ser usada para água salgada ou água salobra.

A osmose inversa força a água salgada passar através das membranas (normalmente feita de acetato de celulose ou poliamida aromática) a altas pressões, para que as moléculas de água possam passar através das membranas e os sais são deixados para trás como um concentrado (Spang, 2006).

4.4 Estações de Tratamento através de Plantas (FitoETAR)

As FitoETAR consistem num tratamento de efluentes através de plantas.

O processo das Fito-ETAR consiste num tratamento preliminar com uma operação de gradagem (remoção dos sólidos de maiores dimensões) e num tratamento primário realizado ao nível de uma fossa séptica tricompartimentada, onde

ocorre a sedimentação gravítica de uma fracção de sólidos em suspensão. A fracção não sedimentada do efluente segue para a bacia das plantas ou leito KICHUTH, onde se dão processos de depuração. Aqui ocorre o tratamento secundário (remoção da poluição essencialmente de origem orgânica) e terciário (remoção de alguns nutrientes) (Lisboa Verde: Fito-ETAR, 2009).

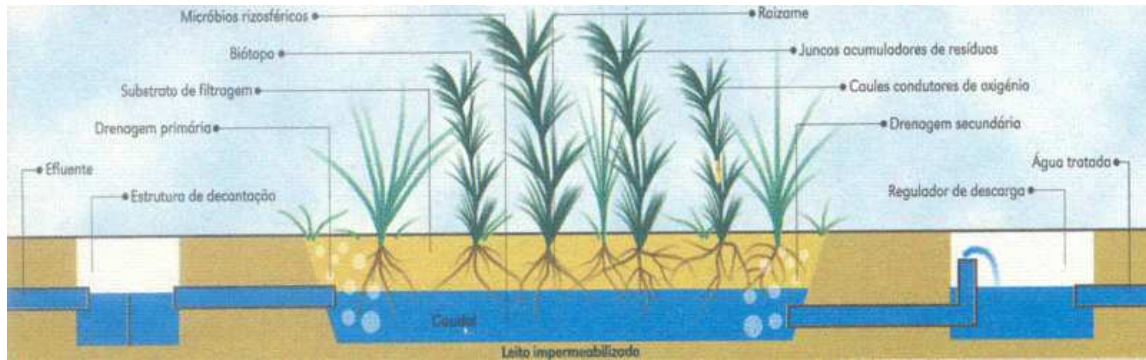


Figura 4.2 – Esquema do processo de uma Estação de Tratamento de Água através de plantas (Lisboa Verde, 2009)

Resultados e Discussão

5.1 Comparação de resultados de diferentes calculadoras

5.1.1 Calculadora *waterfootprint*

A comparação dos resultados obtidos com a calculadora *waterfootprint* não é muito fiável, pois esta calculadora apenas dispõe de 3 perguntas. Considerando apenas alguns dos dados disponíveis através da média portuguesa, podemos mesmo assim determinar o valor para Portugal.

Segundo o INE em 2008, o rendimento mensal médio em Portugal é de 720€, o que corresponde a um rendimento anual de 10 080€ (equivalente a 13 215 US\$). O resultado obtido pela calculadora *waterfootprint* é de 2738 m³/ano e é apresentado na figura 5.2.

Water Footprint

Your Footprint Calculator » Quick Calculator

Water Footprint
NETWORK

Based on your country of residence and your own consumption pattern, you will have a unique water footprint. Please feel free to use the footprint calculator to assess your own water footprint.

Country: Portugal

Sex: Male

Dietary habit: High meat consumer

What is your gross yearly income? 13215 US\$ per year (Only that part of the family income consumed by yourself).

Calculate my water footprint

Country: Portugal

Sex: Female

Dietary habit: High meat consumer

What is your gross yearly income? 13215 US\$ per year (Only that part of the family income consumed by yourself).

Calculate my water footprint

Figura 5.1 – Apresentação dos dados da calculadora, para masculino e feminino, respectivamente.

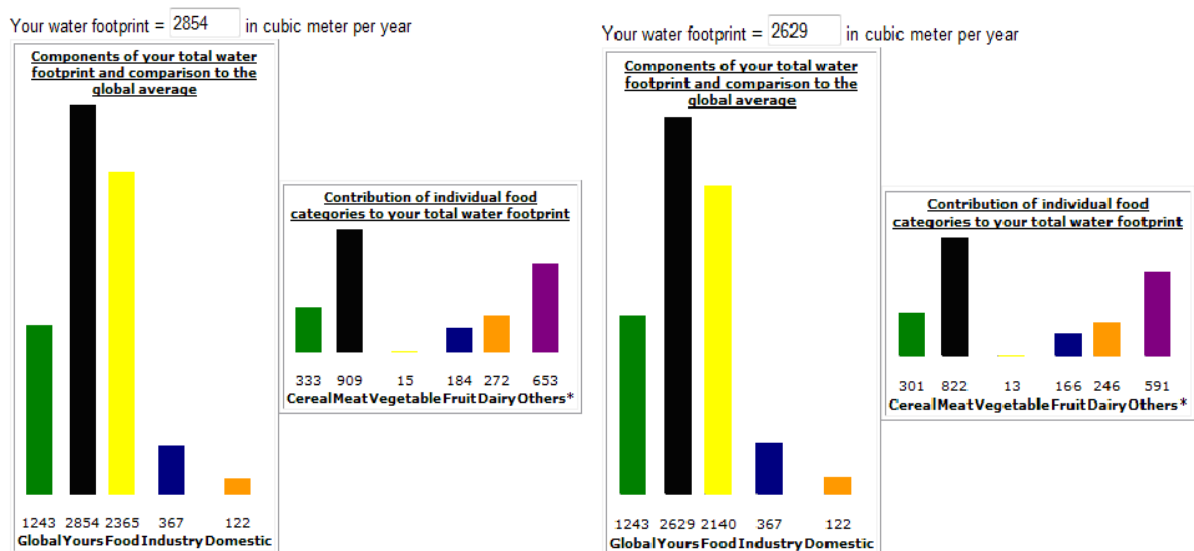


Figura 5.2 – Resultados obtidos pela calculadora, para masculino e feminino, respectivamente.

O valor de pegada de água apresentado é superior à média portuguesa. Onde se observa a diferença mais significativa é no consumo doméstico, onde é referido um consumo de água de 122 m³/ano, sendo admitido em Portugal o valor de 59 m³/ano. Como está referido na própria calculadora, estes valores são estimados não podendo ser de referência para cálculos precisos.

5.1.2 Calculadora H_2O Conserve

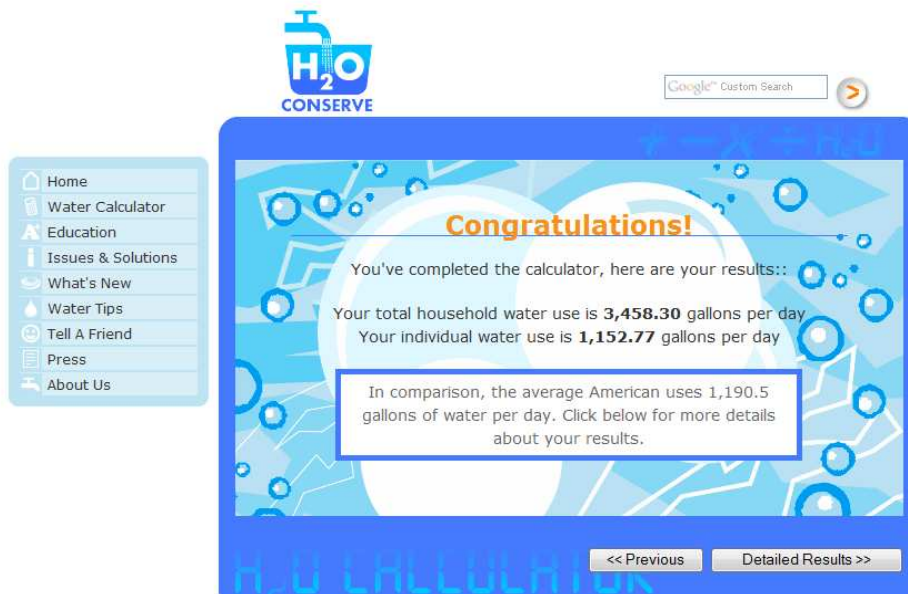


Figura 5.3 – Resultados obtidos pela calculadora H_2O Conserve.

Os valores obtidos por esta calculadora são determinados para os EUA, mas considerando os hábitos e comportamentos dos portugueses, o valor obtido é de 1152,77 galões por dia, que corresponde a 4,36 m³/dia (equivalente a 1593 m³/ano)

5.1.3 Calculadora *One Minute Calculator* – Canadá

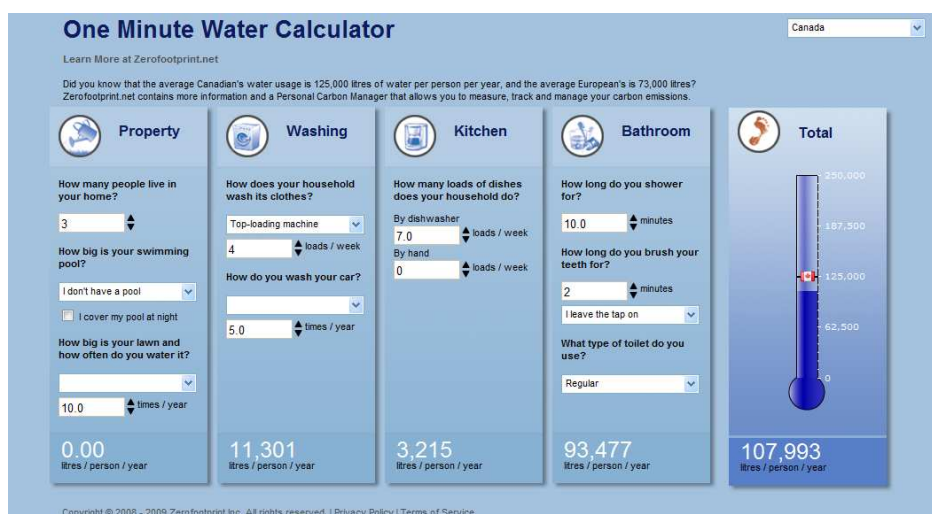


Figura 5.4 – Resultados obtidos pela calculadora *One Minute Calculator*, para o Canadá.

5.1.4 Calculadora *One Minute Calculator* – EUA

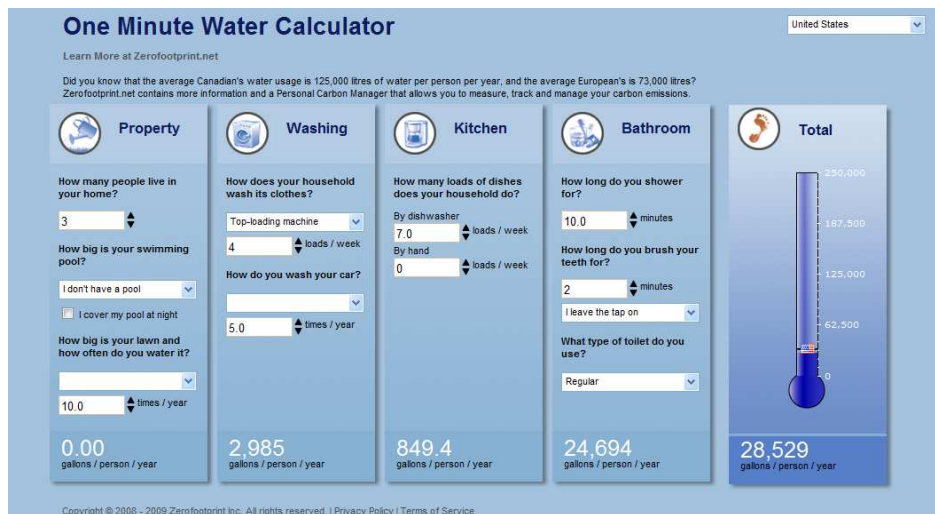


Figura 5.5 – Resultados obtidos pela calculadora *One Minute Calculator*, para os EUA.

5.1.5 Calculadora *BBC News*

Water calculator



Figura 5.6 – Resultados obtidos pela calculadora *BBC News*, do Reino Unido.

Pode-se observar que consoante o país os dados também variam, assim esta calculadora está referente aos valores no Reino Unido, onde se verifica, por exemplo, que a capacidade da banheira é menor (80 l) que em Portugal (200 l).

Pode-se observar que a calculadora do Reino Unido tem uma Pegada de Água menor que Portugal.

As calculadoras One Minute Calculator e BBC News apenas se referem à componente directa da Pegada de Água.

Tabela 5.1 – Resultados de Pegada de Água das calculadoras apresentadas anteriormente.

Calculadora	Pegada de Água (m ³ /ano)	Pegada de Água componente directa (m ³ /ano)
<i>Waterfootprint</i>	2854	122
H ₂ O Conserve	1593	-
One Minute Calculator - Canadá	-	108
One Minute Calculator – EUA	-	29
BBC News	-	38

5.2 Apresentação de diferentes cenários da calculadora desenvolvida

Para a definição estabelecida de um português típico, o consumo de água doméstico é de 59 m³/ano, o que comparando com o valor da calculadora *One Minute Calculator* observa-se que o valor é menor. Para a demonstração de resultados obtidos é exemplificado para diferentes cenários o funcionamento da calculadora, como os resultados obtidos.

5.2.1 Cenário 1

Neste cenário é calculada a Pegada de Água para um indivíduo que habita num apartamento, não toma banho de imersão, utiliza a máquina de roupa 2 vezes por semana, os duches têm a duração de 15 minutos, e quando escova os dentes utiliza a torneira aberta. Este utilizador possui, como medidas de redução, máquina de roupa eficiente e reciclagem de papel. Este utilizador consome maioritariamente carne suína 9 vezes por semana, arroz 7 vezes por semana e café 2 vezes por semana e recicla papel.

Através da calculadora obtém-se uma Pegada de Água de 2280 m³/ano.

Como medidas de redução da Pegada de Água as mais significativas estão representadas na tabela 5.2 e os respectivos valores de poupança de água.

Tabela 5.2 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança.

Medidas de redução	Poupança de água (m³/ano)
Redução do consumo de carne	605
Substituir o café por chá	77
Redução do tempo do duche	44
Substituição do autoclismo	10
Reciclar plástico	9
Colocação de redutores de caudal	5
Substituição do chuveiro	4,7

5.2.2 Cenário 2

Neste cenário, o utilizador possui uma moradia com jardim, mas sem piscina. Este utilizador toma banho de imersão, no nível máximo, 2 vezes por mês, e duche com duração de 10 minutos. Utiliza a máquina de roupa 5 vezes por semana e quando escova os dentes utiliza um copo. Este utilizador é vegetariano, e consome arroz 4 vezes por semana, não bebe café e faz reciclagem de plástico e papel. Como medidas de redução possui máquina de roupa eficiente, e chuveiro e autoclismo eficiente.

Este utilizador tem uma Pegada de Água anual de 1835 m³, que tem um valor inferior à Pegada de Água média.

As medidas de redução que podem ser aplicadas neste caso são apresentadas na tabela 5.3 com os respectivos factores de poupança.

Tabela 5.3 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança.

Medidas de redução	Poupança de água (m³/ano)
Substituir o banho de imersão pelo duche	1,92
Substituir o café por chá	77
Redução do tempo do duche	44
Utilizar apenas 1/3 do nível máximo da banheira	38,4
Instalar um sistema de aproveitamento de água das chuvas	26
Utilização da água da chuva no jardim	11
Reciclar plástico	9
Substituição do chuveiro	4,7
Colocação de redutores de caudal	5
Substituição da máquina da loiça	0,56

5.2.3 Cenário 3

Como apresentação do cenário 3 trata-se de um utilizador que habita numa moradia e possui jardim e piscina. Toma banho de imersão com a banheira, no nível máximo, 2 vezes por semana e duche de 15 minutos. Quando escova os dentes abre e fecha a torneira e utiliza a máquina de roupa 5 vezes por semana. Este utilizador consome por semana 8 refeições de carne suína e 4 refeições de arroz, bebe 2 cafés por dia e não faz reciclagem.

Como medidas de redução apenas possui autoclismo de baixo consumo.

Este utilizador apresenta uma Pegada de Água de 2476 m³/ano, que se encontra acima da média.

As medidas de redução da Pegada de Água que podem ser aplicadas neste cenário estão apresentadas na tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Medidas de redução da Pegada de Água e respectivos valores de poupança.

Medidas de redução	Poupança de água (m³/ano)
Redução do consumo de carne	605
Substituir o café por chá	77
Reciclar papel	64
Redução do tempo de duche	44
Utilizar apenas 1/3 do nível máximo da banheira	38,4
Instalar um sistema de aproveitamento de água das chuvas	26
Redução do tempo do duche	22
Utilização da água da chuva em jardins	11
Reciclar plástico	9
Colocação de redutores de caudal	5
Substituição do chuveiro	4,7
Substituir o banho de imersão pelo duche	1,92
Substituição da máquina da loiça	0,56

5.3 Discussão

Esta calculadora não pode ser considerada uma calculadora exaustiva, devido à falta de estudos nesta matéria em Portugal. Os dados disponíveis nesta matéria são maioritariamente referentes aos EUA e ao Reino Unido.

O conceito de Pegada de Água ainda é um conceito novo e engloba diversos factores, tais como o consumo de alimentos, os hábitos de consumo de água e as práticas agrícolas.

Esta calculadora não pode ser validada, pois não existe uma base de referência para comparação. Os valores considerados dos consumos de água são valores médios, pois os dados obtidos resultam também de valores médios.

Não é possível comparar esta calculadora com outras calculadoras, pois as capacidades dos equipamentos diferem de país para país, sendo necessário ter em consideração diferenças culturais e hábitos de higiene diferentes.

A medida de redução da Pegada de Água mais significativa é a redução do consumo de carne, em que o potencial de redução pode atingir até 71% do valor inicial de consumo. As medidas de redução podem ser através da alteração de comportamentos, aplicação de equipamentos ou substituição por equipamentos eficientes. A substituição de equipamentos convencionais por equipamentos eficientes, por exemplo, autoclismos e chuveiros implica directamente uma redução no consumo doméstico de 17 e 8%, respectivamente.

Para utilizadores que possuem uma moradia existe a possibilidade da instalação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas, em que a redução do consumo de água pode atingir os 50% do consumo total doméstico.

A implementação da calculadora também permite uma maior divulgação deste conceito e uma maior sensibilização para a limitação dos recursos hídricos e como proceder para reduzir a seu consumo. A calculadora não foi colocada ainda numa plataforma *online*, uma vez que consiste numa primeira apresentação ao problema, sendo de prever que, no futuro, possa vir a ser melhorada.

6

White paper

6.1 Introdução

O objectivo da elaboração do *white paper* é sensibilizar para a racionalização de água, quer indivíduos quer empresas, evidenciando os impactos negativos e as oportunidades que podem advir de endereçar desde já este tema. Este *white paper* deverá ainda focar as mais valias da redução voluntaria de consumos de água para as empresas, nomeadamente ao nível de diminuição de custos, melhoria da imagem e antecipação da legislação.

Este *white paper* tem como finalidade ser publicado no site www.off7.pt.

6.2 *White paper* para indivíduos



Pegada de Água

Indivíduos

Resumo

De toda a água disponível no nosso planeta apenas 3% corresponde a água doce. Destes 3% apenas 0,02% estão disponíveis em rios e lagos sob a forma de água doce para consumo [1].

A água é um bem precioso, e apenas 10% da água consumida mundialmente se destina ao consumo doméstico. Em Portugal, o consumo doméstico representa 5%, a indústria representa 13% e a agricultura representa 82% do consumo total de água. Se o actual consumo de água no mundo se mantiver, em 2025, duas em cada três pessoas irão ser vítimas de falta de água doce [2]. Além do uso intensivo de água também existe o risco de erosão dos solos.

O conceito de Pegada de Água foi introduzido pela primeira vez em 2002 por Arjen Hoekstra e refere-se a um indicador que contabiliza a quantidade de água utilizada em bens e serviços, directa ou indirectamente [3].

A Pegada de Água pode ser determinada para um indivíduo ou para um grupo de consumidores.

A calculadora Pegada de Água é uma ferramenta de cálculo que permite a um indivíduo através da resposta a algumas perguntas determinar a sua pegada.

Esta calculadora permite de um modo simples aferir a Pegada de Água de um indivíduo. Por outro lado permite também definir quais as principais medidas de redução de água que podem ser implementadas. Finalmente, a quantidade de água que não é possível reduzir pode ser *offsetada* (compensada), através de investimentos em projectos que promovam o consumo sustentado da água. O conceito de Pegada de Água pode também ser estendido às empresas, através de uma abordagem em tudo semelhante à utilizada para o consumo individual: medição, redução e compensação do consumo que não consegue ser evitado.

O conceito de Pegada de Água

A quantidade de água utilizada é medida em termos de volume da água consumida e/ou poluída por unidade de tempo.

A Pegada de Água é um indicador da quantidade de água realmente necessária para sustentar uma nação [3].

O cálculo da Pegada de Água de um indivíduo é definido como o total de água utilizada para a produção de bens e serviços consumidos pelo indivíduo. Pode ser estimado multiplicando todos os bens e serviços consumidos pelos seus respectivos teores em água virtual³.

A Pegada de Água de um indivíduo tem 3 componentes: água azul, verde e cinzenta. A água azul é o volume de água doce (águas superficiais e subterrâneas) que evapora para produzir bens e serviços consumidos pelo indivíduo. A água verde é o volume de água evaporada a partir da água da chuva armazenada no solo ou da humidade no solo. A água cinzenta é o volume de água poluída que está associada com a produção de bens e serviços para a população [3].

Por outro lado, a Pegada de Água de uma nação tem 2 componentes: interna e externa. A Pegada de Água Interna refere-se à utilização dos recursos hídricos do país para produzir os bens e serviços consumidos pela população, enquanto que a Pegada de Água Externa refere-se à quantidade de água utilizada noutros países para produzir os bens e serviços que são posteriormente consumidos por esta população.

A Pegada de Água média global é de 1243 m³ por pessoa por ano. Portugal situa-se na sexta posição dos países com maior Pegada (2214 m³/ano.hab), apenas superado por países como a Espanha (2325 m³/ano.hab), a Grécia (2389 m³/ano.hab) e os EUA (2483 m³/ano.hab) [4].

Uma das causas principais para o tamanho da Pegada de Água é o consumo de alimentos e outros produtos agrícolas, em que os países com maior Pegada de Água correspondem aos países com maior consumo de bens agrícolas.

³ *Água virtual* é a quantidade de água que está embutida na comida ou outros produtos necessários para a sua produção, somada aos vários passos da cadeia de produção [World Water Council]. Por exemplo, para produzir 1 kg de trigo é necessário cerca de 1000 litros de água. Para a carne é necessário cerca de 5 a 10 vezes mais.

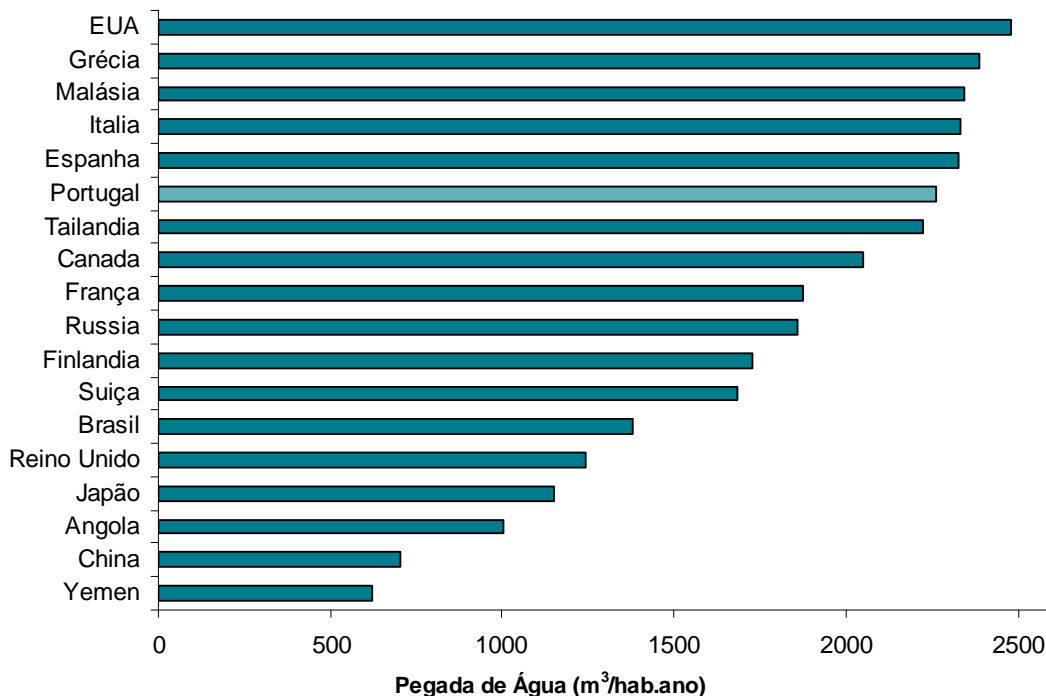


Figura 1 – Pegada de Água de alguns países. Fonte: www.waterfootprint.org

Apague a sua marca

O conceito de Apagar a sua marca baseia-se na aplicação de um mecanismo de três passos – Medir, Reduzir, Offsetar – aos consumos de água quer de indivíduos quer de empresas.

Medir a sua Pegada de Água

Um português típico tem uma Pegada de Água de 2214 m³/ano, que se divide em consumo doméstico, que representa 59 m³/ano (2,7%) e consumo indirecto 2155 m³/ano (97,3%). O consumo indirecto refere-se à produção de alimentos e produtos de origem industrial que exigem o gasto de elevadas quantidades de água. O consumo directo baseia-se na utilização de água em casa e no jardim, em que a sua distribuição está representada na Figura 2.

A calculadora Pegada de Água permite, de uma forma simples e intuitiva, com base em questões acerca do consumo directo e indirecto, medir a Pegada de Água de um indivíduo.

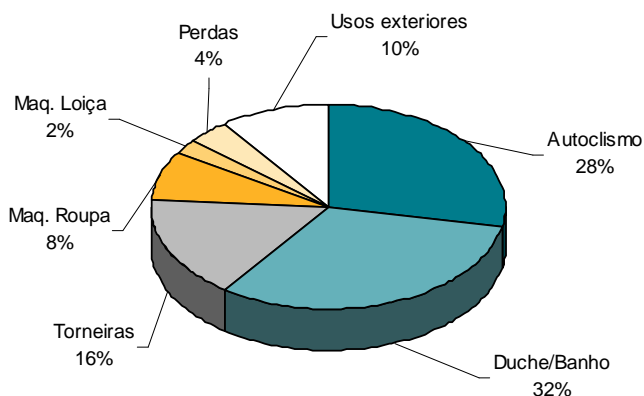


Figura 2 – Distribuição da água no consumo doméstico. Fonte: www.irar.pt

Em média, uma pessoa gasta cerca 40 litros por dia em descargas do autoclismo e cerca de 50 litros por dia em duches.

Relativamente ao consumo indirecto, o que tem mais impacto é o consumo de carne. Por exemplo 1 kg de carne de vaca equivale a um gasto de cerca de 15.500 litros de água.

Tabela 1 – Exemplo do consumo de água de alguns produtos:

	Consumo de água (litros)
1 par de sapatos de pele bovina	8 000
Arroz (1Kg)	3 400
Hambúrguer	2 400
T-shirt de algodão	2 000
Plástico (1 kg)	200
Chávena de café	140
1 ovo	135
Copo de cerveja	75
Chávena de chá	35

Uma dieta vegetariana requer menos água (2,6 m³/dia) para a sua produção do que uma dieta à base de carne (5 m³/dia).

Reduzir a sua Pegada de Água

Após o cálculo, são sugeridas medidas específicas de redução da Pegada de Água, com as quais é possível conseguir uma redução efectiva de consumos de água e consequentemente da Pegada de Água.

Um português pode reduzir até cerca de 35% da sua Pegada de Água através da implementação de alguma medidas simples:

- Substituir o banho de imersão pelo duche: reduz o consumo de 50 a 80% consoante o tempo de duração do duche
- Substituir o autoclismo por um mais eficiente: reduz o consumo em 60%
- Colocar redutores nas torneiras: reduz o consumo em 50%
- Lavar o carro com um balde e uma esponja em vez da mangueira (redução de 90%)
- Reduzir o consumo de carne: redução de 40 a 70%
- Reciclar, por cada jornal que reciclar poupa 15 litros de água (redução de 70%)
- Preferir produtos nacionais ou produzidos localmente
- Utilizar apenas as máquinas de roupa e loiça com a carga máxima
- Reparar as fugas que tenha em casa

Substituir o banho de imersão pelo duche – Redução de 50 a 80%

Tomar um banho de imersão no nível máximo da capacidade da banheira gasta em média 200 litros de água. Se o banho for substituído por um duche de 10 minutos poupa cerca de 80 litros de água.

Substituir o autoclismo – Redução de 60%

No mercado existem autoclismos mais eficientes, que têm um volume de descarga menor. Existem vários tipos de autoclismos eficientes, como por exemplo: de dupla descarga, de descarga controlada e de descarga de volume reduzido. Ao substituir o autoclismo reduz o consumo de água em 60%.

Substituir o chuveiro – Redução de 25%

Os chuveiros convencionais têm um caudal de 12 litros/minuto. Ao substituir este chuveiro por um mais eficiente permite uma redução até 25%.

Um chuveiro é classificado de eficiente se tiver um caudal igual ou inferior a cerca de 9,5 litros por minuto para uma pressão de 345 kPa.

Existe dois tipos de chuveiros eficientes: com ar, em que se mistura ar à água, para manter um fluxo estável à pressão igual ou superior de um chuveiro convencional e sem ar, em que conserva o calor e oferece um fluxo forte garantindo, inclusive, uma boa massagem durante o duche.

Colocar redutores nas torneiras – Redução de 50%

Através da colocação de arejadores ou redutores de caudal é possível ter a mesma pressão de água, mas com menor consumo de água. Este tipo de redutores pode ser colocado em todo o tipo de torneiras. Os redutores de caudal podem reduzir até 50% do consumo de água.

Reparar as fugas – Redução de 4%

As perdas representam 4% do consumo doméstico. Uma torneira se tiver a pingar 1 gota por 1 segundo, por dia consome 33 litros.

Para saber mais: <http://construcaosustentavel.quercus.pt/>

No exterior – Redução de 25 a 90%

Um jardim consome por ano de água cerca de 40m³. Optar por plantas que consomem menos água, regá-las de manhã ou ao cair da noite (em que a evaporação causada pelo sol é menor) ou instalar um reservatório de captação da água da chuva permite poupar na água.

Optar por lavar o carro com um balde e uma esponja ou numa estação de serviço. A lavagem do carro com mangueira gasta cerca de 570 litros enquanto com o balde apenas gastará 57 litros.

Sistema de aproveitamento das águas das chuvas – Redução de 50%

Se a tipologia da sua casa for uma moradia, é possível implementar um sistema de aproveitamento das águas das chuvas, que pode ser usado para descargas domésticas, para a piscina e o jardim. Este sistema permite reduzir até 50% da água do consumo doméstico.

Saber mais em <http://www.graf.pt/>; <http://www.ecoagua.pt/>.

Sistema de aproveitamento das águas das chuvas – Redução de 50%

O consumo de água é menor, se o papel for produzido a partir de papel reciclado. Na produção de uma tonelada de papel reciclado são necessários 2000 litros de água, enquanto que no processo tradicional pode ser necessário até 100 000 litros de água.

Por cada jornal que for reciclado poupa-se 15 litros de água.

Reciclar Plástico – Redução de 90%

O plástico tem um período de vida útil longo e no final do seu ciclo de vida continua útil através da reciclagem ou da valorização energética.

Na produção de plásticos reciclados tem-se uma redução de água até 90%.

O plástico reciclado pode ser aplicado em vários sectores como a construção civil, a indústria automóvel, a indústria electrónica e na indústria de embalagens.

A implementação destas medidas possibilita uma poupança na factura de água directamente e indirectamente na redução do consumo de electricidade e na produção de águas residuais.

Offsetar a sua Pegada

Não é possível reduzir completamente a Pegada de Água, assim a quantidade que não é possível reduzir vai ser *offsetada*.

O *offsete* é realizado através da compensação dos impactos negativos do restante consumo de água e poluição através do investimento em projectos que promovem a utilização sustentável e equilibrada da água no ambiente e comunidades.

A Pegada de Carbono é agora um termo muito utilizado por consumidores e gestores empresariais, embora, há cinco anos não o fosse. Da mesma forma, o conceito de Pegada de Água está agora a ganhar aceitação por parte da comunidade.

Com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, o investimento em projectos para reduzir as emissões de carbono têm aumentado. Esses projectos podem ser baseados em fontes renováveis e alternativas de energia, eficiência e conservação de energia.

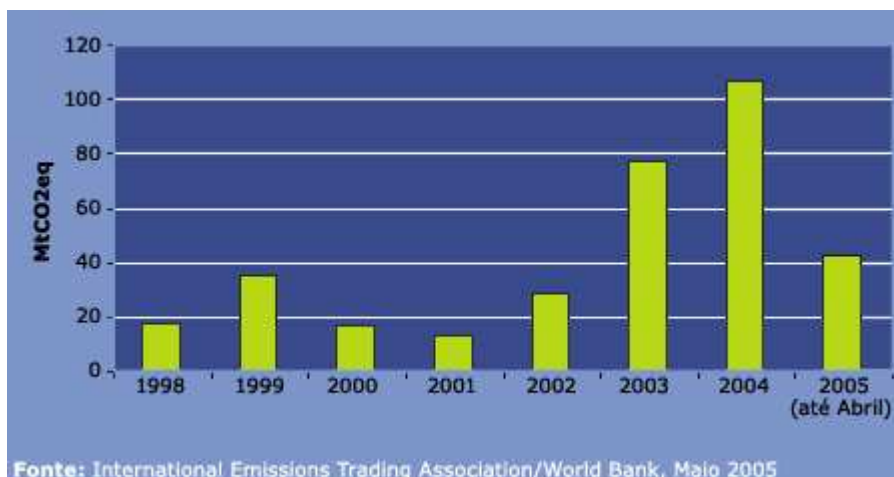


Figura 3 – Redução de emissões de GEE através de CDM e JI

Tabela 2 – Comparação da Pegada de Carbono com a Pegada de Água [3,4,5].

	Pegada de Carbono	Pegada de Água
Protocolo	As emissões de carbono têm um protocolo definido – Protocolo de Quioto	Ainda não existe nenhuma obrigatoriedade perante a água
Evolução	Desde que o protocolo entrou em vigor têm aumentado os projectos e a redução de emissões	Prevê-se que a Pegada de Água terá uma evolução semelhante á do Carbono
Medidas	- Criada a etiquetagem energética de equipamentos domésticos (desde Janeiro 1995)	- Criada a rotulagem de eficiência hídrica para autoclismo (desde Novembro 2008) - Brevemente no mercado, a rotulagem de eficiência hídrica para chuveiros e torneiras
Offset	Criado o <i>Clean Development Mechanism (CDM)</i> que permite compensar as emissões com investimento de projectos em países em vias de desenvolvimento, pois se trata de um fenómeno global	- Mecanismos de offset ainda em discussão entre várias ONG's, empresas e grupos académicos - A compensação da sua utilização e poluição deve ser feita localmente.
Projectos	Energias renováveis Eficiência energética Co-geração de electricidade e calor	- Dessalinização da água do mar ou salobra - FITO-ETAR (Estação de Tratamento de Águas através de Plantas) - ETAR: Utilização de tecnologia de biomembranas e fotoreactores - Recarga artificial de aquíferos

Os projectos para offsetar ainda se encontram em discussão, mas já existem alguns projectos que permitem conservar a água.

Dessalinização da água do mar ou salobra

A dessalinização é um processo de tratamento destinado a remover sais dissolvidos em água do mar ou águas salobras² para obter água com características de água para consumo humano. A água é tratada com a tecnologia de Osmose Inversa, que é a mais usual.

² A água salobra é típica dos estuários mas também se pode encontrar em certos aquíferos associados a rochas salinas.

Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)

As ETAR podem investir em projectos de tratamentos de água para aproveitamento da água reciclada para rega. Esses tratamentos podem ser a introdução de uma nova tecnologia de Reactores de Membranas Submersas (MBR), a utilização de Fotoreactores de Microalgas e tratamentos terciários.

Estações de Tratamento de Águas através de Plantas (FITO-ETAR)

As FITO-ETAR são Estações de Tratamento de Águas através de Plantas que permitem a reciclagem das águas residuais (domésticas e outras) com a utilização de plantas para fins de rega, através de um processo chamado fitodepuração.

Recarga artificial de aquíferos

A recarga artificial é a alimentação de aquíferos por água proveniente do escoamento superficial, por infiltração favorecida artificialmente ou por condução directa da água aos aquíferos, através de poços ou furos. Tem em vista aproveitar a capacidade natural que os aquíferos possuem para armazenar água, aumentando, assim, a disponibilidade de água subterrânea.

Em Portugal, a recarga artificial só tem sido efectuada em escala muito pequena.

Referências bibliográficas

[1] Instituto Geológico e Mineiro (2001). *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm (consultado em 23 de Março de 2009).

[2] World Health Organization.

Disponível em <http://www.who.int/features/factfiles/water/en/index.html> (consultado em 23 de Março de 2009).

[3] Hoekstra, A.Y. (2008) - *Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints*, Value of Water Research Report Series N° 28, UNESCO-IHE, Delft

[4] Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2008) - *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

[5] *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residência* (2004). Disponível em www.p3e-portugal.com (consultado em 23 de Março de 2009).

6.3 *White paper* para empresas



White paper

Pegada de Água Empresas

Resumo

O conceito de Pegada de Água, introduzido pela primeira vez em 2002 por Arjen Hoekstra, é um indicador que contabiliza a quantidade de água utilizada em bens e serviços, quer directamente ou indirectamente, consumidos pelos habitantes de um país [3].

O conceito de Pegada de Água quando aplicado a empresas refere-se à medição do consumo directo e indirecto. A Pegada de Água directa mede a quantidade de água doce usada directamente dentro da empresa, enquanto que a indirecta mede a quantidade de água doce usada indirectamente, isto é, a quantidade de água usada para produzir bens e serviços na empresa.

O cálculo da Pegada de Água permite aferir a Pegada de Água de uma empresa. Por outro lado permite também definir quais as principais medidas de redução de água que podem ser implementadas. Finalmente, a quantidade de água que não é possível reduzir pode ser *offsetada* (compensada), através de investimentos em projectos que promovam o consumo sustentado da água.

Escassez da água

De toda a água disponível no nosso planeta apenas 3% corresponde a água doce. Destes 3% apenas 0,02% estão disponíveis em rios e lagos sob a forma de água doce para consumo [1].

A água é um bem precioso, e apenas 10% da água consumida mundialmente se destina ao consumo doméstico. Em Portugal, o consumo doméstico representa 5%, a indústria representa 13% e a agricultura representa 82% do consumo total de água. . Se o actual consumo de água no mundo se mantiver, em 2025, duas em cada três pessoas irão ser vítimas de falta de água doce [2]. Além do uso intensivo de água também existe o risco de erosão dos solos.

Os recursos hídricos não são ilimitados e em situação de escassez a sua gestão deve ser ainda mais cuidada, pois uma maior eficiência corresponde a uma redução dos caudais captados e portanto a uma protecção e segurança no abastecimento e uma salvaguarda dos recursos.

A Pegada de Água é um indicador que contabiliza a quantidade de água utilizada nos bens e serviços, quer directamente ou indirectamente, consumidos pelos habitantes de um país. A quantidade de água utilizada é medida em termos de volume da água consumida e/ou poluída por unidade de tempo.

Apague a sua marca

O conceito de Apagar a sua marca baseia-se na aplicação de um mecanismo de três passos – Medir, Reduzir, Offsetar – aos consumos de água das empresas.

Medir a Pegada de Água

A Pegada de Água de uma empresa é medida tendo em conta dois factores: as operações da empresa e a sua *supply chain*.

A Pegada de Água de uma empresa tem duas componentes: directa e indirecta.

A Pegada de Água directa mede a quantidade de água doce usada directamente dentro da empresa, enquanto que a Pegada de Água indirecta mede a quantidade de água doce usada indirectamente, isto é, a quantidade de água usada para produzir bens e serviços na empresa.

Reduzir a Pegada de Água

Após a determinação da Pegada de Água é possível reduzir o consumo de água através da implementação de medidas de redução. A redução da Pegada permite não só reduzir as despesas, mas também reduzir o consumo de energia e proteger os recursos naturais. O uso eficiente da água contribui para o cumprimento das obrigações no que se refere à Directiva Quadro de Água, em termos da conservação do recurso e crescente aplicação dos custos reais ao seu uso, e da Directiva PCIP (Protecção e Controlo Integrado da Poluição), em termos da necessidade de utilização de melhores técnicas disponíveis nas unidades mais relevantes de diversos sectores industriais.

A Pegada de Água directa pode ser reduzida através da implementação de métodos de redução de consumo de água no processo operativo, enquanto que a indirecta pode ser reduzida através da alteração de fornecedores ou através do alerta para a responsabilização partilhada ao nível da conservação de água. Isto significa que a empresa tem de saber não só a sua Pegada de Água interna, mas também a pegada de água ao longo de toda a sua cadeia de fornecedores.

A estratégia de redução de água também pode envolver uma estratégia de *marketing* de modo a alterar o comportamento dos consumidores.

Apontam-se de seguida alguns exemplos de medidas de redução que podem ser aplicadas nos sectores agrícola, industrial e do turismo:

No sector agrícola

- Reduzir os volumes de água de rega
- Melhorar a eficiência de transporte dos sistemas de irrigação
- Melhorar a eficiência da aplicação da água
- Alterar as práticas de irrigação, com o uso de culturas resistentes à seca ou com a reutilização de efluentes tratados de estações de tratamento.
- Reutilizar e reciclar a água

No sector industrial

- Adaptar novas tecnologias que tenham um menor consumo de água
- Utilizar equipamentos para limpeza a seco das instalações, quando aplicável
- Utilizar águas pluviais
- Reutilizar e reciclar a água

Por exemplo, a indústria da pasta e do papel adoptou medidas de redução de água que incluem recirculação de água entre diferentes fases do processo, ganhos de eficiência e introdução permanente de novas tecnologias e, no final de linha, a introdução de eficientes sistemas de tratamento primário e secundário de efluentes.

No sector do turismo e escritórios

- Utilizar torneiras de baixo consumo (torneiras de sensor electrónico, sistemas de temporização)
- Recorrer a máquinas de lavar roupa e loiça eficientes
- Utilizar autoclismos eficientes
- Reciclar a água das lavandarias
- Incentivar a separação de resíduos recicláveis dentro da empresa

Por exemplo, os campos de golfe podem utilizar água residual tratada ou água das chuvas para a rega.

As empresas devem estimular o desenvolvimento e utilização de novas tecnologias, incluindo métodos de irrigação eficientes ou adopção de variedades de plantas que sejam mais resistentes à seca.

Offsetar a Pegada de Água

O conceito de offset baseia-se na aplicação de medidas para reduzir a Pegada de uma empresa tanto quanto possível, e em seguida compensar o que já não é possível reduzir.

Uma empresa pode compensar a sua Pegada através do investimento em projectos de compensação de água na própria empresa (por exemplo, recirculação de água, implementação de medidas de redução), ou proporcionar fundos para apoiar projectos realizados por terceiros. O investimento deve ser dimensionado em função da vulnerabilidade da região onde se pretende. A Pegada de Água numa área que se encontra em escassez requer maior compensação do que numa área que ainda não se encontra em escassez.

A Pegada de Carbono, embora recente, é um termo já muito utilizado por consumidores e gestores empresariais. Da mesma forma, o conceito de Pegada de Água está agora a ganhar aceitação por parte das empresas, como por exemplo, a indústria da pasta e do papel adoptou medidas de redução que incluem a recirculação de água e a introdução de novas tecnologias. A *Carris* e os *Centros Comerciais Dolce Vita* também já implementaram medidas para melhorar a sua gestão da água.

A tabela 1 representa uma comparação entre a Pegada de Água e a Pegada de Carbono, em termos de protocolo, medidas já existentes e projectos de compensação.

Tabela 1 – Comparação da Pegada de Carbono com a Pegada de Água [3,4,5].

	Pegada de Carbono	Pegada de Água
Protocolo	As emissões de carbono têm um protocolo definido – Protocolo de Quioto	Ainda não existe nenhuma obrigatoriedade perante a água
Evolução	Desde que o Protocolo de Quioto entrou em vigor têm aumentado os projectos de redução de emissões	É expectável que a Pegada de Água tenha uma evolução semelhante à do Mecanismo de regulação das emissões de carbono
Medidas	- Criada a etiquetagem energética de equipamentos domésticos (desde Janeiro 1995)	- Criada a rotulagem de eficiência hídrica para autoclismo (desde Novembro 2008) - Brevemente no mercado, a rotulagem de eficiência hídrica para chuveiros e torneiras
Offset	Criação, no âmbito do Protocolo de Quioto, dos mecanismos de <i>Clean Development Mechanism (CDM)</i> e <i>Joint Implementation (JI)</i> que permitem compensar as emissões com investimento de projectos em países em vias de desenvolvimento ou de transição	- Mecanismos de offset ainda em discussão entre várias ONG's, empresas e grupos académicos - A compensação da sua utilização e poluição deve ser feita localmente.
Projectos	Energias renováveis Eficiência energética Co-geração de electricidade e calor	- Dessalinização da água do mar ou salobra - Estação de Tratamento de Águas através de Plantas ou leitos de macrófitas - ETAR: Utilização de tecnologia de biomembranas e fotoreactores - Recarga artificial de aquíferos

Os projectos para offsetar água ainda se encontram em discussão, mas já existem alguns projectos que permitem conservar a água.

Dessalinização da água do mar ou salobra

A dessalinização é um processo de tratamento destinado a remover sais dissolvidos em água do mar ou águas salobras¹ para obter água com características de água para consumo humano. A água é geralmente tratada recorrendo a membranas de osmose inversa.

Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)

As ETAR podem investir em projectos de tratamentos de água para aproveitamento da água reciclada para rega. Esses tratamentos podem ser a introdução de uma nova tecnologia de Reactores de Membranas Submersas (MBR), a utilização de Fotoreactores de Microalgas entre outros tipos de tratamento terciário.

Estações de Tratamento de Águas através de Plantas ou leitos de macrófitas

Os leitos de macrófitas consistem em leitos de plantas, que devido a algumas características especiais, como por exemplo caules ocos que permitem a oxigenação dos leitos onde se encontram plantadas e sistemas radiculares que actuam como filtros, procedem à depuração das águas, obtendo níveis de tratamento que permitem a utilização das águas para rega. Estes leitos são utilizados quer para o tratamento de águas residuais domésticas, quer para o tratamento de efluentes industriais ou lixiviados. Além de ser um método bastante económico, alia também às elevadas eficiências obtidas, um impacto paisagístico agradável.

Recarga artificial de aquíferos

A recarga artificial consiste na introdução de água para o interior do aquífero através de água proveniente do escoamento superficial, por infiltração favorecida artificialmente ou utilização da água da chuva para recuperação dos níveis de água. Tem em vista aproveitar a capacidade natural que os aquíferos possuem para armazenar água, aumentando, assim, a disponibilidade de água subterrânea. Em Portugal, a recarga artificial só tem sido efectuada em escala muito pequena.

¹ A água salobra é típica dos estuários mas também se pode encontrar em certos aquíferos associados a rochas salinas.

As **empresas** podem ter um papel activo no incentivo dos seus empregados, fornecedores e até concorrentes no uso eficiente da água. Fornecendo material informativo sobre o tema, as empresas têm a capacidade de influenciar as escolhas dos empregados em casa, que assim terão mais atenção à utilização da água.

Referências bibliográficas

[1] Instituto Geológico e Mineiro (2001). *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm (consultado em 23 de Março de 2009).

[2] World Health Organization.

Disponível em <http://www.who.int/features/factfiles/water/en/index.html> (consultado em 23 de Março de 2009).

[3] Hoekstra, A.Y. (2008) - *Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints*, Value of Water Research Report Series Nº 28, UNESCO-IHE, Delft.

[4] Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2008) - *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

[5] *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residência* (2004). Disponível em www.p3e-portugal.com (consultado em 23 de Março de 2009).

Conclusões e Perspectivas de trabalho futuro

7.1 Conclusões

Este trabalho tinha como objectivo o desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo para determinar a Pegada de Água de um indivíduo.

O conceito de Pegada de Água é novo e como tal, para dar a conhecer a calculadora é necessário uma explicação deste conceito. Hoje em dia, existe uma maior preocupação com o ambiente em que é dado uma maior ênfase às emissões de gases de estufa, mas já se está a ter a consciencialização que a água não é um recurso inesgotável e deste modo as empresas já têm uma maior preocupação com o uso da água.

Nesta consciencialização, que deverá abranger não só o mundo científico e técnico, mas também o do cidadão comum, considero um trabalho como este, importante uma vez que permite ter a noção de uma forma expedita, das consequências ambientais da utilização da água. Convém ressaltar que, no âmbito deste trabalho, foram elaborados dois *white papers* que irão contribuir igualmente para a tomada de consciência desta problemática. O conteúdo destes *white papers* foi ainda objecto de um artigo que irá ser publicado em breve na *Ingenium* (revista da Ordem dos Engenheiros) que terá ampla divulgação no seio da comunidade técnico-científica nacional (Anexo V).

A calculadora desenvolvida não pode ser validada, pois não existe uma base de dados de referência. No entanto a calculadora é dinâmica, sendo possível alterar os dados sempre que se justifique. Também não é possível compará-la com outras calculadoras já disponíveis online, pois os hábitos de higiene e diferenças culturais diferem de país para país.

7.2 Perspectivas de trabalho futuro

Em relação à calculadora, a perspectiva de futuro é a sua implementação numa plataforma *online*.

Como trabalho futuro nesta área pode-se referir a divulgação deste tema para melhor conhecimento geral e investigação de projectos em Portugal de modo a se poder compensar a Pegada de Água quer pelos habitantes quer pelas empresas.

Além disso, deverá ser considerada a alteração das rotinas de cálculo na sequência de obtenção de dados mais precisos sobre os consumos nacionais. De notar que estas fontes de obtenção de dados poderão ser externas ou, resultar de um estudo piloto que poderia ser efectuado sobre a detenção real dos consumos de água de um grupo de consumidores típico da população portuguesa.

Na sequência deste trabalho, e usando-o como ponto de partida, poderão vir a ser desenvolvidos outros estudos tendentes à redução da Pegada de Água, pela consideração de sistemas de tratamento de água, conforme abordado sumariamente no Capítulo 4. Note-se que este assunto excede o âmbito do trabalho, razão pela qual não foi abordado mais em pormenor.

É também de referir que, como trabalho futuro, esta calculadora designada para consumidores domésticos pode ser estendida aos consumidores industriais.

Referências Bibliográficas

- Almeida, M.C., Vieira, P., Ribeiro, R. (2006). *Uso Eficiente da Água no Sector Urbano*. Guia Técnico Nº 8, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. Disponível em http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/Guia_8.pdf (consultado em 11 de Novembro de 2008)
- Baptista, J.M., Almeida, M.C., Vieira, P., Silva, A.M., Ribeiro, R., Fernando, R.M., Serafim, A., Alves, I., Cameira, M.R. (2001). Plano Nacional para o *Uso Eficiente da Água*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. Disponível em http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/uso_eficiente_agua.pdf (consultado em 11 de Novembro de 2008).
- BBC News. Disponível em http://news.bbc.co.uk/2/hi/in_depth/629/629/5086298.stm (consultado em 25 de Março de 2009).
- Carta Europeia da Água. Disponível em http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/pdf/O_CiclodaAgua.pdf. (consultado em 3 de Março de 2009).
- CELPA - Industria Papeleira Portuguesa (2005). Disponível em http://www.celpa.pt/imagens/pdf/art209_pt_be_2005.pdf (consultado em 16 de Dezembro de 2008).
- CELPA - Industria Papeleira Portuguesa (2008). Disponível em <http://www.celpa.pt/index.php?article=28&visual=22&id=10> (consultado em 16 de Dezembro de 2008).
- Chapagain, A.K., Orr, S. (2008), *UK Water Footprint: the impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources*, Volume 2, WWF-UK, Godalming, UK. Disponível em http://assets.wwf.org.uk/downloads/uk_waterfootprint_v2.pdf (consultado em 12 de Dezembro de 2008).

-
- Cheremisinoff, N.P. (2002). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heineman, Woburn, EUA.
- Cruz, L. P. (2009). *Principais técnicas de tratamentos de águas residuais*. Disponível em http://www.ipv.pt/millennium/ect7_lpvc.htm (consultado em 13 de Abril de 2009)
- Diário da República n.º 194, de 23 de Agosto (1995). *Regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais*. Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.
- Eco Meios Lda (2009). Disponível em www.ecomeios.com/produtos.html (consultado em 13 de Abril de 2009).
- EuroTopten. Disponível em http://www.topten.pt/index.php?page=maquinas_de_lavar_roupa (consultado em 11 de Dezembro de 2008).
- FAO (2003). Disponível em <http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor> (consultado em 11 de Dezembro de 2008).
- FAO (2003a). Disponível em <http://faostat.fao.org/site/609/DesktopDefault.aspx?PageID=609#ancor> (consultado em 11 de Dezembro de 2008).
- FAO (2003b). Disponível em <http://faostat.fao.org/site/609/DesktopDefault.aspx?PageID=609#ancor> (consultado em 11 de Dezembro de 2008).
- FEOW - Freshwater Ecoregions Of the World. Disponível em <http://www.feow.org/threatmaps.php?image=6> (consultado em 20 de Abril de 2009).
- Frenteoeste (2009). Disponível em <http://www.frenteoeste.com/modules.php?name=News&file=article&sid=2523> (consultado em 7 de Janeiro de 2009).
- Futuro sustentável - Diagnóstico de Ambiente do Grande Porto, 2006). Disponível em http://www.futurosustentavel.org/fotos/ambiente/agua_resumo.pdf (consultado em 6 de Janeiro de 2009)
- Goosen, M.F.A., Shayya,W.H. (2000). *Water management, purification & conservation in arid climates: vol. 2 water purification*. Technomic Publishing Company. Lancaster.

- H2O Conserve. Disponível em <http://www.h2oconserve.org/home.php?pd=index> (consultado em 25 de Março de 2009).
- Hails,C., Humphrey, S., Goldfinger,S. (Eds) (2008), *Living planet report 2008*, World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland.
- Hoekstra, A.Y. (2006) *The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems*, Value of Water Research Report Series N° 20, UNESCO-IHE, Delft
- Hoekstra, A.Y. (2008) *Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints*. Value of Water Research Report Series N° 28, UNESCO-IHE, Delft
- Hoekstra, A.Y. (2008b) - *Human appropriation of natural capital: Comparing ecological footprint and water footprint analysis*, Ecological Economics.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K. (2007) *Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern*, Water Resources Management. 21(1) pp.35-48.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K. (2008). *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*, Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- INE (2005). Disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000480&contexto=pi&selTab=tab0 (consultado em 16 de Março de 2009).
- INE (2006). Inquérito às despesas das famílias 2005-2006. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. Disponível em www.ine.pt (consultado em 17 de Março de 2009).
- INE (2007). Disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000186&selTab=tab2 (consultado em 16 de Março de 2009).
- INE (2008). Disponível em www.ine.pt (consultado em 28 de Maio de 2009).
- Instituto Geológico e Mineiro (2001). **Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro**. Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm. (consultado em 23 de Março de 2009).

JPN - Jornalismo Porto Net (2009). Disponível em http://jpn.icicom.up.pt/2007/03/22/es_cassez_da_agua_e_um_problema_para_a_humanidade.html (consultado em 23 de Março de 2009)

Lisboa Verde: Fito-ETAR. Disponível em <http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=4099> (consultado em 16 de Abril de 2009)

Long, R.B. (1995). *Separation Process in Waste Minimization*. Marcel Dekker, Inc., New York.

Metcalf; Eddy (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4 ed, McGraw-Hill, New York.

Minhalma, M.; Dominguez, J.R.; Pinho, M.N. (2006). *Cork processing wastewaters treatment by an ozonation/ultrafiltration integrated process*. *Desalination*, v.191, pp.148-152.

NetResiduos (2009). Disponível em <http://www.netresiduos.com/cir/rsurb/plastico.htm> (consultado em 5 de Janeiro de 2009).

NP EN 1112 (2001) *Sanitary tapware. Shower outlets for sanitary tapware for water supply systems of type 1 and type 2. General technical specification*. Instituto Português da Qualidade, Ministério da Economia e Inovação. Lisboa.

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). 2008a. *OECD Environmental Data Compendium*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development. Disponível em www.oecd.org/document/49/0,3343,en_2649_34283_39011377_1_1_1_1,00.html (consultado em 3 de Abril de 2009)

One Minute Calculator. Disponível em http://www.zerofootprint.net/one_minute/unilever/countries/ (consultado em 25 de Março de 2009).

Perry, R.H., Green, D. (1984) *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 6 ed, McGraw-Hill, New York.

Portal Ambiente Online (2009). Disponível em <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=3892> (consultado em 7 de Janeiro de 2009).

Portion Calculator - Love Food Hate Waste (2008). Disponível em http://www.lovefoodhatewaste.com/perfect_portions (consultado em 11 de Dezembro de 2008).

Residential Facilities – University of Maryland (2009). Disponível em <http://www.drf.umd.edu/Recycling/documents/3-Stillnotconvinced.pdf> (consultado em 5 de Janeiro de 2009).

Revista ProTeste (2008). Edição Nº 287 Janeiro.

Santos, M.M. (2008). *Reutilização de Águas Urbanas Tratadas*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente - Ramo Sanitária. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Spang, E. (2006). *The potential for wind- powered Desalination in water-scarce countries*. Master of Arts in Law and Diplomacy Thesis, Fletcher School, Tufts University, Medford, EUA.


Waterfootprint.org. Disponível em http://www.waterfootprint.org/index.php?page=cal/waterfootprintcalculator_indv (consultado em 25 de Março de 2009).

World Health Organization (2009). Disponível em <http://www.who.int/features/factfiles/water/en/index.html> (consultado em 23 de Março de 2009).

World Water Development Report 3 - Water in a changing world. Disponível em http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf (consultado em 23 de Março de 2009).

Anexo I

Calculadora extensiva



Water Footprint

Your Footprint Calculator » Extended Calculator

Water Footprint
NETW RK

Introduction

About WFN

National Water Footprints

Corporate Water Footprints

Your Footprint Calculator

Product Gallery

Case Studies

Publications

Glossary

Links

Contact

Your individual water footprint is equal to the water required to produce the goods and services consumed by you. Please take your time and feel free to use the extended water footprint calculator to assess your own unique water footprint. The calculations are based on the water requirements per unit of product as in your country of residence.

Note: put decimals behind a point, not a comma (e.g. write 1.5 and not 1,5).

Select a Country

Food consumption

Cereal products (wheat, rice, maize, etc.) kg per week

Meat products kg per week

Dairy products kg per week

Eggs number per week

How do you prefer to take your food?

High fat

High

Vegetables kg per week

Fruits kg per week

Starchy roots (potatoes, cassava) kg per week

How many cups of coffee do you take per day? cup per day

How many cups of tea do you take per day? cup per day

Domestic water use

Indoors

How many showers do you take each day? number per day

What is the average length of each shower? minute per shower

Do your showers have standard or low-flow showerheads? Standard shower head Low flow shower head

How many baths do you have each week? number per week

How many times per day do you brush your teeth, shave or wash your hand? number per day

Do you leave the tap running when brushing your teeth and shaving? Yes No

How many loads of laundry do you do in an average week? times per week

Do you have a dual flush toilet? Yes No No flushing. Use eco-toilet.

If you wash your dishes by hand how many times are dishes washed each day? number per day

How long does the water run during each wash? minute per wash

If you have a dish washer, how many times is it used each week? number per week

Outdoors

How many times per week do you wash a car? number per week

How many times do you water your garden each week? number per week

How long do you water your garden each time? minute per watering

How long per week do you spend rinsing equipment, driveways, or sidewalks each week? minute per week

If you have a swimming pool what is its capacity? cubic meter

How many times per year do you empty your swimming pool? number per year

Industrial goods consumption

What is your gross yearly income? (Only that part of income which is consumed by you). US\$ per year

Anexo II

Inquéritos aos hábitos de consumo de água

Inquérito realizado no concelho de Alpiarça, pela Câmara Municipal de Alpiarça

Foram distribuídos 700 inquéritos e entregues e tratados 259, de todos os lugares do concelho (população total de Alpiarça: ±8500 habitantes).

1. Toma banho de:
Duche: 88,1 %
imersão: 11,9 %
2. Se toma duche, fecha a torneira enquanto se ensaboa?
Sim 40,6 %
Não 56,3 %
sem resposta 3,1 %
3. Quanto tempo demora no duche?
< 5 minutos 24,7 %
5-10 minutos 41,3 %
> 10 minutos 28,2 %
sem resposta 5,8 %
4. Lava os dentes com a água sempre a correr?
sim 25,9 %
não 73,4 %
sem resposta 0,8 %
5. As torneiras da sua casa são de baixo caudal (arejadores ou redutores de pressão) ou outros mecanismos de poupança de água (fecho automático, ...)?
sim 32,0 %
não 64,5 %
sem resposta 3,5 %
6. Na sua casa a loiça é lavada com a água sempre a correr?
sim 20,8 %
não 76,1 %
sem resposta 3,1 %

7. Na sua casa as máquinas da loiça e da roupa só são ligadas quando estão cheias?
- sim 85,1 %
 - não 12,6 %
 - sem resposta 2,3 %
8. A sua casa tem autoclismos de baixo consumo (volume reduzido, dupla descarga, descarga controlada pelo utilizador)?
- sim 60,6 %
 - não 37,5 %
 - sem resposta 1,9 %
9. Aproveita a água da chuva?
- sim 18,9 %
 - não 80,3 %
 - sem resposta 0,8 %
10. Tem instalado no seu jardim um sistema de rega por aspersão?
- sim 17,8 %
 - não 74,9 %
 - sem resposta 5,0 %
 - sem jardim 2,3 %
11. Quando lava o carro utiliza:
- mangueira 26,1 %
 - balde 67,5 %
 - sem resposta 6,3 %
12. Concorda que quem gasta mais água pague mais por m³?
- sim 68,6 %
 - não 26,8 %
 - sem resposta 4,6 %
13. Acha que a água é um bem essencial que irá faltar no futuro?
- sim 89,6 %
 - não 8,1 %
 - sem resposta 2,3 %

Inquérito realizado pelo Ecoclube de Mindelo

105 inquéritos realizados na freguesia (população total de Mindelo ~3500 habitantes)

1. Toma banho de:

Duche	81%
Imersão	19%

2. Quanto tempo demora no duche?

13 minutos em média

3. Em caso de duche, fecha a água durante o ensaboamento?

Sim	55%
Não	45%

4. Lava os dentes com a água sempre a correr?

Sim	50%
Não	50%

5. Possui torneiras de baixo caudal (com arejadores ou redutores de pressão) ou outros mecanismos de poupança de água (fecho automático...)?

Sim	17%
Não	83%

6. Lava a loiça com a água sempre a correr?

Sim	30%
Não	67%

restantes sem resposta

7. Só liga as máquinas de lavar roupa e loiça quando estas já estão cheias?

Sim 85%

Não 6%

restantes sem resposta

8. Possui autoclismos de baixo consumo (volume reduzido, dupla descarga, descarga controlada pelo utilizador)?

Sim 30%

Não 70%

9. Rega o jardim com um sistema de rega por aspersão?

Sim 10%

Não 83%

restantes sem resposta

10. Aproveita a água da chuva?

Sim 40%

Não 59%

restantes sem resposta

11. Concorda com tarifas (preço/m³ água) mais elevadas para quem gasta mais água?

Sim 55%

Não 36%

restantes sem resposta

12. Tem consciência de que a água é um bem essencial que faltará no futuro?

Sim 99%

Não 1%

13. Para limpar o passeio utiliza:

Mangueira 59%

Vassoura 29%

restantes sem resposta

14. Para lavar o carro utiliza:

Mangueira 63%

Balde 14%

restantes sem resposta

Anexo III

Consumo médio de água virtual na produção das colheitas

Tabela A.1 – Consumo médio de água virtual na produção de colheitas

Colheita	Produção mundial (ton/ano)	Consumo de água global (10 ⁶ m ³ /ano)	Conteúdo médio de água virtual (m ³ /ton)	Porcentagem no consumo de água global para produção de colheitas
Trigo	594594467	792917	1334	12,4%
Arroz, Paddy	593173644	1358732	2291	21,3%
Cevada	139624574	193760	1388	3,0%
Milho	603140262	548387	909	8,6%
Centeio	22039337	19866	901	0,3%
Aveia	27315146	43616	1597	0,7%
Sorgo	59471080	169660	2853	2,7%
Trigo mourisco	3194238	7538	2360	0,1%
Alpista	211684	533	2519	0,01%
Batatas	309166871	78832	255	1,2%
Batata-doce	135528398	41043	303	0,6%
Mandioca	172162312	104174	605	1,6%
Inhames	37054604	14072	380	0,2%
Raízes e Tubérculos nes	7308442	3043	416	0,05%
Cana de açúcar	1258303380	219999	175	3,4%
Beterraba	253329446	28706	113	0,4%
Feijões, secos	16625282	70706	4253	1,1%
Favas, seco	3694817	7573	2050	0,1%
Ervilhas, seco	11286838	16955	1502	0,3%
Grão-de-bico	8241196	26623	3230	0,4%
Pigeon Ervilhas	2941131	12067	4103	0,2%
Lentilhas	2993099	18456	6166	0,3%
Bambara Feijões	48947	202	4123	0,003%
Tremoços	1656525	3090	1865	0,05%
Nozes brasileiras	61115	12	196	0,0002%
Caju	1457185	28082	19271	0,4%
Castanhas	886672	2743	3094	0,04%
Amêndoas	1503454	14687	9769	0,2%
Nozes	1202524	5092	4235	0,1%
Pistácios	434748	4723	10864	0,1%
Avelãs	754423	5187	6876	0,1%
Nozes	599678	4613	7692	0,1%
Soja	160094723	286371	1789	4,5%
Amendoim em casca	33172799	104329	3145	1,6%
Cocos	50828645	129353	2545	2,0%
Azeitonas	14826152	65128	4393	1,0%
Sementes de girassol	24815556	76161	3069	1,2%
Colza	37881111	61011	1611	1,0%

Anexo III

Colheita	Produção mundial (ton/ano)	Consumo de água global (10 ⁶ m ³ /ano)	Conteúdo médio de água virtual (m ³ /ton)	Porcentagem no consumo de água global para produção de colheitas
Sementes de Jojoba	400	5	12344	0,0001%
Sementes de Cártamo	730600	4068	5567	0,1%
Semente de gergelim	2768107	24602	8888	0,4%
Sementes de Mostarda	497252	783	1575	0,01%
Semente de papoula	58398	102	1741	0,002%
Semente Algodão	54643172	199111	3644	3,1%
Linho	2392679	10577	4420	0,2%
Couves	54628782	11542	211	0,2%
Alcachofras	1273954	1089	855	0,02%
Espargos	4124145	6073	1473	0,1%
Alface	17108911	2269	133	0,04%
Espinafre	8163112	1178	144	0,02%
Tomates	101019065	18571	184	0,3%
Couve-flor	14069374	2239	159	0,04%
Pepinos e pepinos	30995626	7506	242	0,1%
Beringelas	24634989	5120	208	0,1%
Cebolas, seco	45925829	15900	346	0,2%
Alho	10067021	5218	518	0,1%
Alho francês	1477132	295	200	0,005%
Feijões, Verde	5285835	1897	359	0,03%
Ervilhas, verde	7947915	2725	343	0,04%
Favas, Verde	983258	772	785	0,01%
Vargens	1603523	647	403	0,01%
Cenouras	19749408	2586	131	0,04%
Quiabo	4846380	2025	418	0,03%
Milho Verde	8489281	4325	509	0,1%
Alfarroba	225602	1296	5746	0,02%
Bananas	63859046	54842	859	0,9%
Plátanos	30547811	75682	2478	1,2%
Laranjas	64405126	29416	457	0,5%
Limões e Limas	10494779	5863	559	0,1%
Toranjias e Pomelos	5181384	1845	356	0,03%
Maçãs	57944530	40416	697	0,6%
Peras	15694965	11418	727	0,2%
Damascos	2541712	3535	1391	0,1%
Ginjas	934289	1255	1343	0,02%
Cerejas	1770325	2732	1543	0,04%
Pêssegos e nectarinas	12531350	14960	1194	0,2%
Ameixas	8548286	13783	1612	0,2%
Morangos	3045746	840	276	0,01%
Framboesas	362871	259	713	0,004%
Groselhas	174250	85	488	0,001%
Groselhas	636089	235	369	0,004%
Uvas	60514393	39609	655	0,6%
Melancias	69288603	11080	160	0,2%
Figos	1086378	3433	3160	0,1%
Mangas	24135800	38212	1583	0,6%

Consumo meio de água virtual na produção das colheitas

Colheita	Produção mundial (ton/ano)	Consumo de água global (10 ⁶ m ³ /ano)	Conteúdo médio de água virtual (m ³ /ton)	Percentagem no consumo de água global para produção de colheitas
Abacates	2439312	3132	1284	0,05%
Ananases	13619660	3441	253	0,1%
Kiwis	942329	406	430	0,01%
Mamões	5412553	3583	662	0,1%
Frutas Tropicais Frescos	13344102	19022	1426	0,3%
Frutas Frescas	22288589	31293	1404	0,5%
Café Verde	6835469	118750	17373	1,9%
Cacau	3176682	86464	27218	1,4%
Chá	2978704	27419	9205	0,4%
Chá	170480	4255	24960	0,1%
Pimenta, Branco / Longa / Preto	264013	1299	4921	0,02%
Pimentão, pimenta da Jamaica	2211046	23438	10601	0,4%
Baunilha	4800	465	96949	0,01%
Canela	91998	1664	18083	0,03%
Cravinho	94417	5788	61304	0,1%
Noz-moscada	65257	2678	41041	0,04%
Anis,, Funchos	326746	1828	5594	0,03%
Gengibre	899134	1611	1792	0,03%
Especiarias	1046463	3976	3800	0,1%
Abacá (cânhamo de Manila)	98551	1663	16878	0,03%
Folhas de Tabaco	7147923	15815	2213	0,2%
Borracha Natural	6712513	87655	13058	1,4%

Consumo global de água virtual de produtos

Tabela A.2 – Consumo global de água virtual de produtos

Produtos	Consumo de água (Litros)
Carne de vaca (1 kg)	15500
Par de sapatos (pele bovina)	8000
Carne de ovelha (1 kg)	6100
Painço (1 kg)	5000
Carne de porco (1 kg)	4800
Carne de cabra (1 kg)	4000
Carne de galinha (1 kg)	3900
Arroz (1kg)	3400
Sorghum ou Sorgo (1 kg)	2800
1 hamburger (150 g)	2400
1 T-shirt algodão (250 g)	2000
Soja (1 kg)	1800
Açúcar (1 kg cana de açúcar)	1500
Trigo (1 kg)	1300
Cevada (1 kg)	1300
Milho (1kg)	900
1 copo de leite(200 ml)	200
1 copo de sumo maçã (200 ml)	190
1 pacote batatas fritas (200 g)	185
1 copo de sumo laranja (200 ml)	170
1 copo de café (125 ml)	140
1 ovo (40 g)	135
1 copo de vinho (125 ml)	120
1 fatia de pão (30 g) com queijo (10 g)	90
1 copo de cerveja (250 ml)	75
1 maçã (100 g)	70
1 laranja (100 g)	50
1 fatia de pão (30 g)	40
1 copo de chá (250 ml)	35
1 batata (100 g)	25
1 tomate (70 g)	13
1 folha de papel A4 (80 g/m2)	10

DETERMINAÇÃO DA PEGADA DE ÁGUA PARA UM CONSUMIDOR

Silva, C.¹, Gomes, J.F.P.^{2,3}, Carias, C.¹, Gaspar, R.¹

¹ Off 7, Edifício Aviz, Av. Fontes Pereira de Melo, 35, 14E, 1050-118 Lisboa

² Centro de Engenharia Química e Biológica, IBB-Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa

³ Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, R. Conselheiro Emídio Navarro, 1949-014 Lisboa

Introdução

A água é um dos principais elementos de sustentação da vida. Em termos globais, nenhum ser vivo poderia sobreviver mais do que alguns dias sem consumir água doce. No entanto, 97% da água disponível na Terra é salgada e a grande maioria da água doce (2,993%) encontra-se sob a forma de camadas de neve permanentes, gelo ou camadas subterrâneas de difícil acesso, sobretudo na Antártica e na Gronelândia. Assim, o Homem pode apenas contar com 0,007% da água do planeta para satisfazer as suas necessidades de consumo (Instituto Geológico e Mineiro, 2001).

As necessidades de consumo advêm essencialmente de actividades económicas, uma vez que apenas 10% da água consumida mundialmente se destina ao uso doméstico. Em Portugal, por exemplo, apenas 3% da água é consumida ao nível doméstico, sendo que a indústria e as actividades agrícolas consomem respectivamente 14% e 83% da água disponível (Hoekstra *et al.*, 2008).

Face às restrições do lado da oferta de água doce e uma vez que a procura ou o seu consumo está fortemente correlacionado com o crescimento económico, e que o mesmo não deverá abrandar, é necessário um entendimento claro de que a água deve ser considerada um recurso estratégico dada a sua potencial escassez no futuro. Com efeito, estimativas da World Trade Organization apontam para que em 2025 duas em cada três pessoas não tenham acesso a água potável (WHO, 2008).

Uma vez identificado o problema é necessário encontrar soluções para que o planeta não atinja um estágio em que parte da população não tem acesso a água potável,

para além dos riscos económicos e ambientais que tal estágio implicaria. Dito de outra forma, como poderemos equilibrar de forma sustentável a oferta e o consumo de água doce?

Iniciativas para uma gestão sustentável dos recursos hídricos – O conceito de Pegada de Água

O conceito de Pegada de Água foi criado por Arjen Hoekstra em 2002, e é definido como um indicador que contabiliza a quantidade de água utilizada na produção de bens e serviços, directa ou indirectamente. A quantidade de água utilizada é medida em termos de volume da água consumida e/ou poluída por unidade de tempo (Hoekstra, 2008).

A Pegada de Água pode ser calculada para um indivíduo ou para um grupo de consumidores (empresas, países, etc.) (Hoekstra, 2008), multiplicando todos os bens e serviços consumidos, pelos seus respectivos teores em água virtual⁴.

Para os indivíduos, a Pegada de Água divide-se em 3 componentes: água azul, água verde e água cinzenta:

- a água azul é o volume de água doce (águas superficiais e subterrâneas) que evapora como resultado da apropriação para uso em diferentes actividades.
- a água verde é o volume de água evaporada a partir da água da chuva armazenada no solo ou da humidade no solo.
- a água cinzenta é o volume de água poluída que está associada com a produção de bens e serviços para a população.

Já para os países, a Pegada de Água tem 2 componentes: interna e externa:

- a Pegada de Água Interna refere-se à utilização dos recursos hídricos do país para produzir os bens e serviços consumidos pela população
- a Pegada de Água Externa refere-se à quantidade de água utilizada noutros países para produzir os bens e serviços que são posteriormente consumidos por esta população.

⁴ *Água virtual* é a quantidade de água que está incluída na comida ou outros produtos necessários para a sua produção [World Water Council].

A aplicação do conceito aos países permite verificar que a Pegada de Água média global é de 1243 m³ por pessoa por ano. No *ranking* global Portugal situa-se na sexta posição dos países com maior Pegada de Água (2214 m³/ano.hab), sendo superado por países como a Espanha (2325 m³/ano.hab), a Grécia (2389 m³/ano.hab) ou os EUA (2483 m³/ano.hab).

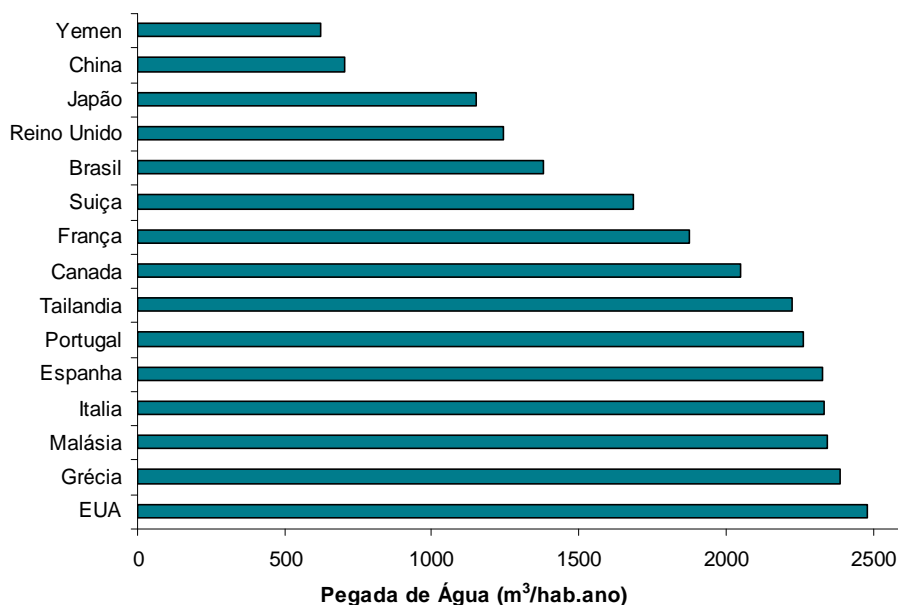


Figura 1: Pegada de Água de alguns países.

Fonte: www.waterfootprint.org

Calculadora da Pegada de Água

A calculadora Pegada de Água tem como objectivos 1) medir, 2) reduzir e 3) anular a Pegada de Água de um indivíduo.

1. Medir a Pegada de Água

Um português tem uma Pegada de Água média de 2214 m³/ano, que se divide em 59 m³/ano de consumo doméstico (devendo-se este valor maioritariamente aos duches/banhos e autoclismos) e 2155 m³/ano de consumo indirecto (Hoekstra *et al.*, 2008), que se refere à produção de alimentos e produtos de origem industrial que exigem o consumo de elevadas quantidades de água.

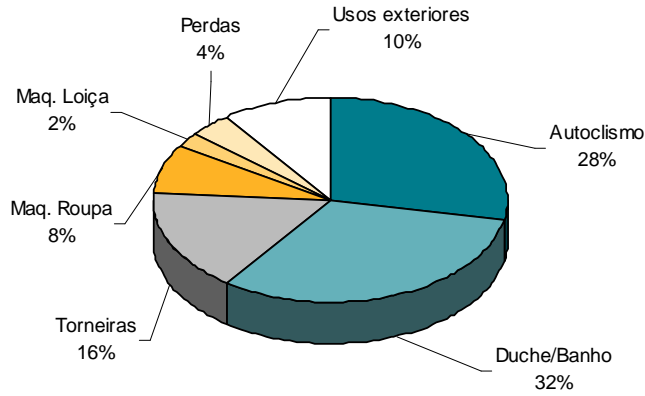


Figura 2: Distribuição da água no consumo doméstico.

Fonte: www.irar.pt

Relativamente ao consumo indirecto, o que tem mais impacto é o consumo de carne, sendo que que 1 kg de carne de vaca equivale a um gasto de 15.500 litros de água.

Uma dieta vegetariana requer menos água (2,6 m³/dia) para a sua produção do que uma dieta à base de carne (5 m³/dia).

Tabela 1 - Exemplo do consumo de água de alguns produtos:

	Consumo de água (litros)
1 par de sapatos de pele bovina	8 000
Arroz (1Kg)	3 400
Hambúrguer	2 400
T-shirt de algodão	2 000
Plástico (1 kg)	200
Chávena de café	140
1 ovo	135
Copo de cerveja	75
Chávena de chá	35
1 folha de papel A4 (80g/m ²)	10

2. Reduzir a Pegada de Água

Após o cálculo, são sugeridas medidas específicas de redução da Pegada de Água, com as quais é possível conseguir uma redução efectiva de consumos de água e consequentemente da Pegada de Água.

Um português pode reduzir até cerca de 35% da sua Pegada de Água através da implementação de alguma medidas simples:

- substituir o banho de imersão pelo duche: reduz o consumo de 50 a 80% consoante o tempo de duração do duche
- substituir o autoclismo por um mais eficiente: reduz o consumo em 60%
- colocar redutores nas torneiras: reduz o consumo em 50%
- lavar o carro com um balde e uma esponja em vez da mangueira (redução de 90%)
- reduzir o consumo de carne: redução de 40 a 70%
- reciclar, por cada jornal que reciclar poupa 15 litros de água (redução de 70%)
- preferir produtos nacionais ou produzidos localmente
- utilizar apenas as máquinas de roupa e loiça com a carga máxima
- reparar as fugas que tenha em casa

a) Substituir o banho de imersão pelo duche – Redução de 50 a 80%

Tomar um banho de imersão no nível máximo da capacidade da banheira gasta em média 200 litros de água. Se o banho for substituído por um duche de 10 minutos poupa cerca de 80 litros de água.

b) Substituir o autoclismo – Redução de 60%

No mercado existem autoclismos mais eficientes, que têm um volume de descarga menor. Existem vários tipos de autoclismos eficientes, como por exemplo: de dupla descarga, de descarga controlada e de descarga de volume reduzido. Ao substituir o autoclismo reduz o consumo de água em 60%.

c) Substituir o chuveiro – Redução de 25%

Os chuveiros convencionais têm um caudal de 12 litros/minuto. A substituição deste tipo de chuveiros, por chuveiros mais eficientes permite uma redução até 25%.

Um chuveiro é classificado de eficiente se tiver um caudal igual ou inferior a cerca de 9,5 litros por minuto para uma pressão de 345 kPa.

Existem dois tipos de chuveiros eficientes: com ar, em que se mistura ar à água, para manter um fluxo estável à pressão igual ou superior de um chuveiro convencional e

sem ar, em que conserva o calor e oferece um fluxo forte garantindo e inclusive uma simpática massagem durante o duche.

d) Colocar redutores nas torneiras – Redução de 50%

Através da colocação de arejadores ou redutores de caudal é possível ter a mesma pressão de água, mas com menor consumo de água. Este tipo de redutores pode ser colocado em todo o tipo de torneiras. Os redutores de caudal podem reduzir até 50% do consumo de água.

e) Reparar as fugas – Redução de 4%

As perdas representam 4% do consumo doméstico. Se uma torneira estiver a pingar 1 gota por segundo, no final do dia foram desperdiçados 33 litros de água potável!

f) No exterior – Redução de 25 a 90%

Um jardim consome por ano de água cerca de 40m³. Optar por plantas que consomem menos água, regá-las de manhã ou ao cair da noite (em que a evaporação causada pelo sol é menor) ou instalar um reservatório de captação da água da chuva permite obter poupanças efectivas na água gasta.

Optar por lavar o carro com um balde e uma esponja ou em alternativa numa estação de serviço é outra medida que reduz eficazmente o consumo de água: a lavagem do carro com mangueira gasta cerca de 570 litros enquanto com o balde apenas gastará 57 litros.

g) Sistema de aproveitamento das águas das chuvas – Redução de 50%

Se a tipologia da sua casa for uma moradia, é possível implementar um sistema de aproveitamento das águas das chuvas, que pode ser usado para descargas domésticas, para a piscina e o jardim. Este sistema permite reduzir até 50% a água consumida a nível doméstico.

h) Reciclar Papel – Redução de 70%

O consumo de água é menor se o papel for produzido a partir de papel reciclado. Na produção de uma tonelada de papel reciclado são necessários 2.000 litros de água, enquanto que no processo tradicional podem ser necessários até 100.000 litros de água.

Por cada jornal que é reciclado poupam-se cerca de 15 litros de água.

i) Reciclar Plástico – Redução de 90%

O plástico tem um período de vida útil longo e no final do seu ciclo de vida continua útil através da reciclagem ou da valorização energética, podendo ser aplicado em vários sectores como a construção civil, a indústria automóvel, a indústria electrónica ou a indústria de embalagens.

Na produção de plásticos reciclados tem-se uma redução de água até 90%.

A implementação destas medidas possibilita uma poupança directa na factura de água e indirectamente na redução do consumo de electricidade e na produção de águas residuais.

3. Anular a Pegada de Água

Não é, no entanto, possível anular completamente a Pegada de Água. Assim a quantidade que não é possível reduzir deverá ser anulada ou compensada.

Esta etapa é realizada através da compensação dos impactos negativos do consumo e água e poluição por via da geração de projectos que promovem a utilização sustentável e equilibrada da água no ambiente e comunidades. O volume do investimento deve ser em função da vulnerabilidade da região onde se encontra localizada. A Pegada de Água numa área que se encontra em escassez requer maior compensação do que uma área que ainda não se encontra em escassez.

A utilização ou a poluição da água numa determinada bacia hidrográfica não pode ser neutralizada pela poupança de água ou no controlo da poluição noutra bacia. pois a compensação deverá ser feita dentro da unidade onde os impactos hidrológicos têm lugar. A este respeito, o conceito de *offset* da água difere do conceito de *offset* das emissões de dióxido de carbono, uma vez que para efeitos de redução de emissões de CO₂ não interessa a localização onde se compensa as emissões, pois o fenómeno é global.

Os projectos para compensar o uso e poluição da água ainda se encontram em discussão, pelas ONG's, empresas e grupos académicos. Mas podem ser referenciados como projectos, o investimento na gestão da bacia hidrográfica (valorização, protecção e gestão equilibrada da água), apoiando comunidades pobres que não têm acesso a água limpa para criar e manter o seu próprio sistema de abastecimento de água (Hoekstra, 2008), a dessalinização ou o recurso a Estações de Tratamento de Águas através de Plantas (FitoETARs ou leitos de macrófitas) para posterior utilização da água em regas.

Referências Bibliográficas

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

Hoekstra, A.Y. (2008) - *Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints*, Value of Water Research Report Series Nº 28, UNESCO-IHE, Delft

Instituto Geológico e Mineiro (2001). *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. Instituto Geológico e Mineiro

Versão Online no site do INETI:

http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm

World Health Organization

<http://www.who.int/features/factfiles/water/en/index.html>

Apresentação da folha de Excel da calculadora

MEDIR

Inputs (ecrã 1)

Total consumo água m^3 /ano
 Por pessoa

Média Portugal

Consumo Directo

Consumo água/pessoa m^3 /ano

Tipologia	Apartamento	0	M	
	Apartamento	0	M	
	Moradia	0,1	M	

Jardim	Não	0	S	
	Não	0	S	
	Sim	40	S	m^3 /ano

Piscina	Não	0	S	
	Não	0	S	
	Sim	95	S	m^3 /ano

Banho de imersão	0	-2	S	
	0	-2	S	m^3 /ano
	1	0	S	
	2	2	S	
	3	5	S	
	4	7	S	
	5	10	S	
6	12	S		

Utilização do banho de imersão	No nível máximo	200	E	
	A 1/3 do nível máximo	67	E	litros
	A metade do nível máximo	100	E	
	No nível máximo	200	E	

Duração média do duche	15 minutos	22	S	
	10 minutos	0	S	m^3 /ano
	15 minutos	22	S	
	30 minutos	87	S	
	5 minutos	-22	S	
	60 minutos	218	S	

Ao escovar os dentes ou fazer a barba	Deixa a torneira aberta	0	S
	Abre e fecha a torneira	-8	S
	Deixa a torneira aberta	0	S
	Utiliza um copo	-15	S

Lavagem da máquina da roupa	2	-10	S	m ³ /ano
	1	-16	S	
	2	-10	S	
	3	-5	S	
	4	0	S	
	5	5	S	
	6	10	S	
	7	16	S	

Medidas de eficiência

Autoclismo	Não	0,00	M
	Não	0,00	M
	Não Sei	0,00	M
	Sim	-0,17	M

Chuveiro	Não	0,00	M
	Não	0,00	M
	Não Sei	0,00	M
	Sim	-0,08	M

Torneiras	Não	0,00	M
	Não	0,00	M
	Não Sei	0,00	M
	Sim	-0,08	M

Máquina da Roupa	Sim	-0,026	M
	Não	0,000	M
	Sim	-0,026	M

Máquina da Loiça	Não	0,000	M
	Não	0,000	M
	Sim	-0,010	M

TOTAL (m³/ano) 66

Inputs (ecrã 2)

Consumo Indirecto

Consumo de carne	0	-337	S	
	0	-337	S	1 porção=150g
	11-13	112	S	m ³ /ano
	1-3	-262	S	
	4-5	-168	S	
	6-7	-94	S	
	8-10	0	S	
	Todas as refeições	187	S	

Tipo de carne	Suína	4800	E	
	Bovina	15500	E	l/kg
	Caprino	4000	E	
	Galinha	3900	E	
	Ovino	6100	E	
	Suína	4800	E	

Consumo de arroz	0	-53	S	
	0	-53	S	m ³ /ano
	11-13	53	S	
	1-3	-35	S	
	4-5	-13	S	
	6-7	0	S	
	8-10	27	S	
	Todas as refeições	71	S	

Consumo café	2	0	S	
	0	-102	S	m ³ /ano
	1	-51	S	
	2	0	S	
	3	51	S	
	4	102	S	
	5	153	S	
	6	204	S	

Reciclagem

Papel	Sim	0,00	M
	Não	0,03	M
	Sim	0,00	M
Plástico	Não	0,000	M
	Não	0,000	M
	Sim	-0,0035	M

TOTAL (m³/ano) 1824

REDUZIR				
Medidas de redução				
	Aplicável?	MPA	Poupança de água	Poupança Factura
Substituição do autoclismo	Sim	0,17	10	10
Substituição do chuveiro	Sim	0,08	4,70	5
Substituir o banho de imersão pelo duche	Não	0,00	0,00	0
Redução do tempo do duche	Sim	0,50	44	44
Utilizar apenas 1/3 do nível máximo da banheira	Sim	0,67	0,0	0
Colocação de redutores de caudal	Sim	0,08	5	5
Substituição da máquina da roupa	Não	0,00	0,00	0
Substituição da máquina da loiça	Sim	0,01	0,56	1
Redução do consumo de carne	Não	0,00	0	
Reciclagem	Sim	0,90	9	
Papel	Não	0,00	0	
Plástico	Sim	0,90	9	
Manter o nível da piscina reduzido	Não	0,00	0,00	0
Colocação de uma cobertura amovível	Não	0,00	0,00	
Utilização da água da chuva em jardins	Não	0,00	0	0
Substituir o café por chá	Sim	0,75	77	
Instalar um sistema de aproveitamento de água das chuvas	Não	0,00	0	
Total Poupança de água (m3/ano)			159	
Total Poupança na factura (€/ano)			64	

