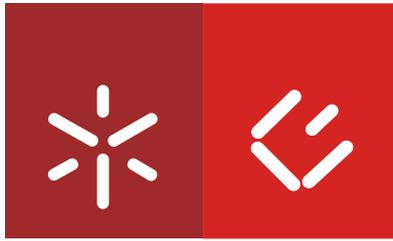


Universidade do Minho
Escola de Economia e Gestão

Eduardo Jorge da Cruz Dantas

**Análise Comparativa entre a Pegada
Hídrica do Norte de Portugal e a Pegada
Hídrica Nacional**



Universidade do Minho

Escola de Economia e Gestão

Eduardo Jorge da Cruz Dantas

**Análise Comparativa entre a Pegada
Hídrica do Norte de Portugal e a Pegada
Hídrica Nacional**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Economia e Política do Ambiente

Trabalho realizado sob orientação da
Professora Doutora Lígia Costa Pinto
e do
Professor Doutor António Guerreiro de Brito

Dezembro de 2012

Declaração

Nome: Eduardo Jorge da Cruz Dantas

Endereço Electrónico: danteduardo@gmail.com

Título da Tese de Mestrado: Análise Comparativa entre a Pegada Hídrica do Norte de Portugal e a Pegada Hídrica Nacional

Orientadores:

Professora Doutora Lígia Costa Pinto

Professor Doutor António Guerreiro de Brito

Ano de Conclusão: 2012

Designação do Mestrado: Economia e Política do Ambiente

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

Universidade do Minho, Dezembro 2012

(Eduardo Jorge da Cruz Dantas)

À Tânia e ao Eduardinho

Que foram o amparo nos dias difíceis.

A inspiração, quando dela precisei.

*Água que passa e canta
É água que faz dormir...
Sonhar é coisa que encanta,
Pensar é já não sentir.*

Fernando Pessoa

Agradecimentos

Este estudo foi fruto não só de uma, mas da convergência de muitas vontades. Sem o conhecimento e a experiência das pessoas que – directamente ou indirectamente – foram dando o seu contributo, este trabalho não estaria hoje concluído. Todavia, sem querer excluir ninguém, gostaria de destacar o auxílio decisivo daqueles que ajudaram a que mais uma etapa do meu percurso académico fosse ultrapassada.

Assim sendo, quero agradecer à Professora Doutora Lígia Costa Pinto o empenho, a lucidez dos comentários e a reflexão conjunta. Em grande parte, foi o seu incentivo que ajudou a ultrapassar as fases de maior angústia perante um horizonte, por vezes, nublado. Agradeço, também, ao Professor Doutor António Guerreiro de Brito pelas sugestões sempre atentas e eminentemente práticas.

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional e pela compreensão das “ausências presentes”. Foram, são e serão sempre o meu Porto de Abrigo. Foi graças ao vosso amor e carinho que aqui cheguei. O meu eterno Obrigado!

Resumo

A realização deste estudo teve como objectivo o cálculo da Pegada Hídrica (PH) do Norte de Portugal e a sua comparação com a PH do país – aquela que consta no relatório de 2011 de Mekonnen & Hoekstra (2505 m³/ano). Para a sua prossecução, inquiriram-se os agregados desta região, através de um questionário colocado *online*. Depois de calculada a PH *per capita* dos agregados – seguiu-se a metodologia traçada no manual de normas para avaliação da pegada hídrica – o manual comum (a partir de 2009) utilizado pela comunidade internacional de investigadores e organismos na área dos recursos hídricos –, calculou-se a PH *per capita* relativa. Em função desta, distribuíram-se os agregados por Quartis e, nalguns casos, dividiram-se pela sua Mediana. Os resultados obtidos mostraram que a Localidade, como a sua classificação – Litoral ou Interior – ou Zona – Urbana, Rural ou Mista – não possuem uma relação positiva com a PH dos agregados. Um comportamento que, também, se verifica na Escolaridade e Profissão. A Idade parece ter uma relação positiva com a PH. Este resultado pode indiciar que os inquiridos mais jovens possuem, hoje, maiores cuidados no consumo de água. O Rendimento médio mensal também aparenta ter uma relação positiva com a PH. Na adopção de dispositivos que reduzem o caudal de água – redutores de caudal de duche e autoclismo de dupla descarga – não se constataram diferenças entre agregados que possuíam estes dispositivos e aqueles que não. Em relação ao tempo médio despendido para tomar um duche, verifica-se que quanto maior é a duração média do duche maior é a PH. Os comportamentos alimentares dos agregados apresentaram, na sua grande maioria, uma relação positiva com a PH – designadamente, o consumo de Carne, Cereais, Vegetais, Fruta, Lácteos e Tubérculos. Algo expectável, pois quanto maior for o consumo – dados os volumes de água incorporados nestes produtos – maior será a PH. O facto de os agregados terem sido alvo de campanhas de sensibilização acerca dos comportamentos recomendados com o consumo de água ou de conhecerem, ou não, os termos Pegada Hídrica e Água Virtual, não possui uma relação com a respectiva PH. Por fim, no que diz respeito às preocupações ambientais dos agregados, a sua relação com a PH não é constatável.

Abstract

The main purpose of the current study is to compute the water footprint (WF) of Northern Portugal and compare it with the WF for the whole country, which according to Mekonnen & Hoekstra (2011) was 2505 m³/year. To this end, a questionnaire is developed and applied to a convenience sample of households in Northern Portugal. Using the information collected through the questionnaire, the water footprint of each household was computed using a standard method proposed and accepted by the international community for water footprint assessment - the handbook adopted (since 2009). After computing the household water footprint, households' water footprint per capita was computed and households were divided into quartiles. The results demonstrate that households' Location with respect to the coastline and urban characteristics does not a significant influence on the WF value, the same is true for education and profession data; Age seems to have a significant effect on the WF value, indicating that younger people are more aware of the water consumption; The average monthly income relates positively to the WF value; Applying devices that reduce the water flow - shower with flow reducer and dual flush cistern – do not appear to have a significant effect on households' WF; Interestingly, WF values increases according to the duration of the shower; Eating habits do present, generally speaking, a positive relation with the WF - namely, the consumption of meat, cereals, vegetables, fruits, dairy and tubercles. This result was to be expected as the WF value increases according to the increase of consumption - considering the water volumes incorporated in such products. The fact that the households have been exposed to awareness campaigns concerning habits related to water consumption and knowing, or not, the expression water footprint and virtual water, does not imply a relation to its respective WF. Finally, we do not observe a significant relation with the WF value and the environmental concerns of the households.

Índice de Conteúdos

Declaração	ii
Agradecimentos	vii
Resumo	ix
Abstract	xi
Índice de Conteúdos	xiii
Índice de Gráficos	xv
Índice de Tabelas	xvi
Índice de Ilustrações	xviii
Lista de Abreviaturas	xix
Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 - Revisão bibliográfica	4
2.1 <i>Água e Sustentabilidade</i>	4
2.2 <i>As externalidades</i>	7
2.3 <i>Instrumentos económicos na Correção de externalidades</i>	9
2.3.1 Tipologia dos instrumentos económicos	9
2.3.2 A Taxa Portuguesa de Recursos Hídricos	14
2.3.3 Base tributável da Taxa de Recursos Hídricos	15
2.4 <i>Água Virtual</i>	15
2.5 <i>Pegada Hídrica</i>	16
2.5.1 Componentes da Pegada Hídrica	18
2.5.2 Pegada Hídrica de um grupo de consumidores	22
2.5.3 Pegada Hídrica geograficamente limitada	23
2.6 <i>Estudo de casos Empíricos</i>	24

Capítulo 3 – Análise Empírica	28
3.1 <i>Introdução</i>	28
3.2 <i>Recolha dos dados e processo de inquirição</i>	29
3.3 <i>Caracterização dos agregados</i>	31
3.3.1 <i>Caracterização Geográfica e Sócio-demográfica</i>	31
3.3.2 <i>Caracterização dos hábitos de consumo do agregado</i>	36
3.3.3 <i>Conhecimentos sobre recursos hídricos e preocupações ambientais</i>	47
3.4 <i>Discussão dos Resultados</i>	50
3.4.1 <i>Análise à Pegada Hídrica, per capita e relativa</i>	50
3.4.2 <i>Caracterização sócio-demográfica dos agregados por Pegada Hídrica relativa</i>	51
3.4.3 <i>Comparação com a PH nacional e Testes Estatísticos</i>	60
Capítulo 4 – Conclusões	62
Bibliografia	67
Anexo 1 – Questionário Cálculo da Pegada Hídrica	73
Anexo 2 - <i>Printscreen do site para preenchimento do questionário</i>	81

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Número de agregados por localidade	31
Gráfico 2 - N° de agregados por Zona	33
Gráfico 3 - Número de elementos por agregado	33
Gráfico 4 – Distribuição do rendimento mensal líquido dos agregados	35
Gráfico 5 - Consumo semanal de carne por agregado	38
Gráfico 6 - Consumo semanal de cereais por agregado	39
Gráfico 7 - Consumo semanal de Fruta e vegetais por agregado	40
Gráfico 8- Análise dos agregados com jardim	42
Gráfico 9 - Percentagem de agregados com e sem redutor de caudal de duche	44
Gráfico 10 - Utilização de autoclismos com dupla descarga	45
Gráfico 11 - Análise do comportamento do agregado quanto ao fecho de torneiras	46
Gráfico 12 - Comparação PH Norte e PH Nacional	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Instrumentos económicos do sector da água (Strosser et al, 2011)	13
Tabela 2 - Classificação da Localidades	32
Tabela 3 - Indicadores Estatísticos da Idade	34
Tabela 4 - Análise à situação profissional dos agregados	34
Tabela 5 - Análise ao grau académico dos elementos do agregado	35
Tabela 6 - Pegada hídrica de alguns produtos de origem animal e vegetal. Adaptada de (Mekonnen e Hoekstra, 2010)	36
Tabela 7 - Média das pegadas hídricas de 3 tipos de carne	37
Tabela 8 - Dados estatísticos consumo de Fruta e vegetais	40
Tabela 9 - Número de lavagens semanal do carro do agregado	41
Tabela 10 - Número de meses em que o jardim é regado	42
Tabela 11 - N° de regas semanais do jardim do agregado	43
Tabela 12 - tempo despendido na lavagem de passeios	43
Tabela 13 - Duração de banho de duche (com redutor de caudal)	44
Tabela 14 - Duração de banho de duche (sem redutor de caudal)	45
Tabela 15 - Número de duches diário	47
Tabela 16 - Duração de cada banho de duche	47
Tabela 17 - Conhecimento do valor da factura da água	47
Tabela 18 - Conhecimento do termo "Água Virtual"	48
Tabela 19 - Conhecimento do termo "Pegada Hídrica"	48
Tabela 20 - Campanhas de sensibilização de uso da água	48
Tabela 21 - Preocupações ambientais dos agregados	49
Tabela 22 - Pegada Hídrica do agregado, per capita e relativa	50
Tabela 23 - Pegada Hídrica relativa	50
Tabela 24 - Localização dos agregados e PH relativa	51
Tabela 25 - Classificação das localidades e PH relativa	52
Tabela 26 - Idades médias por Pegada Hídrica relativa	53
Tabela 27 - Rendimento líquido do agregado e PH relativa	53

Análise comparativa entre a Pegada Hídrica do Norte de Portugal e a PH nacional

Tabela 28 - Escolaridade e PH relativa	54
Tabela 29 - Profissão dos elementos do agregado e PH relativa	55
Tabela 30 - Hábitos alimentares do agregado e PH relativa	55
Tabela 31 - Consumo de água doméstico e PH relativa	56
Tabela 32 - Dispositivos de redução de caudal de água	56
Tabela 33 - Campanha de sensibilização, conhecimento terminologia hídrica e PH relativa	57
Tabela 34 - preocupações ambientais do agregado e pegada hídrica relativa	58
Tabela 35 - Teste t para média da amostra	61

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Gestão sustentável dos recursos hídricos (Nixon et al, 2000)	6
Ilustração 2 – Determinação do nível óptimo de poluição.	8
Ilustração 3 – Aplicação de um imposto	10
Ilustração 4 – Evolução das vendas de direitos sobre a água em 12 estados do Oeste dos EUA	11
Ilustração 5 - Adaptado de (Rogers, 2008)	17
Ilustração 6 - Representação esquemática dos componentes da PH de um produtor ou consumidor	18
Ilustração 7 - Componentes principais da Pegada Hídrica de Portugal (hm ³ /ano)	27
Ilustração 8 - Calculadora da Pegada Hídrica da Water Footprint	60
Ilustração 9 - Questionário <i>online</i> para preenchimento dos agregados	81

Lista de Abreviaturas

AAZ: Água Azul

ACI: Água Cinzenta

AV: Água Virtual

AVE: Água Verde

PH: Pegada Hídrica

PHV: Pegada Hídrica Verde

PHA: Pegada Hídrica Azul

PHC: Pegada Hídrica Cinzenta

PHpc: Pegada Hídrica *per capita*

PHpcr: Pegada Hídrica *per capita* relativa

PNUEA: Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

SEDES: Associação para o Desenvolvimento Económico e Social

WF: Water Footprint

WWF: World Wide Fund for Nature

WFN: Water Footprint Network

WWAP - World Water Assessment Programme

UNESCO-IHE - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization -
Institute for Hydraulic and Environmental Engineering

Capítulo 1 - Introdução

A água – ou melhor, a sua escassez – tem vindo a tornar-se, lamentavelmente, num recurso estratégico. O planeta possui 1.400.000.000 Km³ de água, contudo, apenas 2,5% é água doce, os restantes 97,5% estão distribuídos pelos vários oceanos. No entanto, estes diminutos 2,5% ainda se dividem em gelo e neve (68,7%), nas zonas frias, 30,8% são águas subterrâneas, 0,8% é *Permafrost*¹ e apenas 0,4% está na atmosfera e na superfície terrestre. Desta diminuta quantidade, 67,4% está distribuída por lagos, 12,2% pelo solo, 9,5% pela atmosfera, 8,5% por solos húmidos, 8% por plantas e animais e um escasso 1,6% está em rios e correntes superficiais. Ou seja, nos rios e à superfície haverá, potencialmente, disponíveis, cerca de 6,440 Km³ de água.

Os dados globais de consumo não são consensuais. A introdução de novos conceitos – Água Virtual e Pegada Hídrica, por exemplo – dificultam, ainda mais, o consenso necessário, pois alertam para consumos de água “ocultos” que, até há pouco tempo, não eram levados em conta. Há, todavia, um valor que reúne algum consenso entre os organismos internacionais – o consumo global de, aproximadamente, 4500 Km³ de água por ano. Este número corresponde aos recursos hídricos “consumidos” pela agricultura – de longe o mais elevado com 3100 Km³ –, pela indústria – 800 Km³ – e consumo doméstico e municipal – 600 Km³. Atentando nestes valores, constata-se que as actividades agrícolas contribuem, de sobremaneira, para o elevado volume de água consumido, no entanto, não são despidendo os valores de água consumidos e poluídos no sector industrial e doméstico (WWAP - World Water Assessment Programme, 2009). De entre essas actividades podem-se destacar a rega, os banhos, os vários tipos de lavagem, a limpeza, a refrigeração e o processamento de produtos que recorrem à água.

¹ *Permafrost* vem de *permanent* (permanente em inglês), e *frost* (congelado em inglês). Este tipo de solo – congelado permanentemente – é característico da região do Ártico.

Apesar dos alertas que, amiúde, vão sendo feitos, não parece existir uma consciencialização de que o consumo de água – assim como a sua poluição – acaba por afectar, globalmente, toda a economia. Até recentemente, o interesse pela temática da água era partilhado por poucos. Negligenciava-se o facto da organização, as características da cadeia de produção e distribuição influenciarem os volumes de consumo e poluição da água associados a determinado produto final. Contudo, nas últimas décadas, diversos investigadores têm vindo a dar cada vez maior atenção ao tema da água “oculta” nas diversas cadeias de produção, distribuição e consumo.

O desenvolvimento dos conceitos Pegada Hídrica (PH) ou Água Virtual (AV) ganha, actualmente, maior acuidade, porquanto podem ser uma ferramenta útil para mitigar os efeitos perniciosos da pressão desmesurada que os recursos hídricos sofrem a cada dia que passa. Embora, como foi referido acima, o seu aparecimento também contribua para a controvérsia que existe na hora de calcular o consumo global de água.

O conhecimento de cifras que, até há uma década, eram inimagináveis, deveria ter o condão de alertar os decisores para a necessidade de alterar os paradigmas no que aos recursos hídricos diz respeito. Saber, por exemplo, que Portugal possui uma PH agrícola externa de 24.204 hm³/ano (WWF - Mediterranean Programme Office, 2011), valor que representa 58% do total da pegada hídrica do consumo nacional, deveria fazer repensar as políticas produtivas e o grau de dependência externa a que Portugal está sujeito.

Os objectivos centrais deste estudo são o cálculo da PH do Norte Portugal – e os factores que a influenciam – comparando-a com a média nacional fornecida por relatórios de organismos internacionais.

Para prossecução dos objectivos traçados, estruturou-se este estudo contemplando um conjunto de capítulos que permitam contextualizar o tema apresentado. Assim – para além da Introdução (capítulo 1) e das Conclusões da dissertação (Capítulo 4) – apresenta-se a revisão bibliográfica – capítulo 2 –, onde se faz uma reflexão sobre a água e a necessidade de existir um equilíbrio entre a

procura e a sua disponibilidade – em suma, a sua sustentabilidade – aprofundam-se, também, as explicações sobre os vários conceitos envolvidos neste trabalho. Ainda neste capítulo, dão-se a conhecer alguns estudos de caso.

No capítulo 3, explica-se o método de recolha dos dados e o processo de inquirição aos agregados da amostra. Faz-se a caracterização geográfica e sócio-demográfica dos inquiridos, assim como, os seus hábitos de consumo – designadamente, de bens alimentares e de água. Dá-se a conhecer o nível de conhecimentos que possuem acerca dos termos “Água Virtual” e “Pegada Hídrica”. Afere-se das preocupações que demonstram com determinados fenómenos ambientais – nomeadamente, alterações climáticas, poluição atmosférica, perda de biodiversidade, a escassez e poluição da água; apresenta-se a discussão dos resultados do inquérito. Analisa-se a PH do agregado, a PH *per capita* e a PH relativa; procede-se à caracterização sócio-demográfica dos agregados, distribuída por Quartis; compara-se a PH obtida neste trabalho com a PH nacional disponibilizada pela *Water Footprint Network*. Por fim, neste capítulo, realiza-se o teste estatístico à comparação entre as duas médias da PH *per capita* – a da amostra e a Nacional.

Capítulo 2 - Revisão bibliográfica

2.1 Água e Sustentabilidade

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi definido no Relatório da “Comissão Bruntland” como aquele que promove o incremento do bem-estar humano, respeitando os limites ecológicos e promove a igualdade dentro de uma mesma geração e entre esta e as gerações futuras. Para isso, existem condições que devem ser levadas em conta, nomeadamente, a limitação do crescimento populacional, a garantia dos recursos básicos – água, alimentos e energia – no longo prazo, a preservação da biodiversidade e dos vários ecossistemas, a diminuição do consumo de energia e do desenvolvimento de tecnologias assentes em fontes energéticas renováveis, o aumento da produção industrial nos países não industrializados baseada em tecnologias ecologicamente adaptadas, o controlo urbanístico, a integração entre os grandes e os pequenos centros urbanos e o suprimento das necessidades básicas – saúde, habitação e educação (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991).

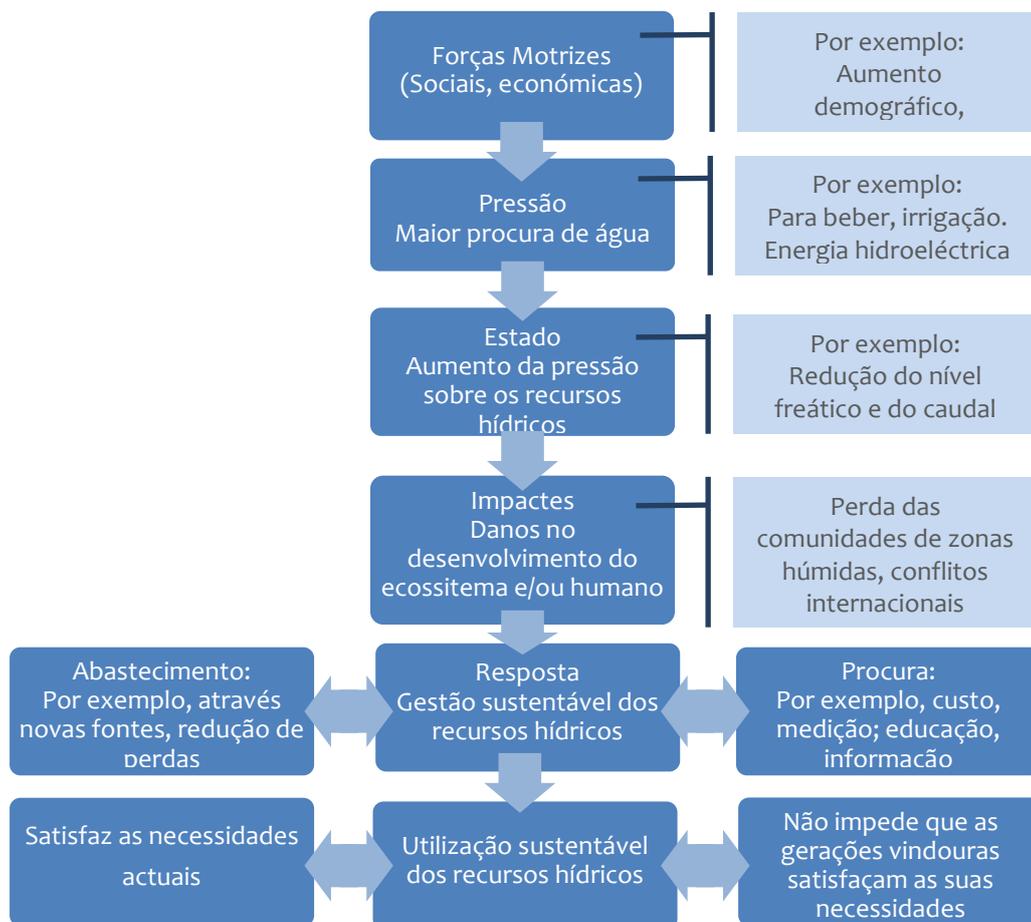
A ética Antropocêntrica de Kant, que preconizava uma exploração sem limites dos recursos do planeta – que levou à degradação ambiental e a rápida delapidação dos recursos naturais -, acabou por dar lugar a uma outra: a Ética Ecocêntrica – assente numa articulação mais estreita entre o homem e Natureza. (Brennan, 2002)

Esta mudança de paradigma – que se deu nos anos 70 do século passado – acaba por gerar novas implicações a nível económico e social. Fundamentalmente, com o desenvolvimento sustentável, há uma tentativa clara de conter o egoísmo racional existente no comportamento humano e postulado pela economia neoclássica. Criaram-se novos mecanismos que tentam sustentar os sistemas económicos existentes, separando-os das limitações ambientais. Para manter e legar o capital natural – referido acima – estabeleceu-se um “Contrato Social Intergeracional” que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas”. Surgiu, por isso, a

necessidade de correcção das ineficiências geradas pelas falhas de mercado, assim como, daquelas que são geradas pelas falhas de governo - no que diz respeito à formação de preços e à definição dos direitos de propriedade a nível ambiental. Passou a haver uma maior atenção ao rácio *Exploração-Regeneração* dos recursos renováveis, porquanto a Exploração não deve exceder a Regeneração dos recursos. Definiu-se que as inovações tecnológicas devem promover a troca de capital natural não renovável por capital natural renovável; a taxa de exploração deste capital natural renovável deve ser igual à de criação de substitutos desse capital – incluindo-se neste a reciclagem. Foi adoptado o Princípio da Precaução – que é definido como uma “Prevenção” mais extensa que leva em conta os perigos naturais e humanos, as lesões actuais e futuras, assente em critérios científicos de razoabilidade e de bom senso – de forma a respeitar o capital natural restante, limitando globalmente a actividade económica. Aparecem, também, os grupos de pressão e de interesse ambientais. É criada uma indústria ligada ao ambiente e passa a haver a responsabilização de toda a indústria pela protecção ambiental. São criadas medidas proteccionistas de apoio às empresas que respeitem o ambiente. Inicia-se a sensibilização das autoridades locais e do tecido empresarial para as causas ambientais, assim como, a criação de legislação que penalize os poluidores – cujo paradigma é a adopção do Princípio do Poluidor-Pagador – e que apoie os “amigos do ambiente”. (Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2002)

No que concerne à água, num relatório do início deste século, a Agência Europeia do Ambiente, referia, a propósito da sua sustentabilidade na Europa, que “a disponibilidade ou a qualidade inadequada dos recursos hídricos degradará os componentes aquático, terrestre e zonas húmidas do sistema. Existe, portanto, um potencial conflito entre a procura de água pelo homem e exigências ecológicas mais amplas. Como a humanidade depende do permanente funcionamento do ecossistema global, o conflito poderá ser considerado ilusório, mas as comunidades com recursos hídricos limitados estão indubitavelmente mais preocupadas com as suas necessidades imediatas de abastecimento de água do que com as necessidades mais vastas dos ecossistemas.” (Nixon et al., 2000) (ver Ilustração 1)

Ilustração 1 - Gestão sustentável dos recursos hídricos (Nixon et al., 2000)



Para haver sustentabilidade nos recursos hídricos, deverá existir equilíbrio entre a procura e a sua disponibilidade. Pelo lado da procura, a sua gestão, deve ser realizada pelos agentes abastecedores e reguladores, com medidas específicas para o sector, podendo passar por políticas de preços, pelo controlo do consumo, pela literacia hídrica e a interiorização da necessidade, por parte do consumidor, de manter os recursos hídricos. Quanto à disponibilidade, esta poderá ser maior se existir a construção de infra-estruturas nos locais onde o recurso água é menor ou através de transferências entre áreas onde o recurso é mais abundante e áreas onde é mais escasso. Pode-se recorrer a outras medidas para aumentar a disponibilidade, por exemplo, a reutilização de águas residuais ou processos alternativos, tais como, a dessalinização da água do mar, onde ela exista, ou o aproveitamento da humidade atmosférica. O controlo e correcção das fugas nos sistemas de distribuição de água poderão contribuir, em grande medida, para o

aumento da disponibilidade sem exigir um aumento da captação. (Nixon et al., 2000)

2.2 As externalidades

As externalidades são acções que podem trazer a terceiros custos ou benefícios não voluntários. Esta acção não está incorporada no preço, nem nas diversas transacções existentes no mercado onde esta ocorreu.

As externalidades, como foi referido, podem ser negativas ou positivas – ou seja, podem ter um custo ou benefício. O derrame de produtos tóxicos num rio, por exemplo, pode causar a morte da fauna aí existente, a contaminação da água e o enfraquecimento do potencial recreativo que esta poderia ter, quando afecta, involuntariamente e negativamente, um número elevado de pessoas. Esta é uma externalidade negativa. No lado oposto, ter-se-ão as externalidades positivas, a descoberta no laboratório de uma universidade, por exemplo, de uma nova forma de tratar estes produtos tóxicos, evitando que estes sejam derramados no rio, acabaria por afectar, involuntariamente e positivamente, esse grupo de pessoas.

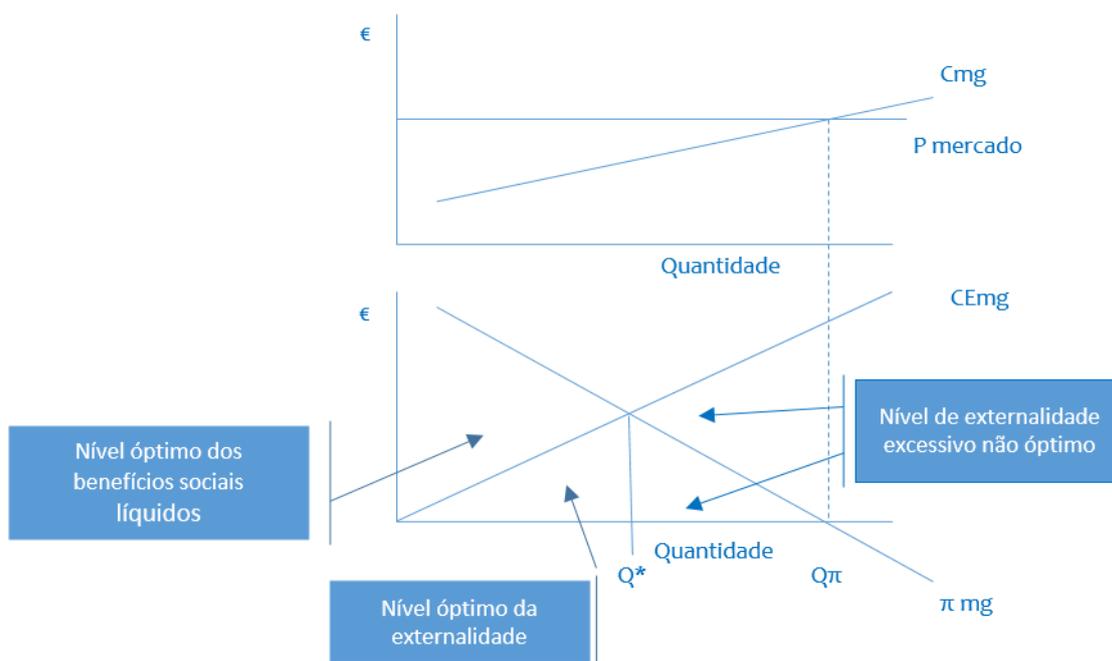
Externalidades e Ineficiência

Um dos problemas, na área ambiental, reside no facto de o mecanismo de mercado não incidir de forma eficaz sobre quem polui. Daí resulta que, de uma forma geral, esta tarefa deverá ser assegurada pelo Estado.

As externalidades, como foi dito, podem afectar terceiros involuntariamente. Os detritos tóxicos lançados para o rio afectarão pessoas e empresas que nada têm a ver com esta empresa. Ou seja, a sociedade terá um impacto num valor não quantificável – as perdas das empresas que se dedicavam a actividades de recreio nesse rio e dos particulares que costumavam passear e pescar junto às suas margens, por exemplo –, contudo, este valor não entra nas contas da empresa, porque são custos externos e não têm qualquer impacto na sua actividade.

Pelo que se disse acima, a poluição do rio – por exemplo – é uma externalidade que não traz eficiência em termos económicos. Se não existir regulação a nível ambiental, a empresa fixará o seu nível lucrativo de poluição ao igualar o seu lucro marginal de despoluição ao seu custo marginal de despoluição.

Ilustração 2 – Determinação do nível óptimo de poluição.



A ilustração 2 representa a determinação do volume óptimo de poluição. A linha do C_{mg} do mercado é o custo da despoluição. A linha descendente representa o Benefício Social marginal (π_{mg}) e a linha ascendente (CE_{mg}) os custos marginais de despoluição. Na quantidade óptima social Q^* os Benefícios Sociais Marginais e os Custos Marginais de despoluição são iguais. A área à esquerda da Q^* representa os ganhos que uma redução eficiente da poluição – ou na redução do lançamento de resíduos tóxicos para o rio do exemplo. Na área à direita, há um nível excessivo de externalidade – neste caso, de poluição.

A quantidade social óptima Q^* é menor que Q_{π} , pois nesta não estavam incorporados os custos da externalidade. Refira-se, no entanto, que Q^* a quantidade óptima social de poluição não é nula. A título de exercício, a redução da poluição para um valor nulo, implicará ter benefícios sociais marginais iguais a zero, a última unidade adicionada não se traduz num ganho social. Contudo, os custos marginais serão muito elevados. Ou seja, seria extremamente caro, com custos incalculáveis em termos energéticos, por exemplo, haver um grau de poluição nulo.

2.3 Instrumentos económicos na correcção de externalidades

2.3.1 Tipologia dos instrumentos económicos

Os decisores políticos, para colmatarem as ineficiências causadas pelas externalidades ambientais, possuem meios ao seu alcance, nomeadamente:

- a) Instrumentos de *comando e controlo*
- b) Instrumentos baseados no mercado: Taxas por emissão e Licenças de Emissão

Instrumentos de comando e controlo

Amiúde, os vários governos, socorrem-se de instrumentos do tipo *comando e controlo* para fazerem face a externalidades ambientais. À empresa, que tem sido o exemplo apresentado, poderia ser-lhe fixada uma redução, na quantidade de descarga máxima permitida, de detritos no rio. Ser-lhe-ia dito qual a tecnologia a empregar nessa redução. Neste tipo de regulação, existe pouca flexibilidade para a empresa alterar ou procurar novas abordagens. Dificilmente os decisores “acertarão” com a medida aplicada e com o nível de poluição eficiente.

Verifica-se, pelo exposto, que existem limitações neste instrumento. Além de não compararem os benefícios sociais e os custos marginais, as normas do tipo *comando e controlo* não levam em conta o tipo de empresa, de região e de indústria. Samuelson e Nordhaus afirmam que “sucessivos estudos têm vindo a confirmar que, porque temos usado a regulação do tipo *comando e controlo*, os nossos objectivos ambientais têm provado ser desnecessariamente dispendiosos”².

Instrumentos baseados no mercado

Taxas por emissão e Licenças de Emissão Negociáveis

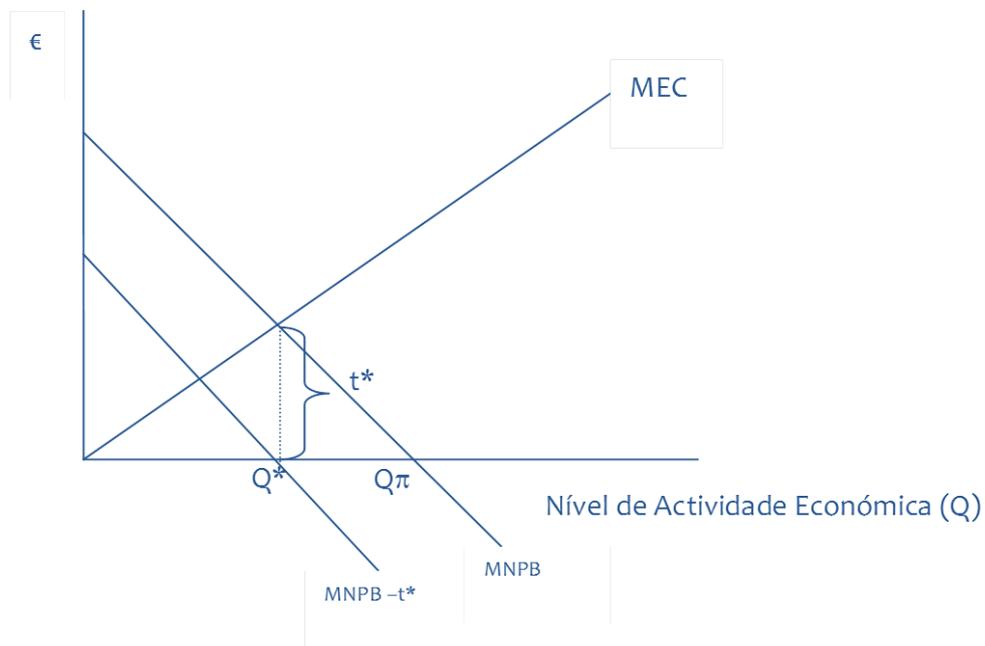
Os economistas têm vindo a sugerir que, em vez de instrumentos que apelem ao controlo directo por parte dos decisores políticos, deveriam ser aplicados incentivos económicos para que exista uma maior eficiência a nível de política ambiental. Recorrendo, por exemplo, ao uso de *taxas por emissão*. Neste caso, a empresa poluidora do rio do exemplo apresentado, pagaria um imposto pelos detritos

² Samuelson e Nordhaus (2005, p.375)

lançados no rio. Ou seja, haveria uma internalização da externalidade provocada. Os custos sociais seriam levados em conta³ pela empresa.

Sendo assim, se as taxas pela emissão forem criteriosamente calculadas, as empresas alvo destas, caminharão para o ponto de eficiência que, como foi demonstrado, iguala os custos sociais marginais aos benefícios sociais marginais. No entanto, mais uma vez, parte-se do pressuposto que as taxas estarão a ser “criteriosamente calculadas”.

Ilustração 3 – Aplicação de um imposto

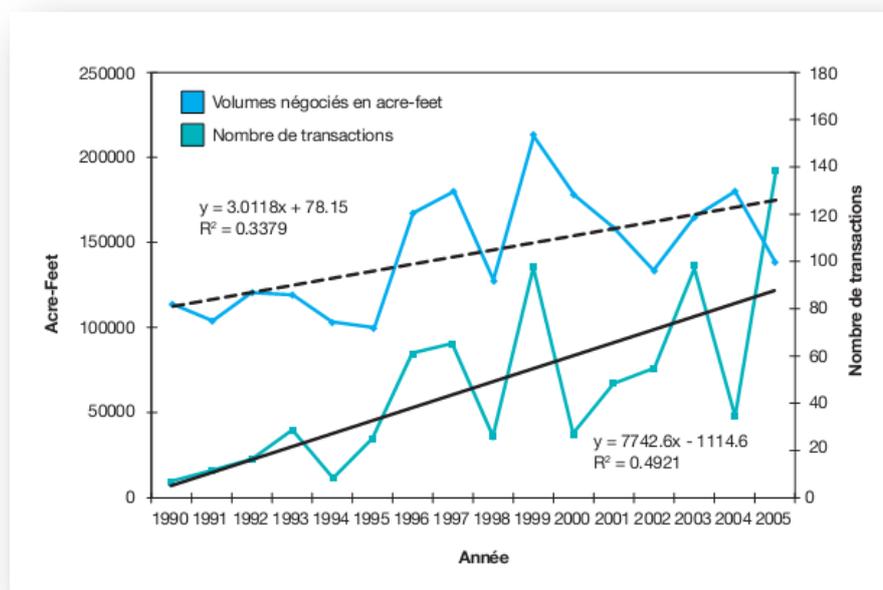


Graficamente (ilustração 3), a aplicação do imposto – o montante pago pelo poluidor por uma unidade de poluição que é igual à soma dos danos causados, avaliados no nível eficiente de poluição – mostra que o custo da empresa da empresa que polui o rio (considerando que este depende apenas da quantidade que produz e polui) é igual ao Benefício Privado Líquido Marginal (MNPB) – (Receita Marginal - Custo Marginal). O MEC, representa o Custo Marginal Externo. O montante óptimo da poluição será quando o Benefício Privado Líquido Marginal for igual ao Custo Marginal Externo. O imposto aplicado, quando deduzido ao Benefício

^{3 3} Samuelson e Nordhaus (2005, p.371)

Privado Líquido Marginal é igual a zero, não havendo, por isso, qualquer incentivo para haver um desvio desse valor.

Ilustração 4 – Evolução das vendas de direitos sobre a água em 12 estados do Oeste dos EUA (Strosser et al., 2011)



Uma outra solução encontrada no mercado é a utilização de licenças para poluir negociáveis. Em vez do uso de um imposto, os decisores políticos, escolhem o nível de poluição e emitem o número de licenças de acordo com esse nível. O valor de cada licença – representando o nível da taxa por emissão – é definido pelo mercado, ou seja, entre a oferta e procura de licenças. Embora, e sob condições específicas, tanto as taxas como as licenças negociáveis tem o mesmo resultado, o meio para lá chegar é que é diferente. Enquanto, com o primeiro instrumento, o governo obtém receitas directamente das taxas, no segundo, obtém-nas a partir da venda das licenças de emissão. Contudo, a grande vantagem deste instrumento reside na possibilidade do agente que necessitar reduzir a poluição – mas que para o fazer incorre em custos muito elevados - poder recorrer ao mercado, comprando licenças em vez de instalar equipamentos tecnológicos de combate à poluição demasiado onerosos para a capacidade da empresa.

As estratégias adoptadas pelos países mais desenvolvidos, na reforma e aplicação de impostos na área ambiental, passam, designadamente, pela supressão ou alteração de subsídios e normas tributárias geradoras de distorções, aplicação de

impostos mais coadunáveis com a área ecológica e ambiental e a criação de novas taxas de carácter ecológico. No que diz respeito aos títulos negociáveis, a sua aplicação tem maior significado nos EUA (a ilustração 4 reflecte a evolução do mercado de direitos de água em 12 estados do Oeste dos EUA).

No âmbito da água, os instrumentos económicos tem como característica principal a sua incidência sobre o preço tendo em conta determinados custos ou benefícios ambientais, ou seja, como foi referido anteriormente, a internalização das externalidades é uma forma de incutir nos agentes económicos alterações de comportamento (a tabela 1, na página seguinte, mostra os instrumentos económicos do sector da água)

Tabela 1 - Instrumentos económicos do sector da água (Strosser et al, 2011)

	Tipo de instrumento		Função/Principal objectivo	Exemplos
Instrumentos baseados no mercado	Taxas e direitos	Taxas de água	Obter os recursos financeiros para o funcionamento de um determinado serviço de água	Taxas sobre a água potável e água usada, taxas sobre a água para irrigação
		Taxas ambientais	Internalizar os impactos negativos sobre o ambiente e orientar os comportamentos, obter recursos financeiros para o orçamento principal	Taxa sobre o derrame de poluentes ou sobre a captação, taxa sobre poluentes de entrada (Taxa sobre a utilização de pesticidas, por exemplo)
		Direitos ambientais	Internalizar os impactos negativos sobre o ambiente e orientar os comportamentos, obter recursos financeiros destinados a suportar práticas e projectos que respeitem o ambiente	Direitos sobre derrame de poluentes ou captação, direitos sobre os poluentes de entrada (usos de pesticidas, por exemplo)
	Subsídios	Subsídios aplicados aos produtos	Aumentar a atractividade dos produtos "verdes" e dos factores de produção que permitem limitar o impacto negativo sobre os recursos hídricos ou gerar externalidades ambientais positivas	Subsídios aos produtos provenientes da agricultura biológica
		Subsídios aplicados às práticas	Promover práticas e processos de produção que permitam limitar o impacto negativo sobre os recursos hídricos ou gerar externalidades ambientais positivas	Subsídios às medidas agroambientais no sector agrícola.
Instrumentos baseados no mercado para criação de novos mercados	Mercado de bens ambientais	Licenças de Poluir Negociáveis	Garantir uma redução da poluição através da alocação otimizada entre sectores, incluído o ambiente natural	Mercado para as licenças de poluir negociáveis, destinado aos poluidores de uma bacia hidrográfica
		Licença de captação negociáveis	Garantir e otimizar a alocação de recursos hídricos entre sectores	Mercados informais de água de programas de irrigação, transferências de água permanentes/temporárias da agricultura para as zonas urbanas/ licenças de direitos de preferência
		Mecanismo de compensação	Elaborar mecanismos em função dos quais a degradação ambiental criam uma contrapartida financeira que servirá para financiar as acções alternativas que visem compensar essa degradação	Compensação da degradação ecológica no ecossistema aquático
Outros instrumentos de mercado	Acordos voluntários (pagamento pelo serviço ambiental)		Disposições contratuais, onde a manutenção ou fornecimento de um serviço ecológico está no centro de uma transacção monetária voluntária, efectuada entre o (s) beneficiário (s) e o (s) fornecedor (es) do serviço ecológico	Acordos entre companhias de águas e agricultores com o fim de promover boas práticas agrícolas no domínio da água potável nas zonas protegidas, acordos entre municípios e agricultores para a transmissão de práticas ao longo dos cursos de água.

2.3.2 A Taxa Portuguesa de Recursos Hídricos

Em 11 de Junho de 2008, com a aprovação do decreto-lei nº97/2008⁴, deu-se mais um passo na transposição da directiva nº2000/60/CE⁵ – que tinha começado com a Lei nº 58/2005⁶, conhecida como a Lei da Água.

Tendo por base, entre outros, o princípio do valor económico da água, pelo qual se reconhece que a água, constituindo um recurso escasso, deve ter uma utilização eficiente, confrontando-se o utilizador da água com os custos e benefícios que lhe são inerentes”⁷.

Este Decreto-Lei é o instrumento que os decisores políticos nacionais encontraram para fazer cumprir o valor social, ambiental e económico da água.

A directiva europeia citada, recomenda que se empreguem instrumentos económicos e financeiros para o uso racional dos recursos hídricos. Assim sendo, na elaboração do decreto-lei, os decisores encontraram a fórmula julgada capaz de responder a estes critérios de racionalidade, assinalando que “o aproveitamento de águas do domínio público hídrico, a descarga de efluentes, a extracção de inertes, a ocupação do domínio público hídrico ou a utilização de águas cujo planeamento e monitorização são assegurados pelo Estado são actividades às quais estão associados custos públicos e benefícios particulares”. Houve uma preocupação do legislador no que diz respeito às externalidades e à sua internalização, dizendo que, ” quando não se exige o custo ou o benefício do utilizador, permite-se, afinal, que ele provoque custos que o todo da comunidade acaba por suportar ou que se aproprie gratuitamente de recursos hídricos que são úteis ao todo da comunidade.”⁸

⁴ Diário da República (<http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/11100/0339503403.pdf>)

⁵ Jornal Oficial das Comunidades Europeias (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PDF>)

⁶ Diário da República (<http://dre.pt/pdf1sdip/2005/12/249A00/72807310.pdf>)

⁷ Diário da República (<http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/11100/0339503403.pdf>)

⁸ Idem

2.3.3 Base tributável da Taxa de Recursos Hídricos

Os cinco componentes que constituem a fórmula que expressa a taxa de recursos hídricos são os seguintes:

$$\text{Taxa de recursos Hídricos} = \mathbf{A} + \mathbf{E} + \mathbf{I} + \mathbf{O} + \mathbf{U}$$

Sendo **A**, a componente que corresponde a utilização privativa de águas de domínio público hídrico do Estado. **E**, a componente que “corresponde à descarga, directa ou indirecta, de efluentes sobre os recursos hídricos, susceptível de causar impacte significativo”⁹. **I** é a componente que corresponde à extracção de inertes do domínio público hídrico do Estado. **O**, é a componente relativa à ocupação do domínio público hídrico do Estado. E, por fim, **U**, a componente relativa à utilização de água sujeita a planeamento e gestão públicos.

2.4 Água Virtual

O conceito de Água Virtual (AV) foi proposto, pela primeira vez, por John Anthony Allan – num estudo que sugeria a possibilidade de importar *água virtual*, em vez de água real, como parte da solução dos problemas de escassez no Médio-Oriente (Allan, 1998) – o conceito é definido como sendo o volume total de água que, directa ou indirectamente, entra na cadeia de produção de um produto ou serviço. Segundo Allan no Médio Oriente – contexto em que introduziu este conceito – a importação de AV (em particular, aquando da importação de alimentos) seria uma forma de aliviar a pressão que é feita sobre os poucos recursos hídricos internos dos países em causa. A importação de AV passa a ser, assim, uma forma alternativa de abastecimento. É, por isso, considerado um instrumento eficaz, na gestão dos recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. (Allan, 2003)

Assim sendo, e sob a perspectiva da protecção dos recursos hídricos em determinada área – em particular se a área sofre de escassez de água –, será importante saber quanta água é usada para produzir bens de exportação e quanta água é importada virtualmente. Desta forma, poder-se-á perceber que bens devem

⁹ Diário da República (<http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/11100/0339503403.pdf>)

ser produzidos e que bens devem ser importados. Ou seja, será interessante saber qual o “ponto de equilíbrio de água-virtual” de determinada área. O “ponto de equilíbrio de água-virtual” de uma determinada área geográfica, durante um certo período, é definido como a importação líquida de Água Virtual, $AV_{i,liquida}$, que é igual à água virtual bruta, AV_i , menos a AV bruta exportada, AV_e :

$$AV_{i,liquida} = AV_i - AV_e^{10}$$

[volume/tempo]

Se a equação de equilíbrio da água virtual apresenta um valor positivo, tal significa que existe entrada de AV líquida em determinada área geográfica, vinda de outras áreas. Se o valor for negativo, existe saída de água virtual líquida dessa área. A AV bruta importada é um conceito interessante, pois fornece uma perspectiva da conservação da água existente nessa área. No que diz respeito à AV bruta exportada, esta mostra a PH da área relativa ao consumo de pessoas para onde esta se dirige. (Hoekstra et al., 2011)

2.5 Pegada Hídrica

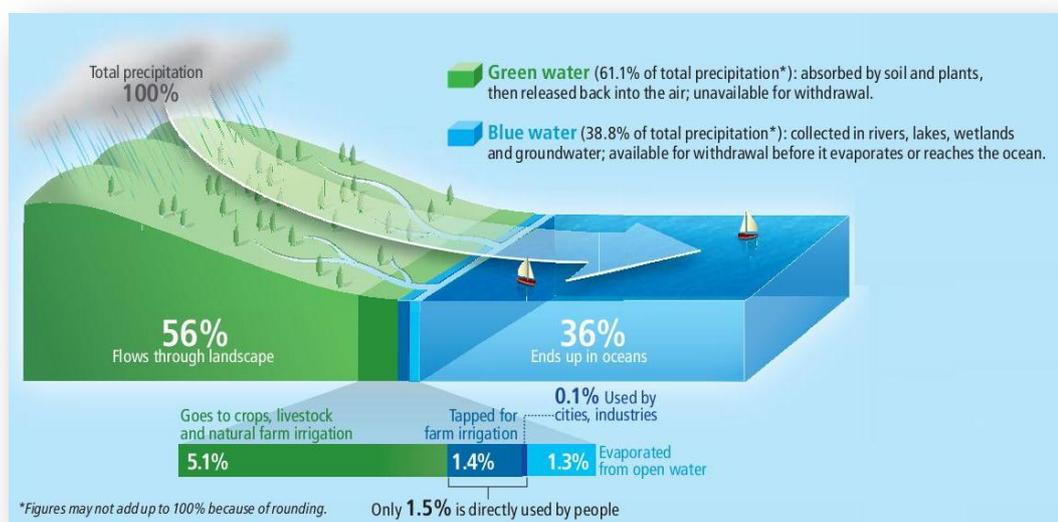
Muito associado ao conceito de *Água Virtual* está o conceito de *Pegada Hídrica (PH)*.(ver ilustração 5)

A PH de um produto (*commodity*, bem ou serviço) é definida como sendo o volume total de água consumida, directa ou indirectamente, para o obter, em todas as etapas da cadeia de produção (Hoekstra e Chapagain, 2004). Este indicador é complexo e multidimensional e mostra o volume de água consumida; além disso, todos os componentes da PH podem ser definidos em termos geográficos e temporais. Como indicador de “consumo de água”, a PH, difere da mera “quantificação de água” atendendo a três parâmetros:

¹⁰ Hoekstra et al. (2011, p.54)

- Não considera o volume de água captado, mas aquele que não retorna à fonte de onde foi retirado;
- Não se refere, simplesmente, ao consumo de água, pois leva, também, em conta os volumes de água “absorvidos” pelo produto e aqueles que são poluídos durante o processo produtivo;
- Não considera apenas o consumo directo de água, mas também aquele que indirectamente foi consumido.

Ilustração 5 - Adaptado de (Rogers, 2008)



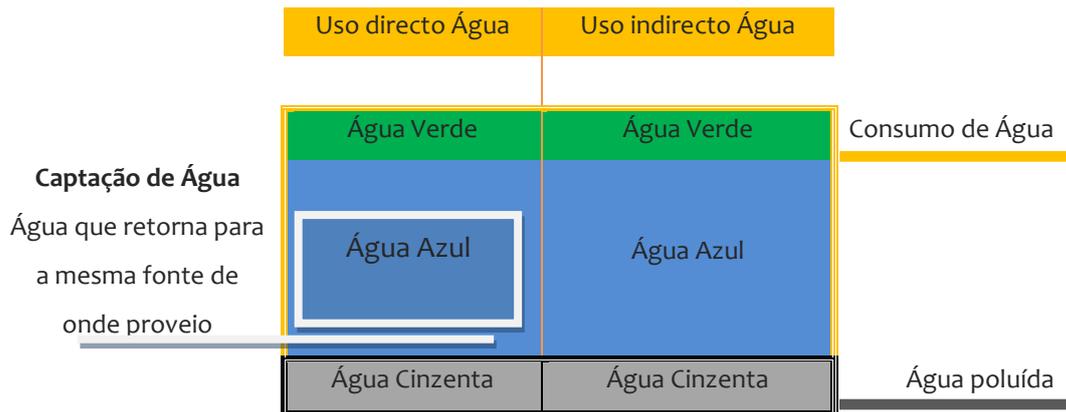
A PH oferece, portanto, um enfoque mais amplo e profundo no que ao consumo de água diz respeito, seja ele feito por um consumidor ou produtor. No entanto, este conceito não mede a grandeza do consumo de água nem a sua poluição a nível local. O impacto local, devido a determinado consumo e a subsequente poluição da água, é função da vulnerabilidade do sistema de água, a saber, o número de utilizadores dos recursos hídricos em causa e da sua poluição. A PH fornece informação sobre o consumo humano de água para determinados fins e actividades, sendo expressa em unidades espaço-tempo. É, por isso, necessário ter em atenção que uma distribuição adequada e uma utilização sustentável e equitativa da água contribuirá, certamente, para uma análise social, económica e ambiental sólida, a nível local. (Hoekstra et al., 2011)

2.5.1 Componentes da Pegada Hídrica

A Pegada Hídrica possui três componentes (ver ilustração 6):

- Água Verde
- Água Azul
- Água Cinzenta

Ilustração 6 - Representação esquemática dos componentes da PH de um produtor ou consumidor



Pegada Hídrica Verde

A *água verde* (AVE) é aquela que se infiltra no solo, em alguns artigos aparece referenciada como água do solo ou água de zona não saturada. Este tipo de água é a que permite o aparecimento e existência da vegetação natural das florestas e das culturas de sequeiro. Seguindo um ciclo natural, este tipo de água volta depois a evaporar-se directamente do solo ou através das plantas (Llamas, 2005).

A pegada hídrica verde (PHV) é um indicador do uso humano da água verde. A PHV é definida como sendo o volume de água da precipitação consumida durante o processo produtivo. Este indicador é particularmente relevante no que concerne à produção agrícola e florestal, onde é levada em linha de conta a evapotranspiração da precipitação total (dos campos e plantações) e a água incorporada em determinado produto ou na madeira.

A PHV de determinada etapa de um processo produtivo é calculada da seguinte forma:

$$PH_{\text{proc,verde}} = \frac{\text{Evaporação Água Verde} + \text{Água Azul Incorporada}}{[\text{Volume/Tempo}]}$$

A distinção entre a Pegada Hídrica Azul (PHA) e a PHV é importante, porquanto o impacto hidrológico, ambiental e social – assim como, o custo de oportunidade na utilização de água de superfície ou subterrânea na produção –, difere claramente dos impactos e custos quando a água tem origem na precipitação.

O consumo de AVE na agricultura pode ser medido ou estimado através de um conjunto de fórmulas empíricas ou através de um modelo que estime a evapotranspiração suportado por dados climáticos, do solo e das características da cultura. (Hoekstra et al, 2011)

Pegada Hídrica Azul

A água dos rios, lagos e aquíferos recebeu, na década de 80, a designação de *água azul* (AAZ). Sendo esta a definição que, ainda hoje, vigora. A Pegada Hídrica Azul (PHA) é um indicador de água consumida. Esta “água consumida” diz respeito a um destes casos:

- Água que se evapora;
- Água que é incorporada num produto;
- Água que não volta à origem de onde foi retirada, volta, por exemplo, para outro local ou para o mar;
- Água que não volta no mesmo período de tempo. É captada numa altura de escassez e retorna em períodos de maior humidade.

O primeiro caso – da evaporação da água – é o mais significativo. Por isso, será aquele que mostra que a água consumida é igual à evaporação, no entanto, os outros três casos, quando relevantes, devem ser levados em conta. Toda a evaporação que diga respeito a determinada produção deve ser levada em linha de

¹¹ Hoekstra et al. (2011, p.30)

conta, incluindo a água que evapora durante o armazenamento, o transporte, o processamento, a captação e distribuição. (Hoekstra et al, 2011)

Ao designar-se por “água consumida” isto não significa que esta desaparece, porquanto a água continua no ciclo e, por vezes, reaparece algures. A água é um recurso renovável, todavia, isto não quer dizer que a sua disponibilidade seja ilimitada. Durante algum tempo, a quantidade de água que reabastece os aquíferos e que flui num rio é sempre limitada a uma certa quantidade. A água dos rios e aquíferos pode ser usada para vários fins – irrigação, uso industrial ou uso doméstico. Contudo, num certo período de tempo, não é possível consumir mais água do que aquela que está disponível. A PHA mede a quantidade de água disponível que, num certo período, é consumida. Ou seja, aquela água que não retorna ao mesmo meio de onde foi captada. Assim sendo, este indicador mede a quantidade de água azul consumida para uso humano. A restante, a subterrânea e a que corre na superfície não utilizada pelo homem, é deixada para suprir as necessidades dos ecossistemas que delas dependem. (Hoekstra et al., 2011)

A PHA em determinada etapa de um processo produtivo é calculada da seguinte forma:

$$PH_{\text{proc,azul}} = \frac{\text{Evaporação Água Azul} + \text{Água Azul Incorporada} + \text{Fluxo de Retorno Perdido}}{[\text{Volume/Tempo}]}$$
¹²

A última componente diz respeito ao fluxo de água de retorno indisponível para reutilização na mesma área, e no mesmo período de tempo, onde foi captada, porquanto pode ter sido lançada noutra área (ou foi lançada para o mar) ou retorna num período de tempo diferente.

A avaliação da PHA de um processo produtivo pode ser relevante (atendendo ao objecto de estudo) para distinguir as origens da água azul. A divisão mais relevante tem a ver com as águas de superfície, fluxos (renováveis) de água subterrâneos e água fossilizada. (Hoekstra et al., 2011)

¹² Hoekstra et al. (2011, p.26)

A unidade da PHA é o volume de água por unidade de tempo, por exemplo, por dia, por mês ou ano. Quando dividida pelo produto originado no processo, a pegada hídrica pode ser também expressa em volume de água por unidades de produto. Para calcular a PHA na produção agrícola, por exemplo, a informação estatística disponível de AAZ mostra, geralmente, a totalidade da água utilizada apenas por irrigação e não a AAZ consumida. Medir a evapotranspiração de uma cultura é uma tarefa exigente. Todavia, mesmo que essa tarefa seja terminada com sucesso, haverá que determinar a parte de água azul do total de água utilizado. Por isso, geralmente, recorre-se a modelos de uso equilibrado de água que utilizam dados do clima, solo, características da cultura e de irrigação como *input*.

Pegada Hídrica Cinzenta

A pegada hídrica cinzenta (PHC) de um processo produtivo é um indicador do grau de poluição de água doce que este pode provocar. É definida como o volume de água doce que é necessária para diluir a carga poluente tendo por base as concentrações naturais e os *standards* ambientais definidos para a água. O reconhecimento do conceito de PHC deve-se, em muito, ao facto de a dimensão da poluição da água poder ser expressa através do volume (de água) que é necessário para diluir os poluentes até que estes se tornem inócuos.

A PHC é calculada dividindo a carga poluente (L, em massa, tempo) pela diferença entre os *standards* ambientais de qualidade da água, definidos para esse poluente (concentração máxima admitida C_{max} , em massa/volume) e a sua concentração natural no corpo de água receptor (concentração máxima admitida C_{nat} , em massa/volume).

$$PH_{proc,cinza} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$

[Volume/Tempo]¹³

A concentração natural em determinada massa de água é definida como a concentração que poderia ocorrer se não existisse intervenção humana na captação.

¹³ Hoekstra et al. (2011, p.32)

Os cálculos da PHC são realizados usando os *standars* de qualidade ambiental para a água, ou seja, standards que respeitam as concentrações máximas permitidas (Hoekstra et al., 2011).

2.5.2 Pegada Hídrica de um grupo de consumidores

A pegada hídrica de um grupo de consumidores é definida como o volume de água consumida e poluída na produção de bens e serviços usados pelo somatório das PH de cada consumidor.

O cálculo da pegada de um consumidor é o resultado da soma da sua pegada individual e da sua pegada hídrica indirecta, conforme se apresenta abaixo:

$$PH_{\text{consumidor}} = PH_{\text{consumidor,directa}} + PH_{\text{consumidor,indirecta}}^{14}$$

[volume/tempo]

A pegada hídrica directa diz respeito ao consumo e poluição de água no quotidiano do consumidor – em casa e, se existir, no Jardim, por exemplo. A pegada hídrica indirecta diz respeito ao consumo e poluição de água associada à produção de bens e serviços pelo consumidor. Está, por exemplo, relacionada com o consumo de alimentos, vestuário, papel, energia e produtos industrializados. A utilização de água indirecta é calculada, multiplicando todos os produtos pela respectiva pegada hídrica:

$$PH_{\text{consumidor,indirecta}} = \sum_p (C[p] \times PH_{\text{produto}} [p])^{15}$$

[volume/tempo]

¹⁴ Hoekstra et al. (2011, p.52)

¹⁵ *Ibid.*

$C[p]$ é o consumo do produto p (unidades de produto/tempo) e $PH_{\text{produto}} [p]$ a pegada hídrica desse produto (volume de água/unidades de produtos). O conjunto de produtos em causa diz respeito a todos aqueles bens e serviços usados pelo consumidor.

O volume total de p consumido tem, geralmente, origens geográficas diferentes x . A PH média de um produto p é calculada da seguinte forma:

$$PH_{\text{produto}} [p] = \frac{\sum_x (C[x, p] \times PH_{\text{produto}} [x, p])}{\sum_x C[x, p]} \quad 16$$

[volume/unidades de produto]

Onde $C[x, p]$ é o consumo do produto p com origem em x (unidades de produto/tempo) e $PH_{\text{produto}} [x, p]$ a pegada hídrica do produto p com origem em x (volume de água/unidade de produto). Em função do nível de análise desejado, poder-se-á definir a origem com maior ou menor precisão. Se não houver interesse em definir a origem dos produtos consumidos, dever-se-á recorrer às estimativas médias globais ou nacionais da PH dos produtos consumidos. No entanto, se houver interesse em saber a origem dos produtos, poder-se-á calcular a PH detalhadamente (Hoekstra et al., 2011).

2.5.3 Pegada Hídrica geograficamente limitada

A PH de uma determinada área geográfica é definida como sendo o total de água consumida e poluída dentro dos limites dessa área. É essencial a definição dos limites da área em questão. A área pode ser a de captação, bacia hidrográfica, província, Estado, nação ou qualquer outra unidade geográfica.

A pegada hídrica limitada a determinada área geográfica, $PH_{\text{área}}$, é calculada somando a PH de todos os processos que utilizam água nessa área. Ou seja:

$$PH_{\text{área}} = \sum_x PH_{\text{processo}} [q] \quad 17$$

[volume/tempo]

¹⁶ Hoekstra et al. (2011, p.52)

¹⁷ Hoekstra et al. (2011, p.53)

Onde $PH_{\text{processo}[q]}$ diz respeito à PH de um processo q limitada a determinada área geográfica. A equação soma todos os processos de água consumida e poluída que ocorrem em determinada área.

A exportação de água real fora de uma determinada área, como é o caso das transferências entre as bacias hidrográficas, será contabilizada como a PH da área para onde a água é exportada.

2.6 Estudo de casos Empíricos

Os estudos iniciais começaram por estimar os fluxos de AV (Azul) de cada país, em relação ao comércio de produtos agro-pecuários. (Hoekstra e Hung, 2002) e (Hoekstra e Chapagain, 2004)

Em 2004 foi publicado um estudo, pormenorizado, onde era calculada a PH de todos os países (Hoekstra e Chapagain, 2004). Nesse estudo, tanto a *água azul* como a *água verde* eram já contabilizadas, todavia, não eram distinguidas. Os autores estimaram que a PH global era de 7.450 Km³/ano, o equivalente a 1.240 m³/per capita ano. A maior parte desta pegada deve-se à produção de alimentos e de outros produtos agrícolas. Do total da água consumida pelos países, 16% destinava-se ao comércio internacional. Os produtos com maior PH são: a carne bovina, a soja, o trigo, o cacau, o arroz, o algodão e o milho (Hoekstra e Chapagain, 2004).

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados e publicados, relacionados com a problemática da AV e a PH de diversos países.

Um trabalho com particular interesse, no que concerne à introdução de novos conceitos, é o de Cristina Madrid e Esther Velázquez. Nele, as autoras, propõem o conceito de *Metabolismo Hídrico*. Considerando que este poderá ser, por um lado, um marco de análise para a gestão da procura de água, mediante a incorporação do estudo dos fluxos de AV e, por outro lado, poderá ser aplicado ao sector hortofrutícola andaluz. A principal conclusão das autoras é que o *Metabolismo Hídrico* é, em sua opinião, o marco conceptual e metodológico indicado para o estudo dos fluxos físicos de água numa economia, considerando os fluxos reais e virtuais e os de entrada e saída. No que diz respeito às pesquisas

realizadas, a principal conclusão diz respeito à ocorrência – na região andaluza – de maiores exportações do que importações de AV. Significando que, dadas as condições territoriais, climáticas e de escassez hídrica da região, há uma inadequação da planificação agrícola regional no que diz respeito à disponibilidade de recursos. (Madrid e Velázquez, 2008)

No que respeita à questão da AV, também o Brasil tem dado o seu contributo com vários estudos. Destacando-se o estudo “Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água”. Nele, os autores, fazem uma análise da “água exportada” em *commodities*, tais como, soja, carne e açúcar. Chegando à conclusão que, “em termos ambientais mais amplos, significa a transferência de um recurso ambiental que o Brasil possui em grande quantidade, a água, para países que não dispõem desse recurso. Em termos de mercado internacional, quando se consideram as vantagens comparativas de cada país, essa situação é bastante plausível.” (Carmo et al., 2007)

O comércio de bens agrícolas é, de longe, o maior veículo de transporte de água ao longo do planeta. Por isso, Alberto Garrido, acompanhado de outros investigadores, dedicou-lhe um estudo exaustivo. (Garrido et al., 2010)

A escassez de água é um problema que afecta muitas regiões e países. Situação que tem tendência para agravar-se, no futuro, devido às alterações climáticas, crescimento económico e ao aumento da procura de bens agrícolas.

O estudo sobre o caso espanhol pretendeu, em primeiro lugar, analisar um conjunto de factos importantes sobre a escassez de água e, simultaneamente, reflectir sobre o papel do comércio de AV. Foi demonstrado que Espanha é um importador líquido de AV, com tendência para aumentar. A maior importação de água virtual é feita através de cereais e rações para alimentação animal, enquanto a exportação, tem a ver com produtos de origem animal, frutas e legumes. O comércio de AV é uma forma de reduzir a vulnerabilidade do sector agro-alimentar às alterações climáticas, reforçando as vantagens competitivas dos seus recursos naturais e os investimentos na agricultura. A análise econométrica dos dados das

províncias espanholas, durante 10 anos, mostra que as exportações de água não variam em função da escassez cíclica de água, em grande parte explicada por factores fixos. O comércio de água virtual não acentua a escassez de água, embora seja uma fonte de pressão na gestão dos recursos hídricos. O estudo defende que, com um tarifário adequado, o comércio de AV tornar-se-ia mais eficiente.

Em 2010, é realizado um estudo que analisa a água verde, azul e a PH na produção de tomate, em Espanha (Chico et al., 2010). Avaliando, também, a produtividade entre diferentes sistemas de produção. Simultaneamente, comparou a produtividade das águas superficiais e subterrâneas e faz o cálculo da AV das exportações de tomate de Espanha. A pegada hídrica total de 1 Kg de tomate produzido em Espanha é, em média, de cerca de 236 Litros/kg, variando entre os 216 litros e 306 Litros/ kg.

A PH do tomate varia sobretudo em função da natureza agro-climática, do tipo de tomate, do volume e sistema de produção. Em média, a componente de *água verde* é cerca de 5%, a azul 36% e a *água cinzenta* 59%. As diferenças na PH entre os sistemas de produção são notórias (ao ar livre - de sequeiro ou regadio - vs. estufa). A produção de tomate ao ar livre, em regime de sequeiro, tem, inequivocamente, a maior PH, 966 Litros/kg, dos quais 84% é ACI. A PHC nos sistemas de regadio é, em relação aos sistemas de sequeiro, menor, principalmente, devido à maior produção destes sistemas de cultivo. (Chico et al., 2010)

A AV, contida na quantidade de tomate exportado por ano, é de 4hm³, 88hm³ e 134hm³ de AV, AAZ e ACI, respectivamente, sendo que a produtividade média da água é de 8.81€/m³.

No final do mesmo ano, 2010, é realizado um outro estudo que analisa PH da produção de azeite, em Espanha, entre os anos de 1997 a 2008.

A produção de azeite exige volumes substanciais de água, podendo variar em função das condições climáticas, sistema de produção e localização dos olivais. Este estudo avaliou, no espaço e no tempo, a PH da azeitona e azeite espanhol, durante o período compreendido entre o ano de 1997 e o ano de 2008. Analisando,

particularmente, o volume da PHV, PHA e PHC do azeite espanhol e o comércio de *água virtual* respectiva.

Em relação a Portugal, em 2011, é elaborado o primeiro relatório da PH Portuguesa pela *World Wide Fund for Nature* (WWF - Mediterranean Programme Office, 2011). Os cálculos basearam-se no trabalho de Hoekstra e Chapagain, em 2004 (veja-se a ilustração 7).

Ilustração 7 - Componentes principais da Pegada Hídrica de Portugal (hm³/ano)

PH Azul			PH Verde		PH Cinzenta
Agricultura	Urbana	Indústria	Interna	Externa	
6.210	1.090	2.030	8.000	10.550	600

As conclusões deste relatório revelam que Portugal possui uma das maiores PH *per capita*, a nível mundial. Contribuindo, em muito, para este resultado, a sua PH externa.

Os produtos agrícolas pesam cerca de 96% na pegada hídrica nacional (o algodão, a soja e os produtos de origem animal, representam, por si só, $\frac{3}{4}$ desse valor). Portugal está extremamente dependente dos recursos hídricos espanhóis, nomeadamente, de AAZ e ACI. Contudo, Portugal é um exportador líquido de água através da azeitona e da uva.

O relatório sugere que seja levada em linha de conta a análise PH no planeamento das bacias hidrográficas, estratégias de negócio e na regulação do comércio internacional. Por fim, o relatório recomenda que Portugal e Espanha partilhem, não só a sua vizinhança institucional no contexto europeu, a sua geografia, história e cultura, os seus valores e problemas ambientais, mas também muito dos seus recursos hídricos, devendo ser pioneiros neste caminho para um futuro sustentável (WWF - Mediterranean Programme Office, 2011).

Capítulo 3 – Análise Empírica

3.1 Introdução

Pelo que já foi exposto em capítulos anteriores, o cálculo da PH – dado que é um indicador do uso de água doce (medido, como já mostrado, em m^3/ano) – é, cada vez mais, uma ferramenta que ajuda a aferir comportamentos sustentáveis em relação à água. Por isso, na realização deste trabalho, houve, desde logo, a intenção de perceber qual seria a PH do Norte de Portugal e quais seriam os factores que a influenciavam.

Os cálculos para obtenção da PH, dos agregados inquiridos, foram realizados pela calculadora – na sua versão mais extensa, pois também existe uma calculadora simples para obtenção rápida da PH – da plataforma web da *Water Footprint Network* (WFN)¹⁸. Depois de realizados os cálculos a cada um dos agregados, procedeu-se ao cálculo da PH *per capita* de cada elemento que os compõem. Calculou-se, também, a respectiva PH relativa para, desta forma, proceder à caracterização dos agregados por Quartil, tendo em conta determinadas variáveis – designadamente, rendimento mensal do agregado, idade média, escolaridade, localização, hábitos alimentares, comportamento no uso doméstico da água, literacia hídrica e preocupações ambientais.

¹⁸ Water Footprint Network “Your Water Footprint. Extended Calculator” (<http://goo.gl/u6hP>)

3.2 Recolha dos dados e processo de inquirição

A recolha dos dados para o cálculo da PH ocorreu entre Agosto e Setembro de 2011.

O questionário apresentado aos inquiridos foi adaptado de outro, criado, originalmente, pelo Prof. Arjen Hoekstra e o Dr. Ashok Chapagain da UNESCO-IHE, em 2004 – disponível no endereço electrónico da *Water Footprint Network* (WFN)¹⁹. Este endereço foi, também, usado para calcular a PH do agregado.

Para a obtenção de questionários de agregados de várias zonas do Norte de Portugal – e desta forma obter uma maior abrangência da região – fez-se chegar, por correio electrónico, solicitações de preenchimento a vários contactos institucionais.

No questionário foram incluídas questões que fizessem a caracterização geográfica dos agregados inquiridos, assim como, a respectiva caracterização da zona onde estes habitam: **Zona Rural, Urbana** ou **Mista**.

Foram também incluídas questões relacionadas com a composição do agregado familiar, assim como, idade, rendimentos mensais líquidos do agregado, profissões, escolaridade, hábitos alimentares, comportamento no uso doméstico da água, literacia hídrica, preocupações ambientais, informação quanto a preço da água e se foram alvo de alguma campanha de sensibilização para o seu uso racional.

O processo de inquirição foi suportado pela colocação de um questionário (ver [Anexo1](#)) no endereço: <http://goo.gl/SJ1O1>. Apesar de estar na base deste questionário, o original da WFN é omissivo nas questões que se prendem com as características sócio-económicas dos inquiridos, assim como, noutras ligadas às preocupações ambientais de quem responde ou da informação que possuem quanto à importância dos recursos hídricos e do seu preço. Assim, colmataram-se estas omissões – importantes para este estudo – acrescentando, ao original da WFN, novas questões.

¹⁹ Water Footprint Network “Your Water Footprint. Extended Calculator” (<http://goo.gl/u6hP>)

1. Questões para caracterização geográfica e sócio-demográfica;
2. Questões para informação sobre os hábitos de consumo do agregado;
3. Questões para conhecimento das preocupações ambientais do agregado.

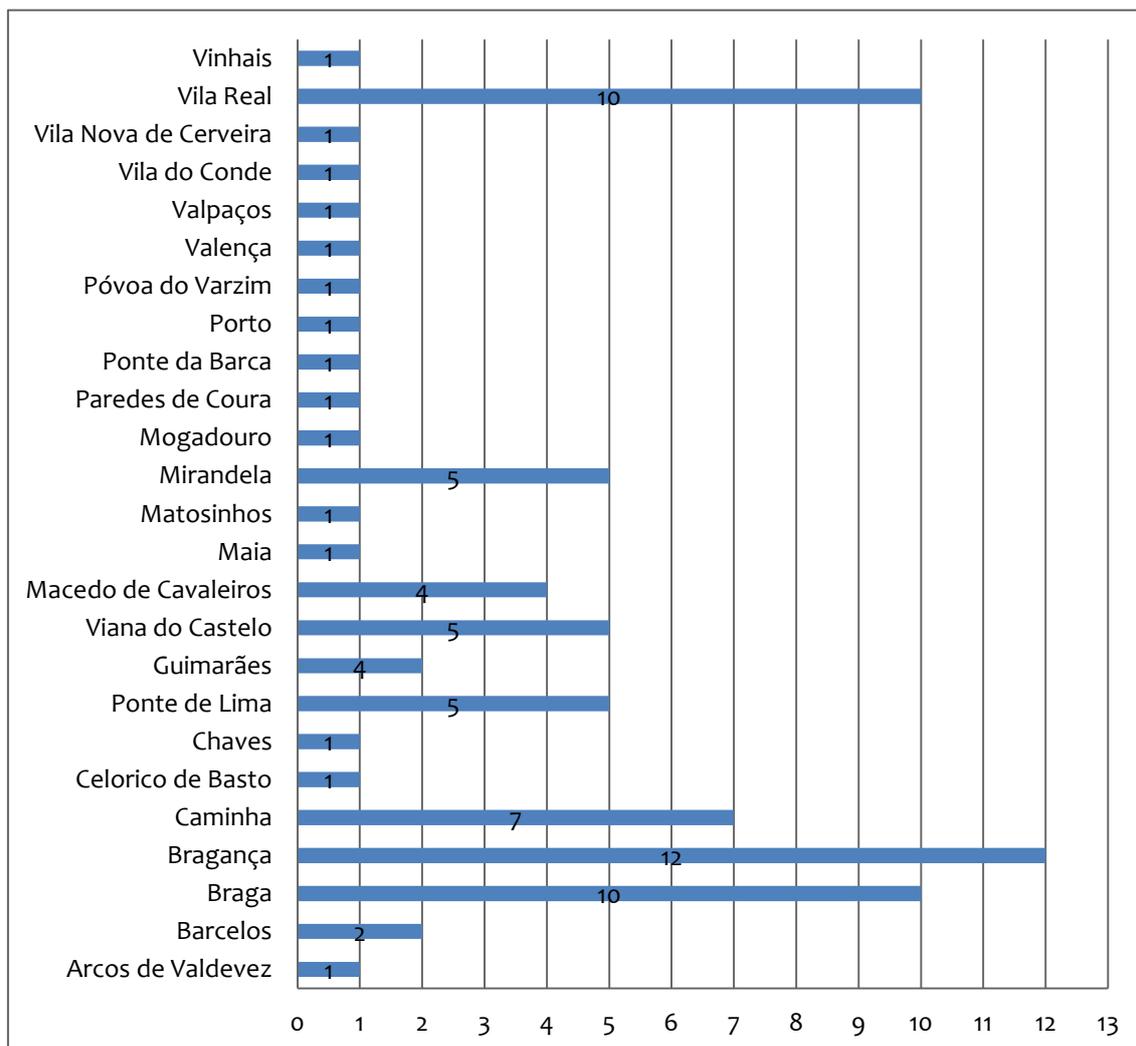
As questões, distribuídas pela primeira parte, tiveram como finalidade recolher informação que faça uma caracterização geográfica e sócio-demográfica do agregado. As questões, da segunda parte, visavam conhecer os hábitos de consumo do agregado – dieta alimentar, uso doméstico da água e adopção de dispositivos de redução de consumo de água. As últimas questões procuravam recolher informação acerca do conhecimento que o agregado possui, no que diz respeito ao preço da água consumida e terminologia inerente aos recursos hídricos – designadamente, o termo “Pegada Hídrica” e “Água Virtual”. Foi adicionada uma última questão que procurava aferir o grau de gravidade que o agregado atribui a determinados problemas ambientais, designadamente, à poluição atmosférica, à poluição da água, à perda da biodiversidade, às alterações climáticas e à escassez de água.

3.3 Caracterização dos agregados

3.3.1 Caracterização Geográfica e Sócio-demográfica

O questionário foi ministrado a agregados oriundos da zona Norte de Portugal. Responderam 77 indivíduos, um inquirido por agregado.

Gráfico 1 - Número de agregados por localidade



A divisão entre localidades do Litoral e do Interior foi feita tendo como referência as Unidades Territoriais Estatísticas de Portugal – NUTS III – classificando como sendo do Litoral as que confinam com o mar e as que possuem o seu

concelho principal a menos de 60 Km do Porto e como sendo do Interior as restantes²⁰.

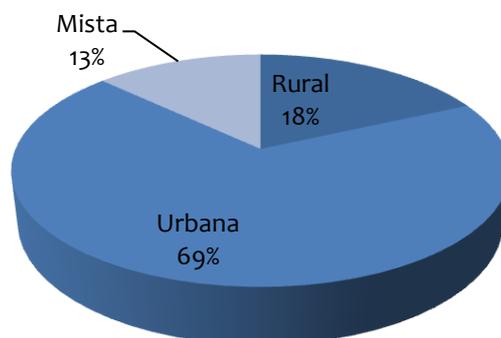
Tabela 2 - Classificação da Localidades

Localidades	Nº de Agregados	Litoral/ Interior
Bragança	12	Interior
Chaves	1	Interior
Macedo de Cavaleiros	4	Interior
Mirandela	5	Interior
Mogadouro	1	Interior
Valpaços	1	Interior
Vila Real	10	Interior
Vinhais	1	Interior
Total	35	
Arcos de Valdevez	1	Litoral
Barcelos	2	Litoral
Braga	10	Litoral
Caminha	7	Litoral
Celorico de Basto	1	Litoral
Ponte de Lima	5	Litoral
Guimarães	2	Litoral
Viana do Castelo	5	Litoral
Maia	1	Litoral
Matosinhos	1	Litoral
Paredes de Coura	1	Litoral
Ponte da Barca	1	Litoral
Porto	1	Litoral
Póvoa do Varzim	1	Litoral
Valença	1	Litoral
Vila do Conde	1	Litoral
Vila Nova de Cerveira	1	Litoral
Total	42	Litoral

²⁰ Alegria (http://www.apdemografia.pt/ficheiros_comunicacoes/280203833.pdf)

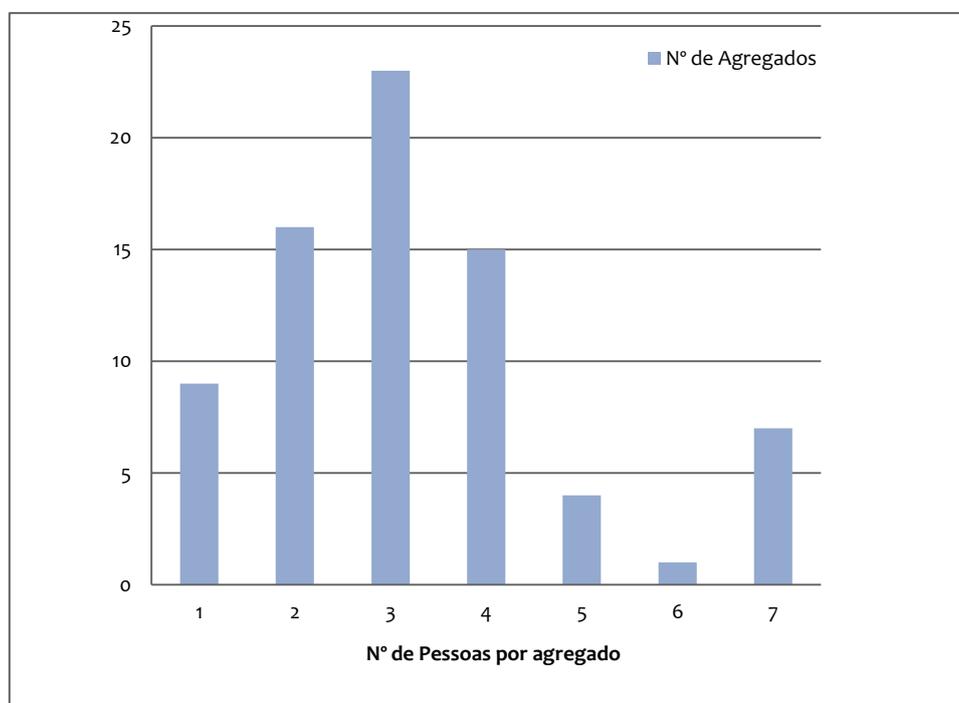
Gráfico 2 - N° de agregados por Zona

Caracterização da Zona



Os agregados pertencem, maioritariamente, a zonas urbanas. As restantes zonas – rural e mista – representam apenas 31% do total de agregados (ver gráfico 2).

Gráfico 3 - Número de elementos por agregado



Os agregados com 2 e 3 elementos são a maioria – 21% e 31%, respectivamente. Seguem-se os agregados com 4 elementos (20%), 1 elementos (12%), 7 elementos (10%), 5 elementos (5%) e 6 elementos (1%). (ver gráfico 3)

No questionário apresentado (ver [Anexo 1](#)), atribuiu-se um máximo de 10 elementos por agregado (embora o número máximo obtido no inquérito tenha sido 8 elementos). O gráfico 4 representa a média de idades de cada elemento do agregado. A média de idade do primeiro elemento do agregado (45,9 anos) e do segundo elemento do agregado (41,3 anos) destacam-se relativamente à média de idades dos restantes elementos do agregado – idade média do terceiro elemento 19,8 anos, do quarto 18 anos, do quinto 16 anos, do sexto 13 anos, do sétimo 19 anos e do oitavo 1 ano (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Indicadores Estatísticos da Idade

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máxima
Idade Elemento1	77	45.9	14.25	1	87
Idade Elemento2	69	41.3	12.53	9	69
Idade Elemento3	54	19.8	17.25	1	84
Idade Elemento4	31	18.0	20.84	1	83
Idade Elemento5	10	16.0	24.26	2	80
Idade Elemento6	2	13.0	16.23	1	24
Idade Elemento7	2	19.0	19.80	5	33
Idade Elemento8	2	1.0	0	1	1

Tabela 4 - Análise à situação profissional dos agregados

Profissão	Frequência	Percentagem
Empregada(o) conta de outrem	117	53.18
Empresária(o)	7	3.18
Empresária(o) em nome individual	7	3.18
Profissional liberal	5	2.27
Doméstica (o)	3	1.36
Desempregada(o)	6	2.73
Estudante	53	24.09
Reformada(o)	17	7.73
Outra	5	2.27

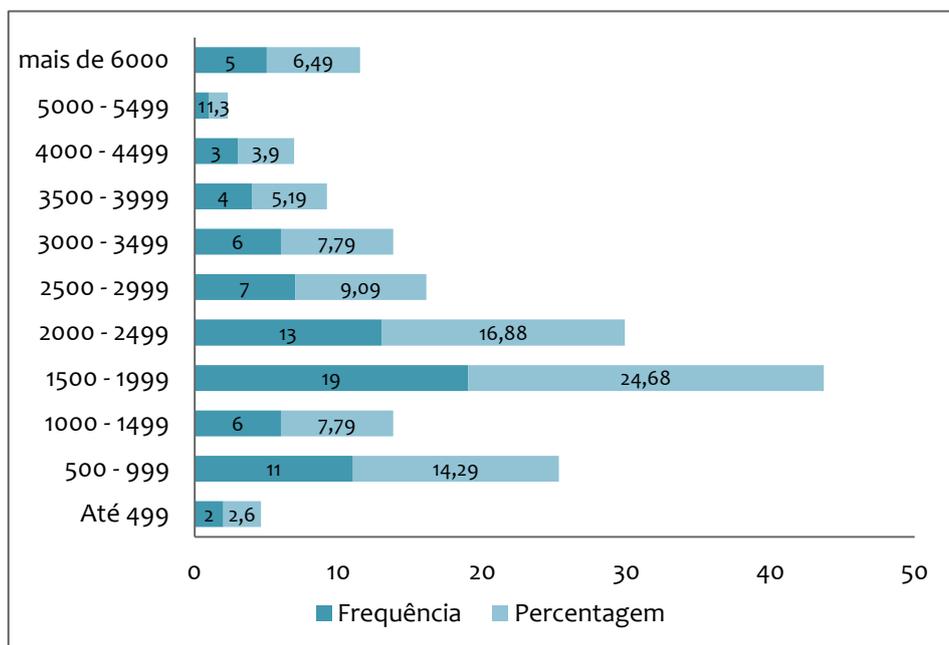
No que diz respeito à situação profissional dos elementos do agregado, verifica-se que, maioritariamente, estes elementos trabalham por conta de outrem (53,18%). A seguir, aparece a categoria “Estudante” (24,09%). As restantes categorias possuem percentagens que não chegam aos 10% dos elementos do agregado. (ver tabela 4)

Tabela 5 - Análise ao grau académico dos elementos do agregado

Grau Académico	Frequência	Percentagem
Básico	53	24.09
Secundário	35	15.91
Frequência Licenciatura	26	11.82
Licenciatura	45	20.45
Pós-graduação	10	4.55
Frequência Mestrado	21	9.55
Mestrado	15	6.82
Frequência Doutoramento	8	3.64
Doutoramento	4	1.82

Em relação ao grau académico, o Ensino Básico é o grau que 24,09% dos elementos possui. De seguida, 20,45% dos elementos possuem Licenciatura. O Ensino secundário é o grau académico de 15,91% dos elementos dos vários agregados. Possuem frequência de Licenciatura 11,82%. Os restantes possuem percentagens abaixo dos 10%: Frequência de Mestrado (9,55%), Mestrado (6,82%), Pós-Graduação (4,55%), Frequência de Doutoramento (3,64%) e Doutoramento (1,82%). (ver tabela 5)

Gráfico 4 – Distribuição do rendimento mensal líquido dos agregados



Analisando o rendimento mensal do agregado, constata-se que a maior percentagem dos rendimentos mensais líquidos por agregado estão no intervalo [1500-1999 Euros] (24,68%). Os rendimentos mensais líquidos de 16,88% dos

agregados, estão no intervalo seguinte [2000-2499 Euros], enquanto 14,29%, possuem rendimentos que vão dos 500 aos 999 Euros. As restantes classes de rendimentos contêm percentagens de agregados abaixo dos 10%. (ver gráfico 4)

3.3.2 Caracterização dos hábitos de consumo do agregado

A Tabela 6 sintetiza um relatório que mostra a PH de alguns produtos de origem animal e vegetal. Algumas das questões apresentadas aos agregados, do Norte de Portugal, diziam respeito à sua dieta alimentar, designadamente, “Quantos QUILOS de Cereais (arroz, trigo, milho...) consomem por SEMANA?”, “Quantos QUILOS de Carne consomem por SEMANA?”, “Quantos QUILOS de produtos lácteos (queijos, manteiga,...) consomem por SEMANA?”, “Quantos ovos consomem por SEMANA?”, “Quantos QUILOS de Vegetais consomem por SEMANA?”, “Quantos QUILOS de Fruta consomem por SEMANA?” e “Quantos QUILOS de tubérculos (batata, mandioca) consomem por SEMANA?”.

Tabela 6 - Pegada hídrica de alguns produtos de origem animal e vegetal.
Adaptada de (Mekonnen e Hoekstra, 2010)

Produto	Litro/ Kg
Culturas de açúcar	197
Vegetais	322
Tubérculos	387
Fruta	962
Cereais	1644
Culturas oleaginosas	2364
Leite	1020
Ovos	3265
Carne de Frango	4325
Manteiga	5553
Carne de Porco	5988
Carne de Vaca	15415

PH Hídrica da carne da consumida pelo agregado

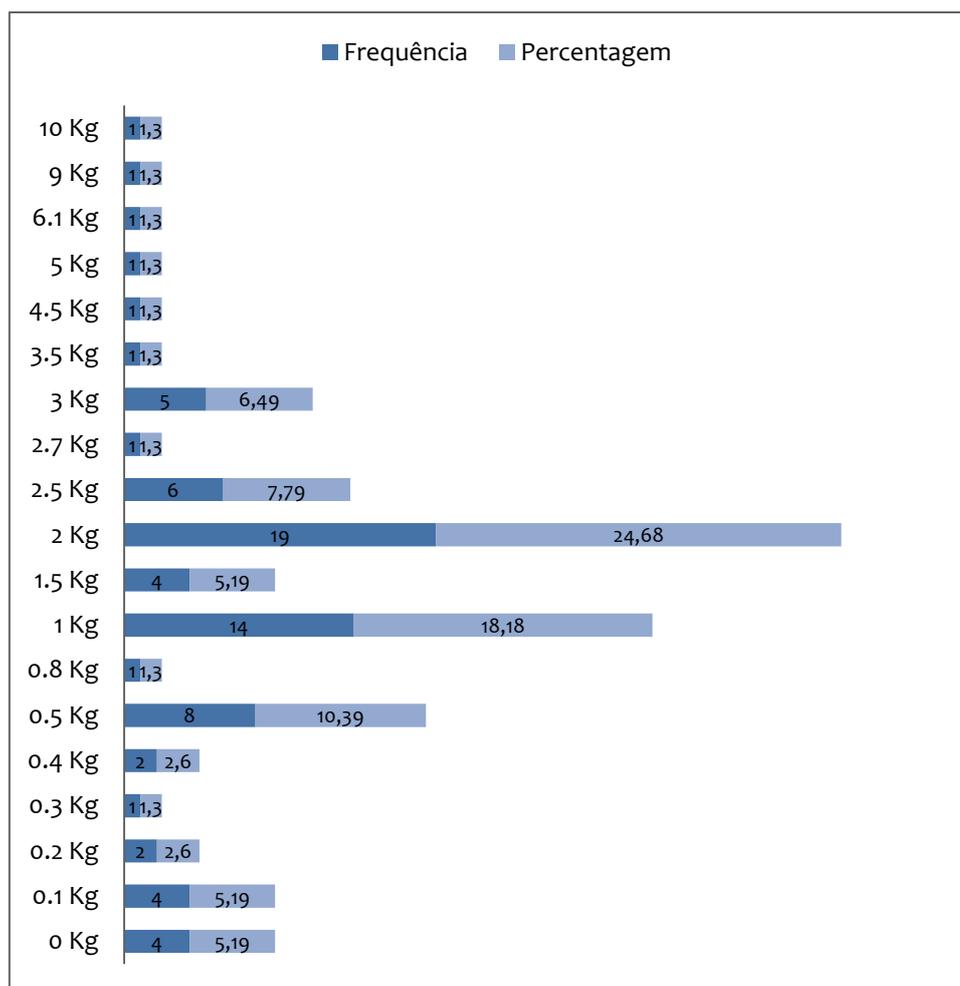
No questionário apresentado aos agregados – e dado que este se baseia naquele que é apresentado pela WFN – apenas se coloca a questão de quantos quilos de carne consome o agregado, por semana. Todavia, a carne pode ter várias origens: carne de bovino, de porco ou de frango. Assim sendo, para calcular a pegada hídrica, apenas no que diz respeito ao consumo de carne, optou-se por calcular a média simples das pegadas hídricas dos três tipos de carne referidos anteriormente. Na tabela de Mekonnen e Hoekstra obtêm-se as pegadas hídricas da carne de bovino (15415 Lts/Kg), da carne de porco (5988 Lts/kg) e da carne de frango (4325 Lts/kg). Destes três valores resulta uma PH média da carne de 8576 Lts/kg (ver tabela 7).

Tabela 7 - Média das pegadas hídricas de 3 tipos de carne

Tipo de Carne	Pegada Hídrica
Frango	4325 Lts/kg
Porco	5988 Lts/kg
Bovina	15415 Lts/kg
Média	8576 Lts/kg

No gráfico 5, destaque para os 24,68% de agregados que consomem 2 Kg de carne por semana o que – tomando por base os cálculos efectuados na tabela 7 – equivale a uma PH de 17152 Litros de água, apenas, no que diz respeito à carne. Ao consumir 1 Kg de carne, 18,18% dos terão uma PH de 8576 Litros de água, seguindo, obviamente, o mesmo raciocínio aplicado antes. A consumir 0.5 Kg de carne – o equivalente a uma PH de 4288 Litros – estão 10,39% dos agregados. Por último, refira-se que 5,19% dos agregados possui uma PH da carne nula, ou seja, dizem não consumir carne.

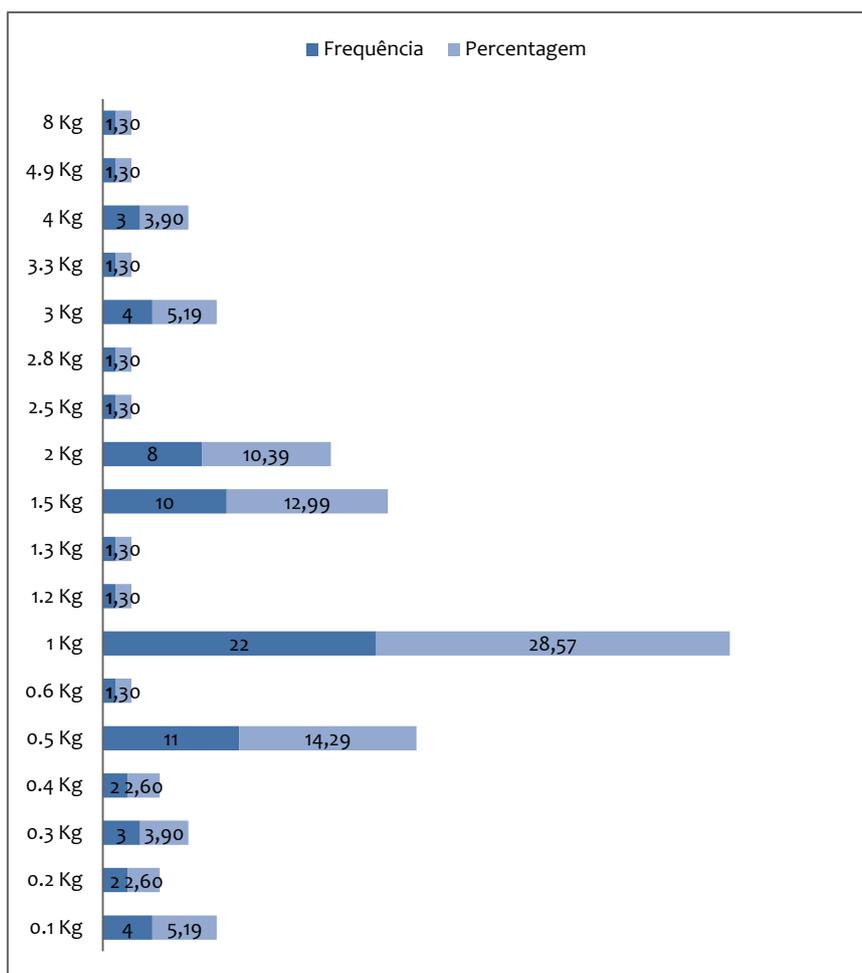
Gráfico 5 - Consumo semanal de carne por agregado



PH Hídrica dos Cereais consumidos pelo agregado

Procurando, também, na Tabela 6 - Pegada hídrica de alguns produtos de origem animal e vegetal – obtém-se o valor da PH dos cereais: 1644 Lts/ Kg. Tomando este valor, e analisando os valores do Gráfico 6, poder-se-á dizer que 28,57% dos agregados possuem uma PH de cereais semanal de 1644 Lts, dado ser esta a percentagem que consome 1 Kg de cereais por semana. A percentagem de agregados que, semanalmente, consome 822 Lts é 14,29%, ou seja, consomem 0,5 Kg de cereais o que equivale a metade da PH dos cereais (1644 Lts/ Kg). Há 12,99% de agregados a consumir 1,5 kg de cereais por semana – o equivalente a uma PH de 2466 Lts. Relevante, também, é a percentagem de agregados (10,39%) que consomem 2 Kg de cereais, ou seja, o equivalente a uma PH de 3288 Lts.

Gráfico 6 - Consumo semanal de cereais por agregado



PH Hídrica da Fruta e Vegetais consumidos pelo agregado

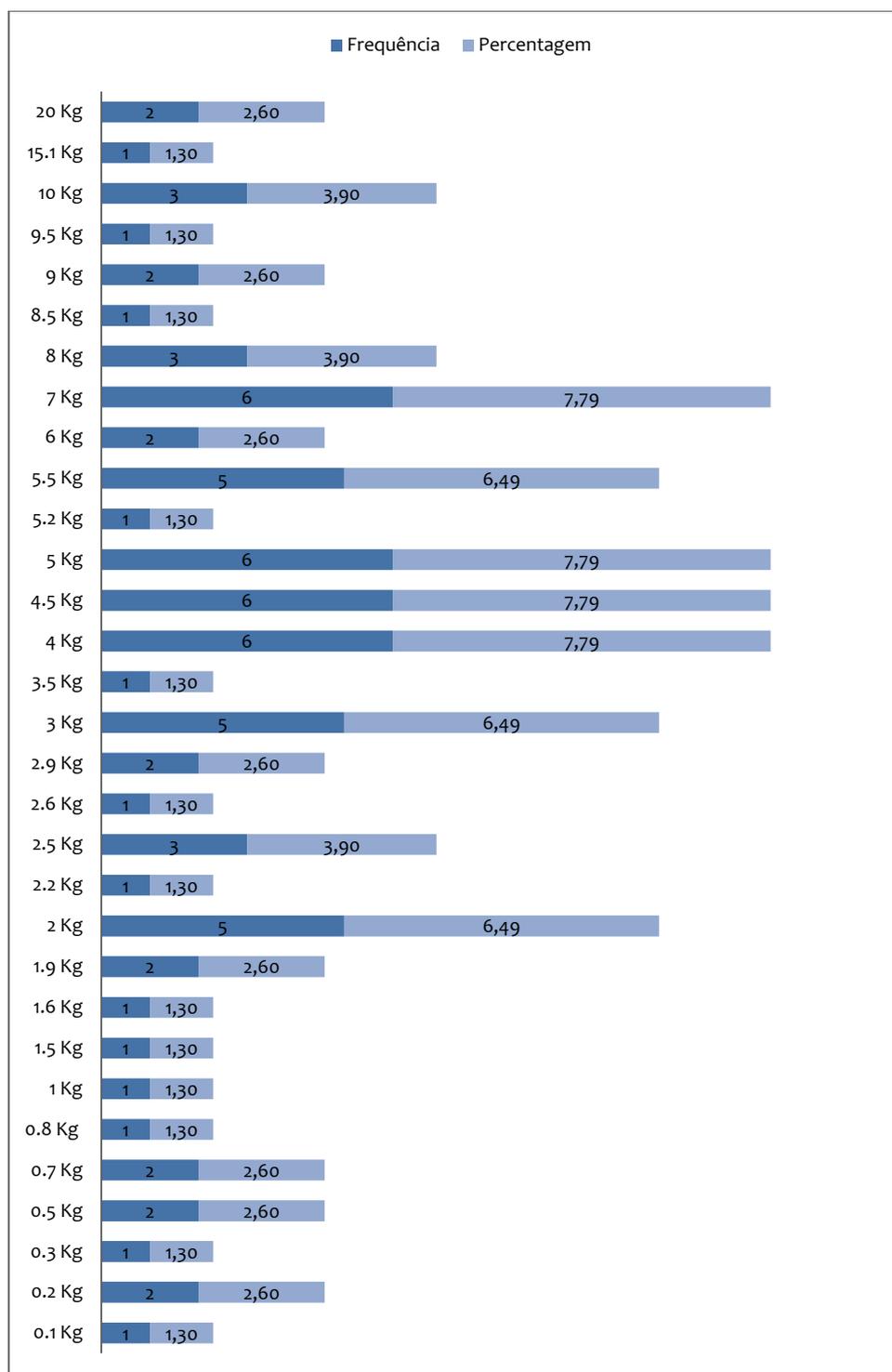
Para análise dos hábitos alimentares de fruta e vegetais dos agregados, retiraram-se da Tabela 6 os valores das PH hídricas de ambos – PH Fruta (922 Lts/ Kg) e PH Vegetais (322 Lts/ Kg) – e procedeu-se ao cálculo da sua média (622 Lts/ Kg).

Assim, atendendo ao Gráfico 7, verifica-se que os consumos entre os 2 Kg e os 7 Kg são aqueles reúnem maior número de respostas por parte dos agregados. Calculando a média das respostas dada, ter-se-á uma PH semanal, em termos de frutas e vegetais, de 2998,04 Lts por semana, resultado da média da PH da fruta e vegetais (622 Lts/ Kg) e da média do consumo (4,82 Kg/ Agregado/ Semana) (ver Tabela 8).

Tabela 8 - Dados estatísticos consumo de Fruta e vegetais

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão
Consumo Fruta e Vegetais	77	4.82	3.81

Gráfico 7 - Consumo semanal de Fruta e vegetais por agregado



Análise aos usos domésticos da água

No questionário apresentado, dividiram-se os comportamentos domésticos do agregado em exteriores e interiores. Assim, nas questões incluídas no grupo "fora de casa", incluem-se: "Possuem carro?", "Possuem Jardim?", "Quantos minutos gastam, em média, por SEMANA, a lavar passeios, calçada e/ou pátios?", "Possuem Piscina?"

Incluem-se no grupo das questões "dentro de casa": "Quantos duches toma, o agregado, por DIA?", "Qual a duração, em minutos, média (de todo o agregado) de cada duche?", "Os duches possuem redutores de caudal para poupança de água?", "Quantos banhos de imersão tomam por semana?", "Quantas vezes, ao Dia, lavam os dentes, as mãos e fazem a barba?", "Deixam a torneira aberta enquanto lavam os dentes ou fazem a barba?", "Quantas vezes utilizam a máquina de lavar roupa, durante a semana?", "Possuem autoclismos de dupla descarga?", "Se fazem a lavagem manual da loiça, quantas vezes o fazem por DIA?", "Quanto tempo fica a água a correr entre cada peça de loiça lavada?", "Se possuem máquina de lavar loiça, quantas vezes a utilizam por SEMANA?"

Assim, apresentam-se a seguir algumas análises relevantes para o estudo do comportamento dos agregados no que diz respeito ao consumo de água em contexto doméstico.

Análise ao comportamento dos agregados com carro

À questão "Possuem carro?" 100% dos agregados respondeu "Sim". Em relação à sua lavagem, uma grande maioria (64,94%) dos agregados não lavam o carro semanalmente. Os que o fazem, uma vez por semana, representam 32,47%. (ver tabela 9)

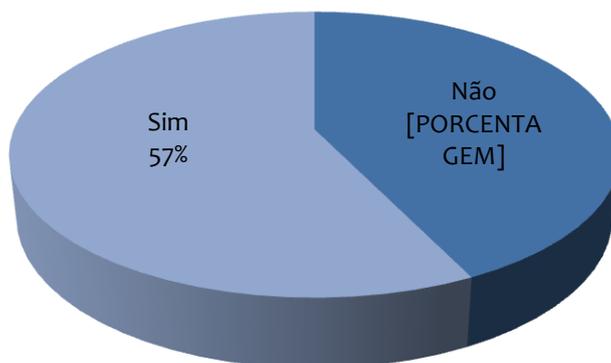
Tabela 9 - Número de lavagens semanal do carro do agregado

Nº lavagens por semana?	Frequência	Percentagem
0	50	64.94
1	25	32.47
2	1	1.30
10	1	1.30

Análise ao comportamento dos agregados com jardim

Analisando as respostas à questão “possui jardim?”, conclui-se que a maioria dos agregados (57,14%) possui jardim no local onde vive. (ver gráfico 8)

Gráfico 8- Análise dos agregados com jardim



Dos agregados que responderam afirmativamente à questão anterior, a maioria (54,54%) rega o seu jardim 4 a 5 meses no ano. Os restantes regam-no 2 meses por ano (11,36%), 6 meses por ano (9,09%), 3 meses (4,55%), 8 meses (2,27%), 9 meses (2,27%), regam-no todo o ano (2,27%), 1 mês por ano (2,27%) e destaque para a percentagem daqueles que não regam o seu jardim que são 11,36% dos agregados. (ver tabela 10)

Tabela 10 - Número de meses em que o jardim é regado

Nº meses que rega?	Frequência	Percentagem
0	5	11.36
1	1	2.27
2	5	11.36
3	2	4.55
4	12	27.27
5	12	27.27
6	4	9.09
8	1	2.27
9	1	2.27
12	1	2.27

Para um conhecimento mais aprofundado dos hábitos de consumo de água para rega, instaram-se os agregados a responder a quantas vezes o faziam por semana. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - N° de regas semanais do jardim do agregado

N° vezes semana que rega?	Frequência	Percentagem
0	4	9.09
1	2	4.55
2	3	6.82
3	8	18.18
4	8	18.18
5	3	6.82
6	2	4.55
7	11	25.00
9	1	2.27
14	1	2.27
21	1	2.27

Analisando a tabela 11, constata-se que 36,36% dos agregados regam entre 3 a 4 vezes por semana o seu jardim e que 25% rega 7 vezes por semana - em média, uma rega por dia.

Análise ao comportamento dos agregados com a lavagem de passeios

Uma das questões colocadas ao agregado era o tempo despendido na lavagem de passeios da habitação, sendo que se não tivesse passeios ou não o fizesse a resposta deveria ser zero. Assim, e tendo por base os valores fornecidos pela tabela 12, verifica-se que a grande maioria dos agregados inquiridos não possui ou não lava os seus passeios (63,64%). Dos restantes, destaque para 11,69% dos agregados que lava os seus passeios durante 10 minutos.

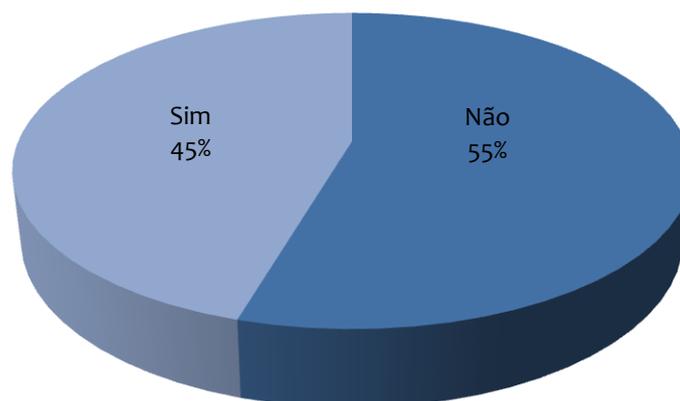
Tabela 12 - tempo despendido na lavagem de passeios

Tempo Lavagem Passeios	Frequência	Percentagem
0 minutos	49	63.64%
5 minutos	4	5.19%
10 minutos	9	11.69%
15 minutos	5	6.49%
20 minutos	2	2.60%
30 minutos	5	6.49%
60 minutos	2	2.60%
130 minutos	1	1.30%

Análise ao uso de dispositivos de redução de consumo de água

Depois da análise aos comportamentos do agregado no exterior da habitação onde vive (Jardim e passeios), estudam-se, seguidamente, as respostas às questões que compõem a secção, do questionário, “dentro de casa”.

Gráfico 9 - Percentagem de agregados com e sem redutor de caudal de duche



Uma das questões – do conjunto de questões a que se atribuiu a designação “dentro de casa” – era conhecer se os agregados tinham instalado sistemas de redução de caudal de água de duche (ver gráfico 9). Das respostas obtidas ficou-se a saber que a percentagem de agregados que utilizam estes dispositivos (45%) é inferior aquela que não utiliza (55%). Entre os agregados que utilizam os redutores de caudal (ver tabela 13), a maioria, demora entre 5 (28,57%) e 10 minutos (40%).

Tabela 13 - Duração de banho de duche (com redutor de caudal)

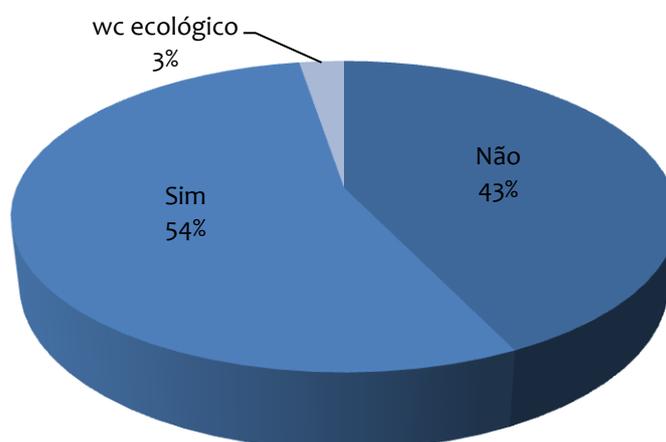
Tempo no duche c/ Redutor caudal	Frequência	Percentagem
5	10	28.57%
10	14	40.00%
15	5	14.29%
20	3	8.57%
25	1	2.86%
30	1	2.86%
35	0	0.00%
40	0	0.00%
50	1	2.86%

Tabela 14 - Duração de banho de duche (sem redutor de caudal)

Tempo no duche s/ redutor caudal	Frequência	Percentagem
0	2	4.76%
5	11	26.19%
10	15	35.71%
15	4	9.52%
20	2	4.76%
25	2	4.76%
30	4	9.52%
35	1	2.38%
40	1	2.38%
50	0	0.00%

No que diz respeito aos agregados sem o redutor de caudal nos duches (tabela 14), verifica-se que a duração do banho situa-se, maioritariamente, entre os 5 (26,19%) e os 10 minutos (35,71%), um comportamento análogo àqueles agregados que utilizam o redutor de caudal.

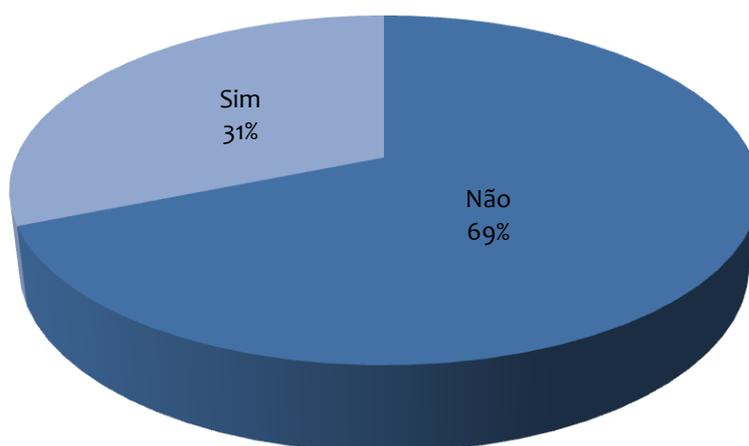
Gráfico 10 - Utilização de autoclismos com dupla descarga



Nas respostas à questão “ Possuem autoclismos de dupla descarga?” (gráfico 10), constata-se que a maioria dos agregados possui autoclismos de dupla-descarga (54%) e 3%, dos agregados possui wc ecológico. Os restantes inquiridos (43%) não possuem nenhuma das soluções.

Ainda no conjunto de questões “dentro de casa”, perguntou-se aos agregados se, quando lavavam os dentes ou faziam a barba, deixavam a torneira aberta. (ver gráfico 11)

Gráfico 11 - Análise do comportamento do agregado quanto ao fecho de torneiras



A resposta é, maioritariamente, negativa. Os agregados, quando lavam os dentes ou fazem a barba, mantêm a torneira fechada (69%) e os restantes (31%) deixam-na aberta.

Questionou-se, ainda, sobre o número de duches tomados, diariamente, por todo o agregado. As respostas deram origem à tabela 15. Nela se constata que, maioritariamente, os agregados tomam entre 1 a 4 banhos de duche por dia.

Perguntou-se, também, qual a duração de cada banho de duche. Os resultados são os apresentados na tabela 16. Onde se constata que os duches duram, na sua maioria, entre 5 a 10 minutos respostas de 65% dos inquiridos – tendo 38% dito que os seus duches duravam 10 minutos e 27% disseram que duravam 10 minutos.

Tabela 15 - Número de duches diário

Quantidade Duches diária	Frequência	Percentagem
1	17	22%
2	17	22%
3	17	22%
4	18	23%
5	4	5%
6	2	3%
7	2	3%

Tabela 16 - Duração de cada banho de duche

Duração duche	Frequência	Percentagem
0 m	2	3%
5 m	21	27%
10 m	29	38%
15 m	9	12%
20 m	5	6%
25 m	3	4%
30 m	5	6%
35 m	1	1%
40 m	1	1%
50 m	1	1%

3.3.3 Conhecimentos sobre recursos hídricos e preocupações ambientais

Introduz-se, nesta secção, a análise às respostas dadas a um conjunto de questões gerais, nomeadamente, as de informação – “Sabe qual o valor que paga mensalmente de água?”, “Conhece a designação “Água Virtual” e a designação “Pegada Hídrica?”, “Já foi alvo de alguma campanha de sensibilização para o uso eficiente da água?” – e as designadas, neste questionário, por “preocupações ambientais” - Poluição Atmosférica, Poluição da Água, Perda da Biodiversidade, Alterações Climáticas e Escassez de Água.

Tabela 17 - Conhecimento do valor da factura da água

Sabe valor factura água?	Frequência	Percentagem
Não	7	9.09
Sim	70	90.91

Analisando a tabela 17, e de acordo com as respostas dos agregados, apurou-se que a grande maioria dos inquiridos (90,91%) dizem conhecer o valor da sua factura de água. Apenas 7 (9,09%) dos inquiridos dizem desconhecer o valor que paga pelo seu consumo.

Tabela 18 - Conhecimento do termo "Água Virtual"

Conhece termo "Água Virtual"?	Frequência	Percentagem
Não	55	71.43
Sim	22	28.57

No conhecimento que os agregados detêm sobre o termo "Água Virtual" (ver tabela 18), constata-se que, apenas, 28,57% dos agregados responde afirmativamente. A maioria, 71,43%, respondeu, dizendo, desconhecer o termo.

Tabela 19 - Conhecimento do termo "Pegada Hídrica"

Conhece termo "Pegada Hídrica"?	Frequência	Percentagem
Não	41	53.25
Sim	36	46.75

As respostas, quanto ao conhecimento do termo "Pegada Hídrica" (ver tabela 19), são mais equilibradas em relação ao termo anterior: 46,75% dos inquiridos conhecem o termo, 53,25% respondem que não o conhecem.

Tabela 20 - Campanhas de sensibilização de uso da água

Já foi alvo de campanha de sensibilização	Frequência	Percentagem
Não	25	32.47
Sim	52	67.53

Em relação à questão colocada sobre campanhas de sensibilização para o uso eficiente da água – que o agregado tenha sido alvo (tabela 20) –, a maioria responde afirmativamente (67,53%).

Em relação às preocupações ambientais dos agregados (ver tabela 21), 63,64% dos inquiridos considera *muito grave* a poluição atmosférica. Considera-a *grave* , 33,77%, e para 2,60% é considerada *pouco grave* .

Tabela 21 – Preocupações ambientais dos agregados

	Muito Grave	%	Grave	%	Pouco Grave	%	Nada Grave	%
Poluição Atmosférica	49	63.6	26	33.7	2	2.6	-	-
Poluição Água	62	80.5	15	19.5	-	-	-	-
Perda Biodiversidade	42	54.6	34	44.2	-	-	1	1.3
Alterações Climáticas	46	59.7	27	35.1	3	3.9	1	0.0
Escassez Água	67	87.0	10	13.0	-	-	-	-

A poluição da água é considerada, por 80,52% dos inquiridos, como *muito grave* . Os restantes (19,48%) consideram-na *grave* .

No tocante à perda de biodiversidade, a maioria (54,55%) considera-a *muito grave* e 44,16% dos inquiridos considera-a *grave* .

As alterações climáticas são, para a maioria dos inquiridos (59,74%), um fenómeno *muito grave* . São consideradas *grave* para 35,06%.

3.4 Discussão dos Resultados

3.4.1 Análise à Pegada Hídrica, per capita e relativa

Para a caracterização sócio-demográfica do agregado, em relação à PH, foi feito o cálculo da Pegada Hídrica dos agregados que compõem a amostra. Para realizar este cálculo, como foi referido atrás, utilizou-se a calculadora da plataforma web, da *Water Footprint*. Através dos dados introduzidos, de cada um dos agregados, obteve-se a respectiva PH – das 77 pegadas hídricas, resultou uma PH média de 1910.2 m³/ Ano, tendo esta um Mínimo de 285 m³/ Ano e um Máximo de 7810 m³/ Ano. A partir deste valor – e tendo em conta o número de elementos do agregado – procedeu-se ao cálculo da pegada hídrica *per capita* (PHpc) que, para as mesmas 77 observações, resultou numa média de 677 m³/ ano, tendo um Mínimo de 122 m³/ Ano e um Máximo de 2267 m³/ Ano (ver tabela 22).

Tabela 22 -Pegada Hídrica do agregado, per capita e relativa

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.
Pegada Hídrica do Agregado	77	1910.2	1173.1	285.0	7817.0
Pegada Hídrica per capita	77	677.0	402.4	122.0	2267.0

Por último, calculou-se a PH *per capita* relativa (PHpcr) e distribuíram-se os agregados, de acordo com os valores obtidos, pelos Quartis assim definidos: 1º Quartil (≤ 0.25), 2º Quartil (>0.25 e ≤ 0.50), 3º Quartil (>0.50 e ≤ 0.75) e 4º Quartil (>0.75). A maioria dos agregados encontram-se entre o 2º Quartil (49,35%) e o 1º Quartil (32,47%). (ver tabela 23)

Tabela 23 - Pegada Hídrica relativa

Pegada Hídrica Relativa - Quartil	Frequência	Percentagem
1º Quartil (≤ 0.25)	25	32.47
2º Quartil (>0.25 e ≤ 0.50)	38	49.35
3º Quartil (>0.50 e ≤ 0.75)	9	11.69
4º Quartil (>0.75)	5	6.49

3.4.2 Caracterização sócio-demográfica dos agregados por Pegada Hídrica relativa

Localização e classificação

A Tabela 24 permite analisar a distribuição, pelos Quartis, das várias localidades dos agregados, em função da respectiva PH relativa. Assim, verifica-se que o 2º Quartil é aquele que recebe maior número de agregados (49%). O 1º Quartil recebe a segunda maior fatia de agregados (32%), o 4º é aquele onde menos agregados se inserem (6%).

Tabela 24 - Localização dos agregados e PH relativa

Localidades	PH $r \leq 0.25$		PH $r > 0.25$ e ≤ 0.50		PH $r > 0.50$ e ≤ 0.75		PH $r > 0.75$		Total
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.
Arcos Valdevez			1	100%					1
Barcelos	1	50%	1	50%					2
Braga	3	27%	6	55%	1	9%	1	9%	11
Bragança	3	25%	5	42%	3	25%	1	8%	12
Caminha	4	57%			1	14%	2	29%	7
C. de Basto	1	100%							1
Chaves	1	100%							1
Ponte de Lima	3	60%	2	40%					5
Guimarães			2	100%					2
Viana Castelo	1	25%	1	25%	2	50%			4
M. Cavaleiros	3	75%	1	25%					4
Maia			1	100%					1
Matosinhos			1	100%					1
Mirandela	2	40%	3	60%					5
Mogadouro	1	100%							1
Paredes Coura			1	100%					1
Ponte da Barca	1	100%							1
Porto			2	100%					2
Póvoa Varzim			1	100%					1
Valença					1	100%			1
Valpaços	1	100.0							1
Vila do Conde			1	100%					1
Vila Nova de Cerveira			1	100%					1
Vila Real			7	78%	1	11%	1	11%	9
Vinhais			1	100%					1
		32%		49%		12%		6%	

Em relação à distribuição por Quartil dos agregados da mesma localidade, verifica-se que Bragança - que apresenta o maior número de agregados a responder

ao questionário – possui 42% dos seus agregados no 2º Quartil, 25% no 2º e 3º Quartil e 8% no 4º. Braga, com 11 agregados inquiridos, possui 55% dos seus agregados no 2º Quartil e 27% no 1º. Os restantes distribuem-se equitativamente pelo 3º e 4º Quartis. Depois de Bragança e Braga, surge Vila real com 9 agregados inquiridos distribuídos pelo 2º Quartil (78%), 11% nos restantes Quartis (3º e 4º). Caminha aparece em 4º lugar, no número de agregados inquiridos, com 7 agregados – a maioria estão no 1º Quartil (57%) e os restantes estão no 3º (14%) e 4º (29%) (ver tabela 24)

Em relação à classificação das localidades, depois de analisar a Tabela 25, constata-se que 27% dos agregados do Litoral pertencem ao 2º Quartil, 18% estão no 1º e os restantes estão no 3º (6%) e 4º (4%). Os agregados do Interior estão, também, distribuídos pelos quatro Quartis – 22%, no 2º Quartil, 14% no 1º e os restantes no 3º (5%) e 4º (3%).

Observando os valores que constam na tabela 25, não parece existir uma relação entre a classificação atribuída – Litoral ou Interior – e a PH dos agregados.

Tabela 25 - Classificação das localidades e PH relativa

Litoral/ Interior	PH rel. ≤ 0.25	%	PH rel. > 0.25 e ≤ 0.50	%	PH rel. > 0.50 e ≤ 0.75	%	PH rel. > 0.75	%
Litoral	14	18%	21	27%	5	6%	3	4%
Interior	11	14%	17	22%	4	5%	2	3%

Idade

A distribuição da idade, pelos quatro Quartis definidos, é apresentada na tabela 26. A idade média dos indivíduos com a PH relativa do 1º Quartil é 21 anos, 27 anos para os indivíduos do 2º, 30 anos para os do 3º e 29 anos para os do 4º. Constata-se, assim, que a média de idades do 3º e 4º Quartis é mais elevada do que as médias dos dois primeiros. Parece, por isso, existir aqui uma relação positiva entre a idade média dos agregados e a PH.

Tabela 26 - Idades médias por Pegada Hídrica relativa

Idades	PH rel. ≤ 0.25	PH rel. >0.25 e ≤ 0.50	PH rel. >0.50 e ≤ 0.75	PH rel. > 0.75
Idade Elemento1	45	45	51	46
Idade Elemento2	39	41	46	50
Idade Elemento3	20	18	28	24
Idade Elemento4	16	4	23	38
Idade Elemento5	21		34	12
Idade Elemento6	1		24	
Idade Elemento7			33	5
Idade Elemento8	1		1	
Média	21	27	30	29

Rendimento

A Tabela 27 mostra que o rendimento mensal líquido médio dos agregados que compõem o 1º Quartil pertence ao intervalo [1500-1999], os que compõem o 2º e 4º Quartil pertence ao intervalo [2000-2499] e os do 3º pertence ao intervalo [2500-2999].

Tabela 27 - Rendimento líquido do agregado e PH relativa

Pegada pc relativa	Observações	Percentagem	Rendimento Médio
PH rel. ≤ 0.25	25	32%	[1500-1999]
PH rel. >0.25 e ≤ 0.50	38	49%	[2000-2499]
PH rel. >0.50 e ≤ 0.75	9	12%	[2500-2999]
PH rel. > 0.75	5	6%	[2000-2499]

Atendendo aos valores apresentados, parece haver uma relação positiva entre o Rendimento e a PH do agregado.

Escolaridade

No que diz respeito à escolaridade dos elementos de todos os agregados, verifica-se que, no 1º Quartil, 31% dos elementos possui o Ensino Básico, 20% possui Licenciatura, 16% o ensino secundário e 11% Mestrado (os restantes elementos possuem graus académicos que representam menos de 10% do total verificado

neste Quartil). No 2º Quartil, os graus Licenciatura (22%), Ensino Básico (20%) e Ensino Secundário (17%) são detidos pela maioria dos elementos. O 3º Quartil é composto, maioritariamente, pelos graus de Ensino Básico (32%), Secundário (14%) e Licenciatura (14%). Por último, no 4º Quartil, os elementos que o compõem possuem, na sua maioria, o Ensino Básico (29%) e a Frequência de Licenciatura (29%). Os restantes possuem Licenciatura (14%), Frequência de Mestrado (14%) e Doutoramento (14%). Em face desta análise, não se encontrou relação entre esta variável e a PH (ver tabela 28).

Tabela 28 - Escolaridade e PH relativa

Escolaridade	PH rel. ≤ 0.25		PH rel. >0.25 e ≤ 0.50		PH rel. >0.50 e ≤ 0.75		PH rel. >0.75	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Ensino Básico	25	31%	22	20%	9	32%	2	29%
Ensino Secundário	13	16%	18	17%	4	14%		
Frequência Licenciatura	7	9%	16	15%	3	11%	2	29%
Licenciatura	16	20%	24	22%	4	14%	1	14%
Pós-graduação	2	3%	5	5%	3	11%		
Frequência Mestrado	4	5%	14	13%	2	7%	1	14%
Mestrado	9	11%	6	6%				
Frequência Doutoramento	3	4%	2	2%	3	11%		
Doutoramento	1	1%	2	2%			1	14%
	80	36%	109	49%	28	13%	7	3%

Profissão

A Tabela 29 mostra a distribuição da profissão de todos os elementos dos agregados pelos 4 Quartis. Assim, no 1º Quartil, a maioria dos elementos é Empregado por conta de outrem (53%), a segunda categoria, 23%, é Estudante. No 2º Quartil 51% dos elementos é Trabalhador por Conta de Outrem e os estudantes representam 29% deste Quartil. O 3º é, também, constituído maioritariamente por elementos que trabalham por conta de outrem (55%), por Estudantes (17%) e por Reformados (14%).

Tabela 29 - Profissão dos elementos do agregado e PH relativa

Profissão	PH rel. ≤ 0.25		PH rel. >0.25 e ≤0.50		PH rel. >0.50 e ≤ 0.75		PH rel. > 0.75	
	Freq	Percent	Freq	Percent	Freq	Percent	Freq	Percent
Empregada(o) conta outrem	41	53%	56	51%	16	55%	7	64%
Empresária(o)	3	4%	3	3%			1	9%
Empresária(o) nome indiv.	1	1%	4	4%	2	7%		
Profissional liberal	1	1%	3	3%	1	3%		
Doméstica(o)	2	3%			1	3%		
Desempregada(o)	2	3%	4	4%				
Estudante	18	23%	32	29%	5	17%	1	9%
Reformada(o)	7	9%	5	5%	4	14%	2	18%
Outra	2	3%	3	3%				
	77	100%	110	100%	29	100%	11	100%

No 4º Quartil, os trabalhadores por conta de outrem são a profissão com maior expressão (64%), vindo a seguir os estudantes (18%). Pelos dados apresentados, parece não existir uma relação entre a variável Profissão e a PH.

Hábitos Alimentares do agregado

Em relação aos hábitos alimentares dos agregados inquiridos, a Mediana, dividiu os agregados em duas partes, em função da sua pegada hídrica relativa. A primeira com os valores de agregados com PH relativas inferiores ou iguais à Mediana e a segunda com a PH relativas superiores (ver tabela 30).

Tabela 30 - Hábitos alimentares do agregado e PH relativa

Hábitos alimentares	PH rel. ≤ 0.50	PH rel. > 0.50
Consumo médio Carne	1.4 Kg	3.6 Kg
Consumo médio Cereais	1.2 Kg	2.5 Kg
Consumo médio Vegetais	1.7 Kg	3.4 Kg
Consumo médio Fruta	2.3 Kg	5.0 Kg
Consumo médio Lácteos	1.3 Kg	1.6 Kg
Consumo médio Tubérculos	1.2 Kg	3.5 Kg

Os agregados com um maior consumo médio de Carne, Cereais, Vegetais, Fruta, Lácteos e Tubérculos estão parte superior da Mediana (valores acima de 0,5). Como exemplo, o consumo médio de Carne é maior (3,6Kg) nos agregados com pH acima de 0,5 e menor abaixo ou igual a este (1,4 Kg). Observando a distribuição dos agregados, constata-se a existência de uma relação positiva entre maiores consumos de Carne, Cereais, Vegetais, Fruta e Tubérculos.

Uso doméstico de água

Dentro dos hábitos de consumo de água doméstico, destaque para a duração média de cada duche (ver tabela 31).

Tabela 31 - Consumo de água doméstico e PH relativa

	PH rel. \leq 0.50	PH rel. $>$ 0.50
Duração média duche	12 minutos	15 minutos

A duração média de cada duche é maior nos agregados com PH relativa acima de 0,5 (15 minutos) e menor na outra parte que apresenta valores abaixo de 0,5 (média de 12 minutos). Também aqui parece existir uma relação entre duração dos banhos de duche e a PH.

Adopção de dispositivos de poupança de água

Tabela 32 - Dispositivos de redução de caudal de água

	PH rel. \leq 0.25		PH rel. $>$ 0.25 e \leq 0.50		PH rel. $>$ 0.50 e \leq 0.75		PH rel. $>$ 0.75	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Redutor duche								
Não	14	33%	22	52%	4	10%	2	5%
Sim	11	31%	16	46%	5	14%	3	9%
Autoclismo								
Dupla descarga								
Não	11	33%	16	48%	4	12%	2	6%
Sim	14	33%	21	50%	5	12%	2	5%
wc ecológico			1	50%			1	50%

Em relação aos agregados que adoptaram dispositivos que reduzem o consumo de água – designadamente, redutores de caudal de duche e autoclismo com dupla descarga –, os resultados da Tabela 32 mostram que, do total que

respondeu, dizendo não possuir Redutor de Duche (42 agregados), a grande maioria estão distribuídos entre o 2º Quartil (52%), e o 1º (33%). Entre os que responderam “Sim”, a sua maioria também está entre o 1º (31%) e 2º Quartil (46%). Os agregados que dizem ter adoptado autoclismos com dupla descarga estão distribuídos, também, entre o 1º (33%) e o 2º Quartil (50%).

A adopção, ou não, de dispositivos de redução de caudal de água não evidenciou qualquer tipo de relação com a PH dos agregados.

Campanhas de sensibilização, conhecimento de terminologia hídrica e PHpcr

Tabela 33 - Campanha de sensibilização, conhecimento terminologia hídrica e PH relativa

	PH rel. ≤ 0.25		PH rel. >0.25 e ≤ 0.50		PH rel. >0.50 e ≤ 0.75		PH rel. > 0.75	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Alvo campanha sensibilização								
Não	5	22%	15	65%	3	13%		
Sim	20	37%	23	43%	6	11%	5	9%
Conhece PH								
Não	13	32%	21	51%	4	10%	3	7%
Sim	12	33%	17	47%	5	14%	2	6%

Analisando os agregados que foram alvo de campanhas de sensibilização, verifica-se que, maioritariamente, estão distribuídos pelo 2º (43%) e 1º Quartil (37%). Os que não receberam qualquer campanha de sensibilização distribuem-se da mesma forma, embora com percentagens diferentes: 65% no 2º Quartil e 22% no 1º (ver tabela 33).

No conhecimento de terminologia hídrica, neste caso, a PH, os que disseram que sim, que conheciam o termo, a distribuição faz-se entre o 1º (33%) e 2º Quartil (47%). Os que disseram não conhecer distribuem-se, também, pelo 1º (32%) e 2º Quartil (51%) (ver tabela 33).

Não há nenhuma relação, constatável, entre ter sido, ou não, alvo de campanhas de sensibilização para a utilização racional da água e a PH. O mesmo

ocorre em relação ao conhecimento, ou desconhecimento, do termo PH e o valor da PH dos agregados.

Preocupações Ambientais

No que concerne às preocupações ambientais - Poluição Atmosférica, Poluição da Água, Perda de Biodiversidade, Alterações Climáticas e Escassez de Água – as respostas dos agregados estão plasmadas na Tabela 34.

De acordo com a tabela – e no que diz respeito à Poluição Atmosférica – dos agregados que consideram este fenómeno ambiental “Muito Grave”, 35% estão no 2º Quartil, 19% no 1º Quartil e 5% e 4% no 3º e 4º Quartil, respectivamente. Os agregados que consideram este fenómeno “Grave” estão distribuídos da seguinte forma: 26%, divididos equitativamente pelo 1º e 2º Quartil, 5% no 3º e 3% no 4º Quartil.

No que concerne à Poluição da Água, os agregados que consideram este fenómeno ambiental “Muito Grave” estão distribuídos da seguinte forma: 36% estão

Tabela 34 - preocupações ambientais do agregado e pegada hídrica relativa

	PH rel. ≤ 0.25		PH rel.>0.25 e ≤ 0.50		PH rel.>0.50 e ≤ 0.75		PH rel.> 0.75	
	Freq.	Percent	Freq.	Percent	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Poluição Atmosférica								
Pouco Grave	.	.	1	1%	1	1%		
Grave	10	13%	10	13%	4	5%	2	3%
Muito Grave	15	19%	27	35%	4	5%	3	4%
Poluição da Água								
Grave	3	4%	10	13%	1	1%	1	1%
Muito Grave	22	29%	28	36%	8	10%	4	5%
Perda Biodiversidade								
Pouco Grave					1	1%		
Grave	11	14%	20	26%	2	3%	1	1%
Muito Grave	14	18%	18	23%	6	8%	4	5%
Alterações Climáticas								
Nada grave			1	1%				
Pouco Grave			3	4%				
Grave	10	13%	15	19%	1	1%	1	1%
Muito Grave	15	19%	19	25%	8	10%	4	5%
Escassez de Água								
Grave	3	4%	6	8%	1	1%		
Muito Grave	22	29%	32	42%	8	10%	5	6%

no 2º Quartil, 29% estão no 1º Quartil, os restantes 10% e 5% estão no 3º e 4º Quartil, respectivamente. Os que consideram o fenómeno como “Grave” distribuem-se pelo 1º Quartil (4%), pelo 2º Quartil (13%), pelo 3º Quartil (5%) e 4º Quartil (3%).

A perda da Biodiversidade é considerada um fenómeno “Muito Grave” por 23% dos agregados – englobados no 2º Quartil - por 18% dos agregados, incluídos no 1º Quadril, por 8%, do 3º e por 5% do 4º Quartil. É considerado um fenómeno “Grave” para 26% dos agregados do 2º Quadril, 14% do 1º, 3% do 3º e 1% do 4º Quartil. Foi ainda considerado “Pouco Grave” por 1% do 4º Quadril.

As alterações Climáticas foram consideradas “Muito Grave” por 25% dos agregados, englobados no 2º Quartil, por 19% do 1º, 10% do 3º e 5% do 4º. Foram consideradas um fenómeno “Grave” por 19% dos agregados englobados no 2º Quartil, por 13% do 1º e por 1%, tanto no 3º, como no 4º Quartil. Foram, ainda, consideradas um fenómeno “Pouco Grave” e “Nada Grave” por 4% e 1%, respectivamente, de agregados do 2º Quartil.

A Escassez de Água representa, para 42% dos agregados englobados no 2º Quartil, um fenómeno “Muito Grave”, assim como, para 29% do 1º, 10% do 3º e 6% do 4º Quartil. Foi considerado um fenómeno “Grave” por 8% dos agregados incluídos no 2º Quartil, por 4% do 1º e 1% do 4º Quartil.

Constata-se, assim, não existirem diferenças entre Quartis em relação à PH.

3.4.3 Comparação com a PH nacional e Testes Estatísticos

No último relatório – embora os dados reportem ao período 1996-2005 (Mekonnen e Hoekstra, 2011) –, sobre as várias pegadas hídricas nacionais, Portugal aparece na 12ª posição, com uma pegada hídrica *per capita* de 2505 m³/ano.

Para o cálculo da PH dos agregados, do presente estudo, usou-se o modelo web para o efeito da *Water Footprint – Extended Calculator*.

Ilustração 8 - Calculadora da Pegada Hídrica da Water Footprint

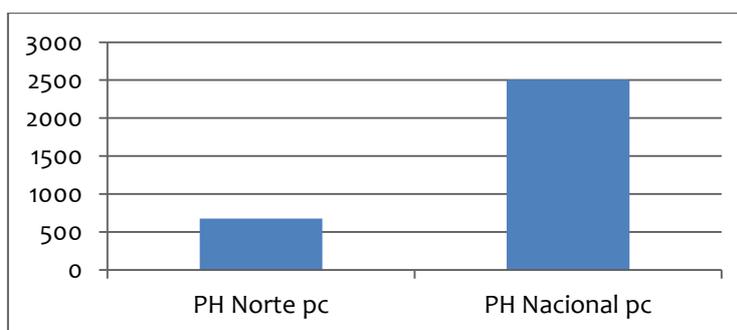
Your total water footprint		Components of your total water footprint								
= 0	cubic meter per year	0	0	0	0					
		Food	Domestic	Industrial	Total					
Contribution of individual food category towards the total water footprint										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cereal	meat	vegetable	fruit	dairy	stimulant	Fat	sugar	egg	others	

The water footprint calculators are under copyright:
© 2005 Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain and Mesfin M. Mekonnen

A calculadora, como se pode constatar pela ilustração 8, está sob os direitos dos mesmos autores que realizaram o relatório supracitado. Assim, e porque metodologicamente os cálculos são realizados de forma análoga, estão reunidas as condições para que se possam comparar os valores obtidos para os agregados deste estudo e os do relatório de Mekonnen e Hoekstra.

Recordando, os resultados obtidos indicam que a Pegada Hídrica média do agregado é de 1910,2 m³/ Ano – com um Máximo de 7817 m³/ ano e um Mínimo de 285 m³/ Ano. No que concerne à PH *per capita*, a sua média é 677 m³/ Ano, tendo como Máximo 2267 m³/ Ano e Mínimo de 122 m³/ Ano. (ver gráfico 12)

Gráfico 12 - Comparação PH Norte e PH Nacional



Para comparação das duas médias da PH *per capita* – da amostra e Nacional – a escolha recaiu sobre o Teste T.

Estipularam-se as hipóteses:

Unilateral à esquerda	Bilateral
$\begin{cases} H_0: \bar{x} = \mu_0 \\ H_1: \bar{x} < \mu_0 \end{cases}$	$\begin{cases} H_0: \bar{x} = \mu_0 \\ H_1: \bar{x} \neq \mu_0 \end{cases}$

Onde:

H_0 : é a hipótese nula

H_1 : é a hipótese alternativa

\bar{x} : é a PH *per capita* média da amostra

μ_0 : é a PH *per capita* nacional

Tabela 35 - Teste t para média da amostra

Variável	Observações	Média	Erro Padrão	Desvio Padrão	Intervalo de confiança
Pegada per capita	77	677,03	45,86	402.45	585.69 - 768.38

Média = Média PH *per capita* amostra

$H_0 = 2505$ (Média per capita nacional)

$t = -39.86$

Graus de liberdade = 76

$\Pr(T < t) = 0$

$\Pr(|T| < |t|) = 0$

$\Pr(T > t) = 1$

Dos resultados apresentados, para um nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula – PH *per capita* média da amostra igual à PH *per capita* Nacional – contra a alternativa da PH *per capita* média diferente ou menor do que a PH *per capita* nacional.

Capítulo 4 – Conclusões

A realização deste estudo teve como objectivo o cálculo da PH do Norte e a sua comparação com a PH nacional e, simultaneamente, a análise dos comportamentos – assim como, a sua caracterização – dos agregados em relação às respectivas PH.

Para enquadrar os inquéritos realizados para obtenção dos cálculos da pegada hídrica, no Capítulo 2, fez-se uma revisão de conceitos ligados aos recursos hídricos. Reflectiu-se sobre o interesse de, no lado da procura, a gestão ser realizada por agentes abastecedores e reguladores. Este é um sector que necessita de medidas específicas – tais como, políticas de preços, controlo do consumo, literacia hídrica e a interiorização da necessidade, por parte do consumidor, de manter em boa condição – qualitativamente e quantitativamente – os recursos hídricos. Por outro lado, a disponibilidade de água também poderá ser maior se houver uma aposta na construção de infra-estruturas onde esta é escassa, na transferência entre zonas onde ela é mais abundante e zonas onde existe em menor quantidade ou no seu uso eficiente – apostando na redução das perdas da rede.

Ainda no Capítulo 2, revê-se o conceito de Externalidade. Este conceito é de suma importância para o enquadramento do tema. O valor da PH representa o consumo directo e indirecto de água, decorre, então, que consumos maiores terão, indubitavelmente, PH maiores e “efeitos” sobre terceiros não internalizados. Para corrigir os efeitos adversos de externalidades negativas, revêm-se, também, os instrumentos económicos que o podem fazer – designadamente, os instrumentos de comando e controlo e de mercado.

Continuando a rever conceitos, aprofunda-se o conhecimento do objecto central deste estudo, a Pegada Hídrica e, decorrente desta, e sempre a ela associado, o conceito de Água Virtual. Definida como sendo o volume total de água que, directa ou indirectamente, entra na cadeia de produção de um produto ou serviço, a Água Virtual, pode representar uma solução para regiões do globo onde há escassez de água. A pegada hídrica de um produto é definida como sendo o

volume total de água consumida, directa ou indirectamente, para o obter, em todas as etapas da sua cadeia de produção. Aprofundando, conseguir-se-á, concomitantemente, analisar as origens da água da PH – Água Azul, Água Verde ou Água Cinzenta. A partir daqui, poder-se-á calcular a PH de um consumidor, de um grupo de consumidores, de uma região, de um país ou grupo de países, em relação a um produto ou conjunto de produtos.

No ponto 2.6, Estudo de casos empíricos, deu-se relevância a trabalhos onde os conceitos Água Virtual e Pegada Hídrica fossem o tema central. Entre eles, o estudo de Setembro de 2011, da *World Wide Fund for Nature (WWF)*, sobre a PH portuguesa.

No capítulo 3, apresentaram-se os métodos de recolha de dados e o processo de inquirição realizado aos agregados do Norte de Portugal. De realçar que uma grande parte do questionário apresentado inclui as questões da calculadora da *Water Footprint Network (WFN)* – esta calculadora é referência actual para os cálculos da PH. Acrescente-se que esta plataforma de cálculo baseia-se no Manual de Avaliação da Pegada hídrica (Hoekstra et al., 2011). Este manual apresenta as normas para a definição e métodos de cálculo da PH – dado o crescente interesse que empresas e governos dedicam em usar os valores da pegada hídrica como suporte à formulação de estratégias que promovam políticas sustentáveis no domínio dos recursos hídricos. A PH só pode ser considerada eficaz, quando utilizada de forma rigorosa e não de uma forma floreada ou poética. Procedeu-se à caracterização dos agregados que responderam ao questionário. Esta caracterização foi dividida em Geográfica e Sócio-demográfica, Hábitos de Consumo e Conhecimentos sobre Recursos Hídricos e Preocupações Ambientais dos agregados. Fez-se, ainda, a comparação das duas médias da PH *per capita* através do Teste T. Foi estipulada a Hipótese Nula – Unilateral à esquerda – em que o valor da PH da amostra era igual 2505 m³/ano (o valor da PH nacional, definida no último relatório de Mekonnen e Hoekstra) e a Hipótese Alternativa em que a PH da amostra era inferior aquele valor. Foi também estipulada a Hipótese Nula – Bilateral – em que a PH da amostra era igual a 2505 m³/ano e a Hipótese Alternativa em que

o valor da amostra é diferente desse valor. Tendo sido rejeitada a Hipótese Nula – para um nível de significância de 5% – contra as Hipóteses alternativas apresentadas.

No ponto 3.4, do capítulo 3, foram discutidos os resultados obtidos. A PH média do agregado obtida é de 1910.2 m³/ ano, sendo a PH_{pc} de 677.0 m³/ ano. Para análise dos agregados, em relação à respectiva PH, calculou-se a sua PH_{pcr} (PH relativa). Foram depois distribuídos por Quartis – ou divididos pela Meridiana –, em função da respectiva PH_{pcr}.

Assim, de acordo com a PH_{pcr}, a grande maioria estava dos agregados está distribuída pelo primeiro e segundo Quartil – aproximadamente 80%.

Nos resultados obtidos, tanto a Localidade, como a sua classificação – Litoral ou Interior – ou Zona – Urbana, Rural ou Mista – não possuem uma relação positiva com a PH dos agregados. Um comportamento que, também, se verifica na Escolaridade e Profissão.

A Idade parece ter uma relação positiva com a PH – os agregados do terceiro e quarto Quartil possuem uma média de idade superior (30 e 29 anos, respectivamente) ao do primeiro e segundo (21 e 27 anos, respectivamente). Este resultado pode indiciar que os inquiridos mais jovens possuem, hoje, maiores cuidados no consumo de água.

O Rendimento médio mensal também aparenta ter uma relação positiva com a PH – o rendimento médio mensal do terceiro e quarto Quartil é superior ao dos dois primeiros.

No comportamento doméstico no uso da água, a adopção de dispositivos que reduzem o caudal de água – redutores de caudal de duche e autoclismo de dupla descarga – não se constataram diferenças entre agregados que possuíam estes dispositivos e aqueles que não. Na base do bom senso, poder-se-á pensar que quem possui este tipo de dispositivos terá maiores preocupações com o consumo eficiente de água. Todavia, os resultados não o demonstram.

Em relação ao tempo médio despendido para tomar um duche, verifica-se que quanto maior é a duração média do duche maior é a PH.

Os comportamentos alimentares dos agregados apresentaram, na sua grande maioria, uma relação positiva com a PH – designadamente, o consumo de Carne, Cereais, Vegetais, Fruta, Lácteos e Tubérculos. Algo expectável, pois quanto maior for o consumo – dados os volumes de água incorporados nestes produtos – maior será a PH.

O facto de os agregados terem sido alvo de campanhas de sensibilização acerca dos comportamentos recomendados com o consumo de água ou de conhecerem, ou não, os termos Pegada Hídrica e Água Virtual, não possui uma relação com a respectiva PH. Poder-se-ia esperar que os inquiridos que tivessem maior literacia hídrica, tivessem PH menores do que aqueles que têm menos. No entanto, os resultados não o demonstram.

Por fim, no que diz respeito às preocupações ambientais dos agregados, a sua relação com a PH não é constatável.

Algumas considerações finais carecem ser feitas.

A PH *per capita* média da amostra deste estudo é de 677 m³/ano e a PH *per capita* que consta no relatório de 2011 de Mekonnen & Hoekstra é de 2505 m³/ano. A metodologia seguida é aquela que é seguida pelos autores que, por sua vez, seguiram o manual de normas para avaliação da PH – o manual comum (a partir de 2009) utilizado pela comunidade internacional de investigadores e organismos dedicados a esta temática. A primeira constatação que se faz, em relação ao valor da PH obtido neste estudo, é que este está muito abaixo da média nacional. A segunda é que este valor se verifica numa área menos afeita a situações de escassez, salvo algumas zonas do nordeste.

Outra consideração tem a ver com o método de inquirição utilizado pela *Water Footprint Network* e seguido por este estudo. Parece haver alguma dificuldade, por parte dos inquiridos, em avaliar as quantidades – sejam elas de peso ou volume. Assim, os resultados da PH, obtida de forma indirecta, podem revelar-se erróneos, devido a dados de origem incorrectos. A forma de contornar este

problema poderá passar pela realização de questionários presenciais. Todavia, o custo para uma operação deste género, será indubitavelmente bastante pesado.

Para terminar, e tendo em conta a limitação apresentada acima, urge avançar, para todo o território nacional, com uma plataforma *online* que avalie a Pegada Hídrica de forma rigorosa e com dados que representem mais fielmente a realidade portuguesa. A PH, por tudo o que ficou plasmado neste estudo, pode ser uma ferramenta de enorme importância para a implementação de políticas públicas mais eficientes no domínio dos recursos hídricos. Este interesse é corroborado pelo Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) – que esteve em consulta pública até ao final do mês de Julho de 2012 –, quando afirma: “ [...] A implementação do conceito de pegada hídrica aplicada a produtos dos sectores urbano, agrícola e industrial, pode-se tornar num conceito interessante de valorização de um produto. A comparação da pegada hídrica de produtos similares pode sustentar a tomada de decisão em diversos tipos de situações.” (Agência Portuguesa do Ambiente, 2012)

Bibliografia

- Allan, J. A. "Virtual water eliminates water wars? A case study from Middle East." Em *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Research Series*, nº12, de A. Y. Hoekstra. Delft - The Netherlands: UNESCO-IHE, 2003.
- Allan, J. A. "Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits". *Ground Water*, 1998.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56." Roma, 1988.
- Barilla Center for Food & Nutrition. "Water Economy". Parma: Barilla Center, 2011.
- Carmo, R. L., Ojima, A. L., Ojima, R., Nascimento, T. T. "Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande "exportador" de Água." *Ambiente & Sociedade*, Jan-Jun. de 2007: 83-96.
- Chico, D., Salmoral, G., Llamas, M. R., Garrido, A., Aldaya, M. M. "The Water Footprint and Virtual Water Exports of Spanish Tomatoes". Pedrueca, 1 (Santander): Fundación Marcelino Botín, 2010.
- Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. "Nosso Futuro Comum". Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R. "An Introduction to Ecological Economics". Florida: CRC Press LLC, 1997.
- Fernandes, A. C. "Economia Pública - Eficiência Económica e Teoria das Escolhas Públicas". Lisboa: Edições Sílabo, 2008.

- Garrido, A., Llamas, M., Aldaya, M., Novo, P., Casado, R., Ortega, C. V. "Economic aspects of virtual water trade: Lessons from the Spanish case". Santander: Fundación Marcelino Botín, 2010.
- Gujarati, D. "Econometria Básica - Tradução da 4ª Edição". Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K. "Water footprints of nations - Volume 1: Main Report". Research Report Series No. 16, DA Delft: National Institute for Public Health and Environment, 2004.
- Hoekstra, A. Y., Hung, P. Q. "Virtual Water Trade". Da Delft: IHE DELFT, 2002.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. "The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard". London: Earthscan, 2011.
- Llamas, M. R. "Los Colores del Agua, El Agua Virtual y Los Conflictos Hídricos". Revista Real Acad. Ciencias Exactas Fís.Nat., 2 de Novembro de 2005.
- Madrid, C., Esther, V. "El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España)". Barcelona: Revibec, 2008.
- Medeiros, A. T. "Estimação da Evapotranspiração de Referência a partir da Equação de Penman-Monteith, de Medidas Lisimétricas e de Equações Empíricas, em Paraipaba, CE." Tese Doutorado, Piracicaba, 2002.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. "National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50". Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE, 2011.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. "The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No.48". Enschede, The Netherlands: UNESCO-IHE, 2010.

- Ministério das Cidades e do Ordenamento do Território e Ambiente. "Síntese da Legislação Comunitária de Ambiente". Lisboa: Gabinete de Relações Internacionais, 2003.
- Nixon, S. C., Lack, T. J., Hunt, D. T. "Recursos hídricos na europa: Uma utilização Sustentável?". Copenhague: Agência Europeia do Ambiente, 2000.
- Ostrom, E. "Governing de Commons - The Evolution of Institutions for Collective Action". Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J. "Natural Resources & Environmental Economics". New York: Longman Publishing, 1996.
- Ribeiro, M. M., Lanna, A. E. "Instrumentos Regulatórios e Económicos - Aplicabilidade à Gestão das Águas e à Bacia do Rio Pirapama." *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Volume 6, Out/Dez de 2001: 41-70.
- Rodriguez, R. C., Garrido, A. C., Llamas, M. R., Ortega, C. V. "La Huella Hidrológica de la Agricultura Española". Santander: Fundación Marcelino Botín, 2008.
- Rogers, P. "Facing the Water Crisis." *Scientific American* #482, 2008: 46-53.
- Samuelson, P. A., Nordhaus, W. D. "Economia - 18ª Edição". Aravaca (Madrid): McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., 2005.
- Schwarz, H. "Três axiomas da economia ecológica." *Economia Global e Gestão*, Dezembro de 2009: no.3, p.39-60.
- Solow, R. M. "Sustainability: An Economist's Perspective." Em *Economics of the Environment*, de Robert N. Stavins, 503-513. New York: W.W. Norton & Company Ltd., 2005.
- Strosser, P., Mattheiß, V., Defrance, P., Hernandez, S. "Quel(s) rôle(s) pour les instruments économiques dans la gestion des ressources en eau en Europe?". Síntese do seminário de 9 e 10 de Dezembro 2009, Paris, Baume-Les-Dames: Onema/Dast, 2011.

Tietenberg, T. "Environmental Economics and Policy". New York: HarperCollins College Publishers, 1994.

Tietenberg, T. "Economic Instruments for Environmental Regulation." Em *Economics of the Environment - Selected Readings*, de Robert N. Stavins, 277-301. New York: W.W. Norton & Company Ltd., 2005.

World Wildlife Fund. "Relatório Planeta Vivo 2008". Gland: Banson, 2008.

WWAP - World Water Assessment Programme. "The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World". London: Earthscan, 2009.

WWF - Mediterranean Programme Office. "Water Footprint in Portugal". Roma: WWF Mediterranean Programme, 2011.

Endereços Web Referenciados

Agência Portuguesa do Ambiente. "Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água". Agência Portuguesa do Ambiente. 2012.
http://www.apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA_2012-2020_JUNHO.pdf (acesso a 09 de Setembro de 2012).

Alegria, E. *Litoral/Interior: "Clivagem com sentido? Variações populacionais intercensitárias nas últimas duas décadas, II Congresso Português de Demografia"*. Associação Portuguesa de Demografia. 2004.
http://www.apdemografia.pt/ficheiros_comunicacoes/280203833.pdf (acesso a 15 de Novembro de 2012).

Brennan, A. "Environmental Ethics." *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 03 de Junho de 2002. <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-environmental/> (acesso a 02 de Agosto de 2011).

Brouwer, C., Goffeau, A., Heibloem, M. "Irrigation Water Management: Irrigation water needs; Irrigation Water Management. Training Manual no 3." 1986.

http://www.fao.org/docrep/S2022E/s2022e03.htm#chapter_3:effective_rainfall

(acesso a 20 de Julho de 2010).

Diário da República. "Decreto-Lei n.º 112/2002." *Diário da República*. 17 de 04 de 2002.

<http://www.dre.pt/util/getdiplomas.asp?s=sug&tdip=Decreto-Lei&ndip=112/2002>

(acesso a 10 de Setembro de 2010).

Diário da República. "Decreto-Lei n.º 97/2008". *Diário da República Electrónico*. 11 de

06 de 2008. <http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/11100/0339503403.pdf> (acesso a

23 de Julho de 2011).

Diário da República. "Lei n.º 58/2005". *Diário da República Electrónico*. 29 de 12 de

2005. <http://dre.pt/pdf1sdip/2005/12/249A00/72807310.pdf> (acesso a 23 de

Julho de 2011).

FAO - Food and Agriculture Organization. "Sistema de informacion de la FAO sobre el agua y la agricultura". 2010.

<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm> (acesso a 01 de

Junho de 2010).

Jornal Oficial das Comunidades Europeias. "Directiva 2000/60/CE." 23 de Outubro de 2000. [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PD](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PDF)

[F](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PDF) (acesso a 23 de Julho de 2011).

Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e Pescas. *Gabinete de*

Planeamento e Políticas. 01 de Julho de 2010. <http://www.gpp.pt/cot/> (acesso a 15 de

Julho de 2010).

Sedes - Associação para o Desenvolvimento Económico e Social. *Sedes - Associação para o Desenvolvimento Económico e Social*. 06 de Maio de 2009.

<http://www.sedes.pt/blog/?p=1007> (acesso a 12 de Agosto de 2010).

Water Footprint Network. “Your Water Footprint. Extended Calculator”. 2005.
<http://http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>. (acesso a 2 de Maio 2010)

Anexo 1 – Questionário Cálculo da Pegada Hídrica

Cálculo da Pegada Hídrica

Este questionário tem por objectivo conhecer a Pegada Hídrica dos agregados familiares do Norte de Portugal. Agradeço, desde já, a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Se alguma dúvida lhe surgir, agradeço contacto através do correio electrónico: edudantas.formacao@gmail.com

Carimbo de data/hora

1. Localização do Agregado

1.1. A sua localidade (concelho): *

1.2. Mora numa zona? *

1.3. Quantos elementos compõem o agregado familiar: *

2. Idades do Agregado

2.1. Idade do elemento 1: *

2.2. Idade do elemento 2: *Se não existir elemento 2, seleccione

"0"

2.3. Idade do elemento 3: *Se não existir elemento 3, seleccione

"0"

2.4. Idade do elemento 4: *Se não existir elemento 4, seleccione

"0"

2.5. Idade do elemento 5: *Se não existir elemento 5, seleccione

"0"

2.6. Idade do elemento 6: *Se não existir elemento 6, seleccione

"0"

2.7. Idade do elemento 7: *Se não existir elemento 7, seleccione

"0"

2.8. Idade do elemento 8: *Se não existir elemento 8, seleccione

"0"

2.9. Idade do elemento 9: *Se não existir elemento 9, seleccione

"0"

2.10. Idade do elemento 10: *Se não existir elemento 10, seleccione

"0"

3. Rendimento Mensal Líquido do agregado familiar:

Rendimento Mensal Líquido do agregado familiar: *

menos de 500 euros

4. Profissões do Agregado

4.1. Profissão elemento 1: *

Empregado por conta de outrem

4.2. Profissão elemento 2: *Se não existe este elemento no agregado, escolha a opção

"0"

Empregado por conta de outrem

4.3. Profissão elemento 3: *Se não existe este elemento no agregado, escolha a opção

"0"

Empregado por conta de outrem

4.4. Profissão elemento 4: *Se não existe este elemento no agregado, escolha a opção

"0"

Empregado por conta de outrem

4.5. Profissão elemento 5: *Se não existe este elemento no agregado, escolha a opção

"0"

4.6. Profissão elemento 6: *Se não existir este elemento, escolha a opção

"0"

4.7. Profissão elemento 7: *Se não existir este elemento, escolha a opção

"0"

4.8. Profissão elemento 8: *Se não existir este elemento, escolha a opção

"0"

4.9. Profissão elemento 9: *Se não existir este elemento, escolha a opção

"0"

4.10. Profissão elemento 10: *Se não existir este elemento, escolha a opção

"0"

5. Grau de Escolaridade do Agregado

5.1. Grau Escolaridade do Elemento 1: *

5.2. Grau Escolaridade do Elemento 2: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.3. Grau Escolaridade do Elemento 3: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.4. Grau Escolaridade do Elemento 4: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.5. Grau Escolaridade do Elemento 5: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.6. Grau Escolaridade do Elemento 6: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.7. Grau Escolaridade do Elemento 7: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.8. Grau Escolaridade do Elemento 8: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.9. Grau Escolaridade do Elemento 9: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

5.10. Grau Escolaridade do Elemento 10: *Se não existe este elemento no agregado, escolha

"0"

6. Consumo de Alimentos do Agregado

6.1. Quantos QUILOS de Cereais (arroz, trigo, milho...) consomem por

SEMANA? *

6.2. Quantos QUILOS de Carne consomem por

SEMANA? *

6.3. Quantos QUILOS de produtos lácteos (queijos, manteiga,...) consomem por

SEMANA? *

6.4. Quantos ovos consomem por SEMANA? *

6.5. Como preferem os cozinhados? *

6.6. Qual é o consumo de açúcar e doces? *

6.7. Quantos QUILOS de Vegetais consomem por

SEMANA? *

6.8. Quantos QUILOS de Fruta consomem por

SEMANA? *

6.9. Quantos QUILOS de tubérculos (batata, mandioca) consomem por

SEMANA? *

6.10. Quantos cafés tomam por DIA? *

6.11. Quantas chávenas de Chá tomam por DIA? *

7. Consumo de Água Doméstico - dentro de casa

7.1. Quantos duches toma, o agregado, por DIA? *

7.2. Qual a duração, em minutos, média (de todo o agregado) de cada

duche? *

7.3. Os duches possuem redutores de caudal para poupança de água? *

7.4. Quantos banhos de imersão tomam por semana? *

7.5. Quantas vezes, ao DIA, lavam os dentes, as mãos e fazem a

barba? *

7.6. Deixam a torneira aberta enquanto lavam os dentes ou fazem a barba? *

7.7. Quantas vezes utilizam a máquina de lavar roupa, durante a

semana? *

7.8. Possuem autoclismos de dupla descarga? *

7.9. Se fazem a lavagem manual da loiça, quantas vezes o fazem por

DIA? *

7.10. Quanto tempo fica a água a correr entre cada peça de loiça

lavada? *

7.11. Se possuem máquina de lavar loiça, quantas vezes a utilizam por

SEMANA? *

8. Consumo de Água Doméstico - fora de casa

8.1. Possuem carro? *

8.2. Se sim, quantas vezes lavam o carro por SEMANA? *Se não têm carro, seleccione

"0"

8.3. Possuem Jardim? *

8.4. Se sim, durante quantos MESES regam o jardim no ano? *Se seleccionou "Não",

seleccione "0"

8.5. Quantas vez regam o jardim por SEMANA? *Se não tem jardim, seleccione

"0"

8.6. Quantos minutos gastam, em média, por SEMANA, a lavar passeios, calçada e/ou pátios? *Se não lava ou não possui estas características, seleccione

"0"

8.7. Possuem Piscina? *

8.8. Se respondeu sim à questão anterior, qual é a capacidade da piscina em metros cúbicos? *Se não tem piscina, seleccione

"0"

8.9. Se respondeu sim, à questão 8.7., quantas vezes, por ANO, esvaziam a

piscina? *

Questões Gerais

9.1. Sabe qual o valor que paga mensalmente de água? *

9.2. Conhece a designação "Água Virtual" *

9.3. E a designação "Pegada Hídrica"? *

9.4. Já foi alvo de alguma campanha de sensibilização para o uso eficiente da

água? *

9.5. Quais são para si os problemas ambientais mais graves? *

	nada grave	pouco grave	grave	muito grave
Poluição Atmosférica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poluição da Água	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Perda da Biodiversidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alterações Climáticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escassez de Água	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anexo 2 - Printscreen do site para preenchimento do questionário

Ilustração 9 - Questionário online para preenchimento dos agregados

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://sites.google.com/site/pegadahidricanortept/home?previewAsViewer=1>. The page title is "Pegada Hídrica Norte Portugal". The main heading is "Bem-Vindo!". Below this, it says "Proprietários do Site: Eduardo Dantas". The main message is "Pela sua colaboração na realização deste questionário, Obrigado!". The questionnaire text states: "Este questionário tem por objectivo conhecer a Pegada Hídrica dos agregados familiares do Norte de Portugal. Agradeço, desde já, a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Se alguma dúvida lhe surgir, agradeço contacto através do email: eduardantas.formacao@gmail.com". Below this is a "Carimbo de data/hora" field. The section "1. Localização do Agregado" contains three questions: "1.1. A sua localidade (concelho): *", "1.2. Mora numa zona? *", and "1.3. Quantos elementos compõem o agregado familiar: *".

Bem-Vindo!

Proprietários do Site
Eduardo Dantas

Pela sua colaboração na realização deste questionário, Obrigado!

Este questionário tem por objectivo conhecer a Pegada Hídrica dos agregados familiares do Norte de Portugal. Agradeço, desde já, a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Se alguma dúvida lhe surgir, agradeço contacto através do email: eduardantas.formacao@gmail.com
*Obrigatório

Carimbo de data/hora

1. Localização do Agregado

1.1. A sua localidade (concelho): *

1.2. Mora numa zona? *
Urbana

1.3. Quantos elementos compõem o agregado familiar: *
1