



Ana Maria Alcafache de Oliveira

Licenciada em Ciências da Engenharia Civil

**Medidas de Optimização do
Desempenho Hídrico de um Edifício
de Habitação Unifamiliar**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Civil – Perfil de Construção

Orientador: Miguel Pires Amado, Professor Auxiliar, Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professor Doutor Fernando Manuel Anjos Henriques

Arguente: Professor Doutor Manuel Duarte Pinheiro

Vogal: Professor Doutor Miguel Pires Amado



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Maio de 2014

“Copyright” Ana Maria Alcaface de Oliveira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

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

AGRADECIMENTOS

Após a finalização desta dissertação não podia deixar de expressar o meu agradecimento a todos os que me ajudaram, acompanharam e de qualquer outra forma fizeram parte desta importante etapa:

Em especial ao meu orientador, Professor Miguel Pires Amado, pela sugestão do tema, por toda a disponibilidade e apoio ao longo deste percurso, assim como pelos conhecimentos transmitidos.

Ao proprietário da habitação estudada, Sr. Hélder Torcato, agradeço a disponibilidade e informação fornecida, sem a qual era impossível a realização desta dissertação.

A todos os meus amigos, dentro e fora da faculdade, agradeço por me apoiarem e estarem presentes em todos os momentos. Agradeço em especial à Ana Luísa Pires, ao César Sobreira e à Sílvia Martins por todo o companheirismo, amizade, apoio e incentivo nos momentos de estudo e trabalho, assim como nos momentos de diversão e convívio passados em conjunto. Sem eles esta caminhada não teria sido tão importante e especial para mim. À minha amiga de longa data, Rita Delfim, um grande obrigado pela companhia e pelo apoio ao longo dos últimos 6 meses de realização da dissertação.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos meus queridos pais, Guida e Paulo, e à minha irmã Margarida por estarem sempre presentes, por me apoiarem e incentivarem em todos os desafios da minha vida, e que sem os quais, esta etapa não teria sido possível.

RESUMO

O recurso água é indispensável à vida na Terra pelo que se torna imperioso garantir a sua disponibilidade a longo prazo. O impacto gerado pelo sector dos edifícios sobre este recurso, reflecte-se em elevados padrões de consumos durante todo o ciclo de vida do edifício, e é decorrente de falhas cometidas na fase da concepção. O objectivo da construção sustentável é contribuir para a preservação dos recursos naturais substituindo-os por outros que originem menor impacto a longo prazo. Apesar dos edifícios não serem ainda, na sua generalidade, construídos de forma sustentável, começam a surgir sistemas voluntários de certificação da construção sustentável de edifícios, com orientações e recomendações que promovem o aumento da eficiência e a preservação dos recursos. A presente dissertação, através de uma avaliação dos consumos hídricos de uma habitação unifamiliar, apresenta um conjunto de medidas no sentido da redução do consumo de água durante a fase de utilização. Estas focam-se na aplicação de redutores de caudal nos dispositivos existentes e na substituição de dispositivos por outros que possuam melhor desempenho hídrico. O seu estudo suportou-se na comparação entre os padrões de consumo de cada dispositivo no sector doméstico e nos consumos efectivos de água no edifício de habitação em estudo.

Palavras-Chave: sustentabilidade, construção sustentável, ciclo de vida dos edifícios, consumo eficiente de água, certificação hídrica.

ABSTRACT

Water resource is essential for life on Earth, therefore it becomes imperative to ensure its long-term availability. The impact of the building industry and construction on water resources is visible through high consumption patterns throughout the building's life cycle, due to errors made at planning phase. The main goal of sustainable construction is to contribute for the preservation of natural resources by replacing them for materials with lower long-term environmental impact. Although buildings are still not being built in a completely sustainable way, studies focusing on water resource savings and efficient use in the building sector are emerging. On an international and national basis, voluntary certification systems of sustainable construction are being developed, aiming to achieve the preservation of natural resources, through guidelines and recommendations promoting efficiency. This dissertation, through an assessment of water consumption of a family housing, presents a set of measures to reduce the effective water consumption during the operation phase. Those measures consist on the application of flow reducers in the existing devices and the replacement of some equipment for others with better water performance. The study was made by analyzing and comparing the water consumption patterns of several devices available for the domestic sector and using real water consumption levels in a random family housing.

Keywords: sustainability, sustainable construction, building's life cycle, efficient water consumption, water certification.

ÍNDICE DE TEXTO

ÍNDICE DE TEXTO	V
INTRODUÇÃO	1
Objectivos e metodologia	3
1. ESTADO DA ARTE	7
1.1. O recurso água	7
1.1.1. Quantidades e a escassez mundial de água	7
1.1.2. Qualidade da água para consumo humano	9
1.2. Uso eficiente de água	10
1.2.1. Estratégia de abastecimento de água e saneamento de águas residuais	14
1.2.2. Padrão de consumo doméstico em Portugal	16
1.3. Construção sustentável	19
1.3.1. Sustentabilidade	19
1.3.2. A prática da construção sustentável	21
1.3.3. Os impactos do sector da construção	23
1.3.4. Ciclo de vida dos edifícios	28
1.3.5. Sistemas de avaliação da sustentabilidade dos edifícios	30
2. CONTRIBUTO PARA UMA MAIOR EFICIÊNCIA HÍDRICA	35
2.1. Principais medidas para reduzir consumos de água no sector doméstico	35
2.2. Sistemas de avaliação de eficiência hídrica em Portugal	42
3. APROVEITAMENTO DA ÁGUA	47
3.1. Águas pluviais	47
3.1.1. Abordagens ao aproveitamento de águas pluviais	49
3.1.2. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP)	51
3.1.2.1. Referências legais e normativas e aspectos gerais de certificação	55
3.2. Águas residuais	59
3.2.1. Padrões de qualidade da água residual	60
3.2.2. Sistema de aproveitamento de águas cinzentas	61
4. CASO DE ESTUDO – Projecto para habitação unifamiliar	65
4.1. Projecto sustentável	65
4.2. Descrição geral da habitação	68

4.3.	Avaliação de consumos	69
4.4.	Medidas para o uso eficiente da água – exemplos de aplicação	75
4.4.1.	Aplicação de redutores de caudal	75
4.4.2.	Substituição de dispositivos com reduzido desempenho hídrico	80
4.4.3.	Aproveitamento de águas pluviais e residuais	81
4.5.	Análise custo-benefício da aplicação de redutores de caudal	82
4.6.	Síntese e discussão de Resultados.....	85
5.	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS	89
5.1.	Conclusão	89
5.2.	Desenvolvimentos Futuros	90
	BIBLIOGRAFIA.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Quantidades mundais de água doce (a) e distribuição do uso de água doce no mundo (b) [UN-Water, 2013]	8
Fig. 1.2 Cenário de “stress hídrico” em 2050 [UN-Water, 2014]	8
Fig. 1.3 Qualidade da água de abastecimento público no período 1993-2011 [RASARP, 2012]	9
Fig. 1.4 Procura de água por sector (a) e a procura relativa de água por sector (b) [PNUEA, 2012] ...	10
Fig. 1.5 Meta para 2020 estabelecida pelo PNUEA relativamente ao desperdício nacional no uso da água por sector [PNUEA, 2012]	12
Fig. 1.6 Distribuição dos usos estritamente urbanos e perdas [ALMEIDA et al., 2006]	13
Fig. 1.7 Consumo urbano de água per capita do Concelho de Lisboa comparado com o consumo Nacional e Europeu (adaptado de [BRANCO et al., 2006])	14
Fig. 1.8 Evolução da população servida com sistemas públicos de abastecimento de água [ERSAR & INAG, 2009]	16
Fig. 1.9 Evolução da população servida com sistemas de saneamento de águas residuais urbana [ERSAR & INAG, 2009]	16
Fig. 1.10 Distribuição dos consumos domésticos de água considerando os usos externos (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])	17
Fig. 1.11 Consumo médio de água potável per capita no sector doméstico nos Países da União Europeia [CARDOSO, 2010]	18
Fig. 1.12 Evolução da população mundial de 1950-2011 e projecções de 2011-2050, de acordo com as diversas variantes [UN, 2013]	19
Fig. 1.13 Dimensão económica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável [BCSD, 2005] ...	20
Fig. 1.14 Construção Sustentável [MATEUS, 2004]	22
Fig. 1.15 Repartição final do consumo de energia por sector [INE, 2011]	26
Fig. 1.16 Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de fonte em Portugal [INE, 2011]	27
Fig. 1.17 Etapas do ciclo de vida do edifício e das actividades da construção [PINHEIRO, 2006]	29
Fig. 1.18 Os 6 princípios de bom desempenho ambiental do sistema LiderA [PINHEIRO, 2011]	34
Fig. 1.19 Rótulos de eficiência hídrica desenvolvidos pela ANQIP [ANQIP, 2013]	42
Fig. 3.1 Precipitação média mensal em Portugal Continental no ano de 2013 e os respectivos valores médios referentes ao período 1971-2000 [IPMA, 2014]	48
Fig. 3.2 Distribuição espacial dos valores médios da precipitação anual (a) e número de dias com precipitação anual igual ou superior a 10 mm (b) no período de 1971-2000 [LIMA et al., 2013]	49
Fig. 3.3 Reservatório de aproveitamento de águas da chuva Maya (Chultuns) [MAY, 2004]	50
Fig. 3.4 Sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) (adaptado de [TWDB, 2005])	52
Fig. 3.5 Superfície de captação de água em telhado (a), pátio (b) ou laje (c) [MAY, 2004]	52
Fig. 3.6 Crivo instalado em caleira (a) [BERTOLO, 2006] e desviador de primeiro fluxo (b) [ALMEIDA et al., 2006]	53
Fig. 3.7 Filtro [SACADURA, 2011]	54

Fig. 3.8 Tanque em PEAD comercializado pela empresa Ecodepur (a) [Ecodepur, 2014] e tanque em betão armado (b)	55
Fig. 4.1 Planta do empreendimento das Casas de Santo António	65
Fig. 4.2 Vista da fachada principal da habitação em estudo	69
Fig. 4.3 Repartição dos consumos anuais do agregado por dispositivo.....	75
Fig. 4.4 Estrutura interna de um redutor de caudal (adaptado de [Eco Meios, 2014])	76
Fig. 4.5 Dispositivos eficientes seleccionados: redutor de caudal de torneira de pia lava loiça (a), redutor de caudal de torneiras de lavatório e bidé (b) e redutor de caudal de sistema de duche (c). [All Aqua, 2014]	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 Algumas das medidas aplicáveis ao uso urbano definidas pelo PNUEA em prol do uso eficiente de água (adaptado de [PNUEA, 2012])	12
Tabela 1.2 Repartição dos consumos médios diários (adaptado de [PEDROSO, 2009])	18
Tabela 1.3 Total de edifícios concluídos em Portugal no ano de 2012 (adaptado de [INE, 2013])	25
Tabela 1.4 Consumo de água na produção de alguns materiais de construção (adaptado de [MATEUS, 2004]).....	25
Tabela 1.5 Indicadores relevantes para a avaliação da construção sustentável (adaptado de [MATEUS & BRAGANÇA, 2004])	31
Tabela 1.6 Categorias do sistema BREEAM EcoHomes e os respectivos créditos (adaptado de [PINHEIRO, 2006]).....	32
Tabela 1.7 Atribuição de pontos para a eficiência de água (adaptado de [LEED, 2009])	33
Tabela 1.8 Síntese da viabilidade da substituição de autoclismos (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006]).....	36
Tabela 1.9 Síntese da viabilidade da substituição de chuveiros (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])	38
Tabela 1.10 Síntese da viabilidade da substituição de torneiras (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])	39
Tabela 1.11 Síntese de viabilidade da substituição de máquinas da roupa (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006]).....	40
Tabela 1.12 Síntese da viabilidade da substituição de máquinas da loiça (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])	41
Tabela 1.13 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (adaptado de ETA 0804)	43
Tabela 1.14 Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (adaptado de ETA 0806)	44
Tabela 1.15 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (adaptado de ETA 0808)	45
Tabela 1.16 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (adaptado de ETA 0808)	45
Tabela 1.17 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (adaptado de ETA 0808)	45
Tabela 3.1 Vantagens e desvantagens do uso dos diferentes tipos de tanques (adaptado [DTU, 2002]).....	54
Tabela 3.2 Coeficiente de run off para as diferentes superfícies de recolha (adaptado [ETA 0701]) ...	57
Tabela 3.3 Frequência de manutenção dos componentes do SAAP (adaptado de [ETA 0701])	59
Tabela 3.4 Requisitos de qualidade de águas residuais tratadas a reutilizar para diversos usos urbanos (adaptado de [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010])	61

Tabela 4.1 Critérios considerados na fase de concepção nos edifícios da Urbanização Casas de Santo António	67
Tabela 4.2 Considerações gerais durante a fase de construção dos edifícios da Urbanização Casas de Santo António	67
Tabela 4.3 Considerações gerais durante as fases de utilização e manutenção dos edifícios da Urbanização Casas de Santo António	68
Tabela 4.4 Características técnicas da máquina de lavar roupa e secar e da máquina de lavar loiça .	71
Tabela 4.5 Características técnicas da torneira da pia lava loiça	71
Tabela 4.6 Características técnicas dos dispositivos existentes nas instalações sanitárias	71
Tabela 4.7 Consumos de água relativos à máquina de lavar roupa e loiça existentes na habitação ...	71
Tabela 4.8 Consumo de água relativo à torneira da pia lava loiça existente na habitação	72
Tabela 4.9 Consumos de água relativos às torneiras de lavatório de aos sistemas de duche existentes na habitação	73
Tabela 4.10 Consumos de água relativos aos autoclismos existentes na habitação	74
Tabela 4.11 Repartição anual de consumos por dispositivos em litros por agregado (a) e a repartição diária de consumos por dispositivo em litros por habitante (b)	74
Tabela 4.12 Redutores de caudal escolhidos e as suas especificações técnicas	77
Tabela 4.13 Consumo de água da torneira da pia lava loiça após aplicação de redutor de caudal	78
Tabela 4.14 Poupança anual de água: torneira de pia lava loiça existente versus torneira de pia lava loiça após aplicação de redutor de caudal	78
Tabela 4.15 Consumo de água após a aplicação de redutores de caudal nas torneiras de lavatório e nos sistemas de duche	78
Tabela 4.16 Poupança anual de água: torneira de lavatório existente versus torneira de torneira após aplicação de redutor de caudal	79
Tabela 4.17 Poupança anual de água: sistema de duche existente versus sistema de duche de classe de eficiência hídrica A	79
Tabela 4.18 Repartição anual de consumos por dispositivos em litros por agregado (a) e a repartição diária de consumos por dispositivo em litros por habitante (b)	80
Tabela 4.19 Poupança associada à aplicação de dispositivos eficientes (adaptado de [BARROSO & AMADO, 2013])	80
Tabela 4.20 Consumos antes e após a aplicação de medidas eficientes	82
Tabela 4.21 Redução absoluta e poupança anual de água após implantação de medidas eficientes .	83
Tabela 4.22 Investimento de aplicação de redutores de caudal	83
Tabela 4.23 Custo mensal da água do consumo estimado, por agregado, antes da aplicação de medidas eficientes	84
Tabela 4.24 Custo mensal da água do consumo estimado, por agregado, após a aplicação de medidas eficientes	84
Tabela 4.25 Reduções obtidas após aplicação de redutores de caudal	85
Tabela 4.26 Análise custo-benefício: aplicação de redutores de caudal versus substituição de dispositivos	86

Tabela 4.27 Medidas de intervenção durante o ciclo de vida das construções relativamente ao uso eficiente de água87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	i
ANEXO 1 – Inquérito realizado ao proprietário	ii
ANEXO 2 – Ficha de Ensaio RC4186106 (torneira lavatórios e bidés).....	iv
ANEXO 3 – Ficha de Ensaio RC4186108 (torneira pia lava loiça)	viii
ANEXO 4 – Ficha de Ensaio RC3354308 (sistemas de duche)	xii

INTRODUÇÃO

Durante as décadas que se seguiram à Revolução Industrial, o mundo assistiu a uma explosão demográfica sem precedentes que conduziu a um avanço global da economia, ao desenvolvimento de novas tecnologias e a uma enorme mudança do estilo de vida da sociedade. Em meados do século XX, a população mundial atinge os 2,5 bilhões de habitantes [UN, 2013], e o desenvolvimento da sociedade é sustentado numa lógica economicista de crescimento a todo o custo sem que existissem preocupações ambientais. Estes factores conduziram à exploração desmedida dos recursos naturais, como a água e o carvão mineral, e à utilização alargada de energias não renováveis.

Este modelo de desenvolvimento conduziu à realização de diferentes estudos sobre qual deveria ser o modelo de desenvolvimento adoptado para as sociedades. É então neste contexto que surge o conceito de “sustentabilidade” que sofreu diversas evoluções ao longo dos anos mas sempre numa perspectiva economicista e com poucas preocupações ambientais. O ponto de viragem dá-se em 1987 com a elaboração do Relatório de Brundtland (ou “O Nosso Futuro Comum”), na sequência da Conferência sobre o Ambiente Humano, realizada pelas Nações Unidas em Estocolmo, em 1972. O conceito surge finalmente associado a questões ambientais, económicas e sociais, caracterizado, de uma forma generalizada, como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” [UN, 1991].

É neste quadro de oportunidade que todos os sectores industriais das sociedades se deveriam centrar, particularmente o sector da construção. Isto porque, é o sector que mais peso apresenta ao nível de consumo de recursos naturais e, por outro lado, é também aquele que mais benefícios apresenta para o desenvolvimento social, e por estas razões requer uma maior atenção.

A realidade actual é, no entanto, ainda incompatível com os pressupostos em que o desenvolvimento sustentável se baseia. Por exemplo, na Europa, a Indústria da Construção, nomeadamente o sector dos edifícios, é um dos sectores económicos mais importantes e que se caracteriza pelo consumo excessivo de água e de outras matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis e pela grande produção de resíduos [MATEUS & BRAGANÇA, 2004].

Em Portugal, estima-se que o sector da construção de edifícios seja responsável pelo consumo de cerca de 20% dos recursos energéticos nacionais, 6,7% do total do consumo de água potável, pela produção de 420 milhões de m³ de águas residuais e pela produção de 7,5 milhões de toneladas de resíduos [INE, 2013].

Apesar dos esforços da União Europeia, os edifícios ainda não estão a ser construídos ou renovados de forma sustentável. Têm sido desenvolvidas diversas abordagens onde se destaca a

ferramenta de gestão para análise e escolha de alternativas e tomada de decisão sob uma perspectiva ambiental, para o Ciclo de Vida dos Edifícios. O seu objectivo consiste em analisar as repercussões ambientais que o edifício irá provocar ao longo de todas as fases da sua vida – concepção/projecto, construção, operação/utilização e desactivação [MATEUS & BRAGANÇA, 2004] e deste modo possibilitar a correcção por antecipação de práticas e resoluções menos correctas.

Pode afirmar-se que uma construção é sustentável quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, isto é as dimensões ambiental, económica e social, são consideradas logo na fase de concepção/projecto do ciclo de vida do edifício. Isto significa que a fase de concepção/projecto é a mais importante, porque é nesta fase que deverão ser tomadas todas as decisões efectivas que se reflectem nas fases posteriores da vida do edifício como por exemplo a localização, a escolha de fornecedores e dos materiais e recursos a utilizar. [MATEUS & BRAGANÇA, 2006].

Em 1994, Charles Kibert define a construção sustentável como a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos” [KIBERT, 1994]. Deste modo, os pressupostos básicos da construção sustentável deveriam centrar-se na redução dos consumos e na reutilização de recursos sempre que possível, no uso de recursos recicláveis e na reciclagem de materiais em fim de vida, a protecção dos sistemas naturais e por fim, a eliminação dos materiais tóxicos e dos seus subprodutos em todas as fases do ciclo de vida do edifício [PINHEIRO, 2006].

Para reforço e melhoria do nível de desempenho, diversos países desenvolveram sistemas de certificação que possibilitassem auxiliar o sector da construção com orientações e recomendações para o aumento de eficiência. Entre os sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios existentes destacam-se a nível internacional os sistemas BREEAM e LEED, e, a nível nacional, o sistema LiderA. Encontram-se essencialmente orientados para a avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, numa perspectiva global, e baseiam-se em parâmetros relacionados directa ou indirectamente com a redução das energias não renováveis, dos materiais, do consumo de água, da emissão de gases, da produção de resíduos e de poluentes. Os 3 sistemas diferem essencialmente no peso atribuído à água, sendo o sistema LiderA aquele que mais importância lhe concede [BARROSO & AMADO, 2013]

As reservas mundiais de água estão cada vez mais escassas, pelo que se estima que o volume total de água disponível seja de 1,4 biliões km³, dos quais apenas 35 milhões correspondem a água doce (2,5% do volume total de água) [UN-Water, 2013]. A UN-Water estima que cerca de 40% da população mundial é actualmente afectada pela escassez de água doce. Prevê ainda que em 2025, 1,8 biliões de habitantes vivam em regiões com absoluta escassez de água e que 2/3 da população mundial esteja sob condições de “stress hídrico” [UN-Water, 2014].

O Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água tem como objectivo garantir o uso racional da água uma vez que este recurso é um dos factores mais importantes para o desenvolvimento socioeconómico do País. A procura de água em Portugal está estimada em cerca de 4199 milhões de m³/ano no conjunto dos sectores agrícola (81%), urbano (12%) e industrial (7%) [PNUEA, 2012].

O sector urbano é responsável por consumos doméstico (45%), comerciais (9%), públicos (6%) e perdas (40%). Sendo um sector com uma fatia de 12% do total da procura de água também apresenta o maior valor de custos associados, pelo que se torna claro, a nível económico, que se deve investir especialmente na poupança de água neste sector [ALMEIDA et al., 2006].

Relativamente ao consumo de água no sector doméstico, enfoque desta dissertação, verifica-se que em média, numa habitação unifamiliar se consomem aproximadamente 53 m³ de água/hab.ano, equivalendo a 160 l/hab.dia [PEDROSO, 2009]. Os consumos domésticos estão associados ao uso de água em banhos e duchas (32%), em autoclismos (28%), nas torneiras (16%), em usos exteriores (10% - rega, lavagem de pavimentos, etc), nas máquinas de lavar-roupa e loiça (8% e 2%, respectivamente) e finalmente em perdas (4%) [ALMEIDA et al., 2006].

Em prol da redução dos consumos de água no sector doméstico, é importante apostar na promoção de medidas que promovam o uso adequado da água pelos utilizadores. A ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais) é a entidade nacional responsável pela certificação hídrica dos dispositivos domésticos (autoclismos, chuveiros e torneiras). Esta entidade criou, em 2008, um sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica destes produtos com o intuito de promover e garantir a sua qualidade e eficiência [ANQIP, 2013].

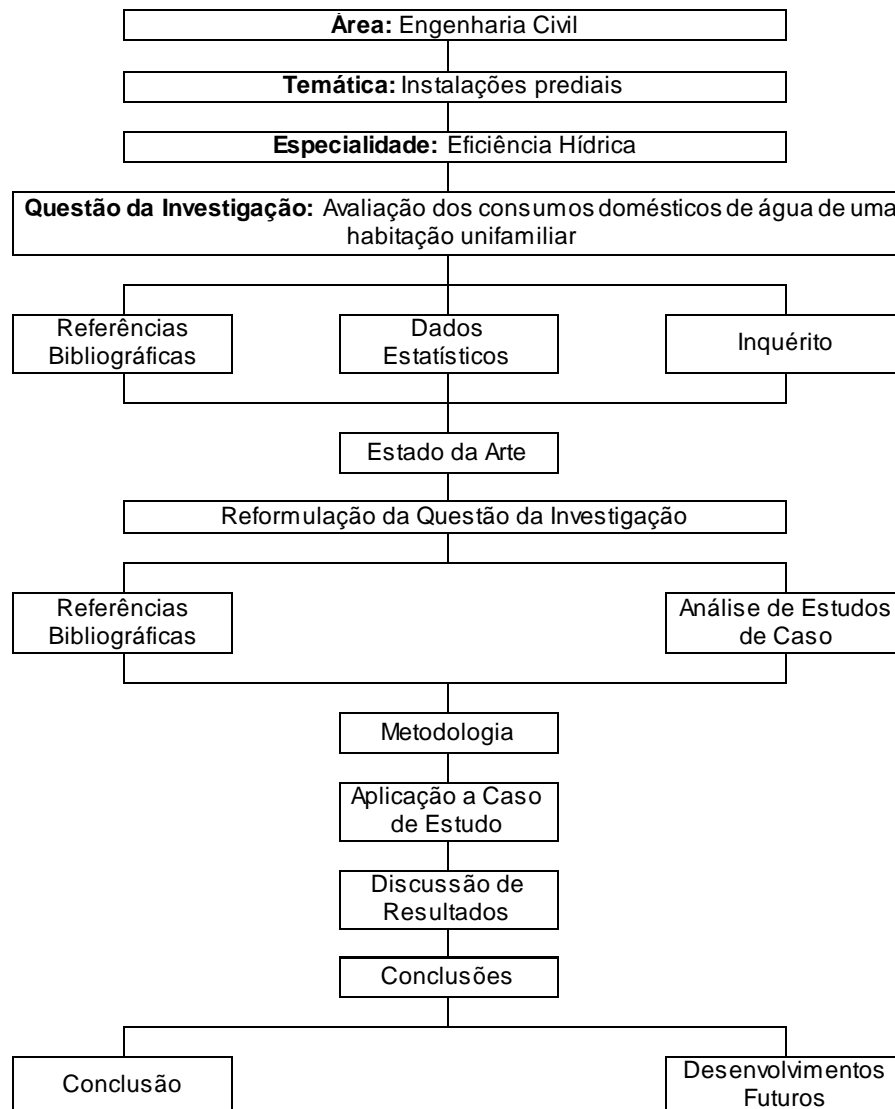
Diversas medidas podem ser adoptadas, no sector doméstico, no sentido de reduzir os consumos do agregado familiar. Uma dessas medidas é a primeira é, a que decorre da necessidade dos habitantes cultivarem hábitos eficientes de uso de água como: fecho de torneiras enquanto escovam os dentes ou ensaboam as mãos; fecho do chuveiro enquanto se ensaboam e enquanto aplicam o champô; preferência de duchas a banhos de imersão, entre outros.

A adequação/substituição de dispositivos, isto é máquinas de lavar roupa e loiça, autoclismos, torneiras e chuveiros, por outros cujo desempenho hídrico seja superior, constitui outra medida eficiente na poupança de água. Outras medidas, tais como a aplicação de redutores de caudal nos dispositivos existentes ou a implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e residuais contribuem também para a redução dos consumos de água no sector doméstico.

Objectivos e metodologia

A presente dissertação tem como objectivo a avaliação dos consumos hídricos de uma habitação unifamiliar existente, bem como a implantação de medidas que promovam o uso eficiente de água no sentido da redução dos consumos da habitação.

A metodologia adoptada para esta dissertação teve por base uma análise e estudo sobre conteúdos como a sustentabilidade, a construção sustentável, o ciclo de vida dos edifícios, os padrões de consumo, o consumo eficiente de água e a certificação hídrica que, adoptou a estrutura do Esquema 1:



Esquema 1

No Capítulo 1, o Estado da Arte, analisa-se a quantidade de água no mundo, o padrão de consumo doméstico existente, a estratégia de abastecimento e a utilização eficiente do uso da água em Portugal. Apresenta-se também o conceito de sustentabilidade e de construção sustentável assim como os impactos produzidos pelo sector da construção. Por fim analisam-se alguns dos sistemas de avaliação da sustentabilidade dos edifícios, na óptica da água, existentes a nível internacional e nacional.

No Capítulo 2 enunciam-se quais as medidas que melhor contribuem para o uso eficiente da água no sector doméstico, tais como a utilização de equipamentos normalizados e certificados.

No Capítulo 3 apresentam-se medidas alternativas ao uso de água potável em actividades que possam ter o mesmo desempenho com águas de menor qualidade e de outras origens que não a da rede pública: sistemas de aproveitamento de água pluviais e residuais.

No Capítulo 4, são analisados os consumos de água de uma habitação unifamiliar e apresentam-se diversas medidas para a racionalização do seu uso. Após esta análise, é abordada a medida que melhor promove o uso eficiente de água na habitação, equacionando o seu custo-benefício através do investimento realizado, da redução do consumo e do impacto no custo da factura.

1. ESTADO DA ARTE

1.1. O recurso água

O recurso água deve ser encarado como um património que deverá ser protegido, defendido e entendido como tal. Encontra-se sujeito a uma pressão crescente devido à contínua procura de quantidades elevadas de água de boa qualidade para diversos fins [BARROSO, 2010].

Em Março de 1977, o Plano de Acção resultante da Conferência das Nações Unidas sobre a Água reconheceu, pela primeira vez, a água como um direito ao declarar que “todos os povos, seja qual for o seu estágio de desenvolvimento e as suas condições sociais e económicas, têm direito a ter acesso a água potável em quantidade e qualidade igual às suas necessidades básicas” [UN, 2014].

Após vários anos de debate sobre o tema, a 28 de Julho de 2010, a Assembleia Geral da ONU reconheceu o acesso à água de qualidade e a instalações sanitárias como um direito humano. O texto declara que o “direito a uma água potável própria e de qualidade e a instalações sanitárias é um direito do homem, indispensável para o pleno gozo do direito à vida” [UN, 2010].

1.1.1. Quantidades e a escassez mundial de água

A água é um recurso da maior importância e, ao mesmo tempo, cada vez mais escasso. O aumento das necessidades de água deve-se ao crescimento demográfico, ao desenvolvimento económico e industrial, à expansão da agricultura e ao aumento dos padrões de estilo de vida das sociedades. Outros factores como as alterações climáticas, a poluição dos aquíferos, a falta de tratamento de águas residuais e do correspondente reaproveitamento, contribuem para que a situação se torne ainda mais preocupante [SACADURA, 2011].

Segundo a UN-Water (2013), o volume total de água disponível no mundo é de 1,4 biliões km^3 mas apenas 35 milhões km^3 correspondem a água doce, isto é, cerca de 2,5% do volume total de água. Desta quantidade de água doce disponível 70% encontra-se em forma de gelo ou neve, em zonas montanhosas ou nas regiões do Ártico (Fig. 1.1 (a)). Os restantes 30% de água doce encontram-se no subsolo, nos lagos e nos rios.

Analisando a Fig. 1.1 (b) verifica-se que, a nível mundial, 70% do uso da água doce existente é destinada à agricultura, 20% destinada à indústria e apenas 10% destinada ao uso doméstico [UN-Water, 2014].



Fig. 1.1 Quantidades mundiais de água doce (a) e distribuição do uso de água doce no mundo (b) [UN-Water, 2013]

De acordo com a *World Water Council*, 23 países enfrentarão escassez de água em 2025 e entre 46 a 52 países poderão sofrer “stress hídrico”. A mudança de clima nos países mediterrânicos como Portugal, pode afectar significativamente a curto-médio prazo as quantidades de água e deste modo, medidas preventivas deverão ser tomadas no sentido de melhorar a eficiência do uso da água [SILVA-AFONSO & RODRIGUES, 2010]. A *World Water Council* (Fig. 1.2) prevê que países como França, Espanha e Portugal irão estar sob risco de “stress hídrico” de cerca de 40%, no ano de 2050.

A escassez de água afecta, de modo geral, todos os continentes e mais de 40% da população mundial. A UN-Water prevê que em 2025, 1,8 biliões de pessoas viverão em zonas ou países com absoluta escassez de água e que 2/3 da população mundial possa estar sob condições de “stress hídrico” [UN-Water, 2014].

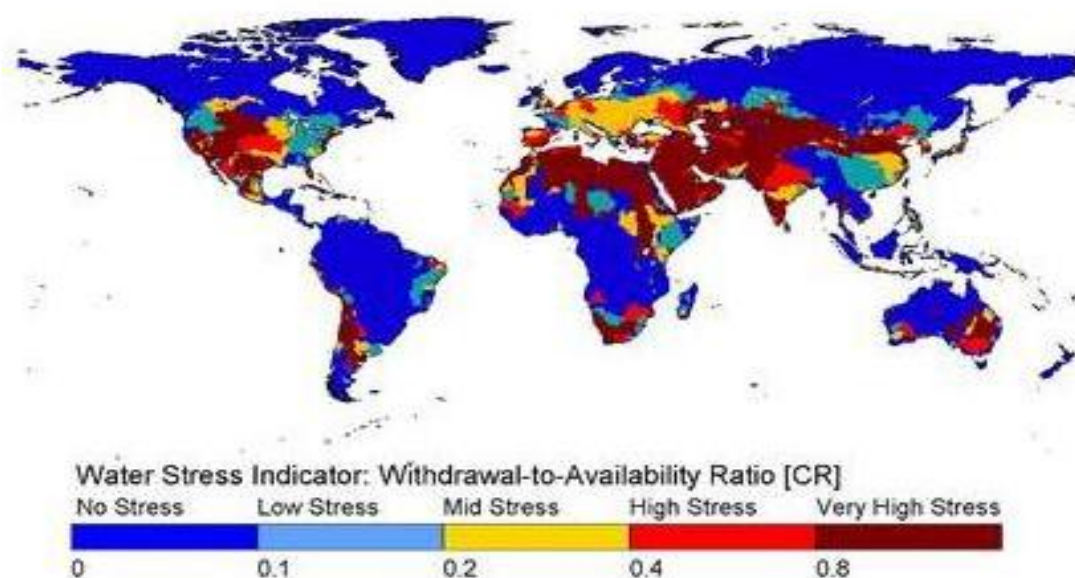


Fig. 1.2 Cenário de “stress hídrico” em 2050 [UN-Water, 2014]

1.1.2. Qualidade da água para consumo humano

Em Portugal, é o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) que efectua a supervisão do controlo da qualidade da água para consumo humano, regula os serviços de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e a gestão dos resíduos urbanos. Tem como principal objectivo defender os direitos dos consumidores dos sistemas multimunicipais e municipais, e por outro lado, assegurar a sustentabilidade económica dos mesmos [RASARP, 2013].

O Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de Agosto, é o documento legal que regulamenta a qualidade da água para consumo humano a nível nacional. De acordo com o Decreto-Lei, a água para consumo humano é toda a água no seu estado original ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar e à preparação de alimentos, à higiene pessoal ou a outros fins domésticos, independentemente da sua origem e de ser fornecida a partir de uma rede de distribuição de um camião ou navio cisterna, em garrafas ou outros recipientes, com ou sem fins comerciais [CARDOSO, 2010].

Define também a frequência de amostragem e de análise a cumprir nos pontos de entrega a entidades gestoras, nos pontos de entrega a clientes directos abastecidos através do sistema de adução/transporte e nas torneiras dos consumidores. Estabelece as normas da qualidade para cada parâmetro cujo controlo é obrigatório [EPAL, 2010].

Segundo o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal de 2012 (RASARP), os níveis da qualidade de água fornecida nas habitações dos consumidores têm sofrido melhorias ao longo dos tempos como se observa na Fig. 1.3. Se em 1993 apenas 50% da água fornecida se podia considerar segura e de boa qualidade, nos dias de hoje já é possível assegurar esse fornecimento em 98%.

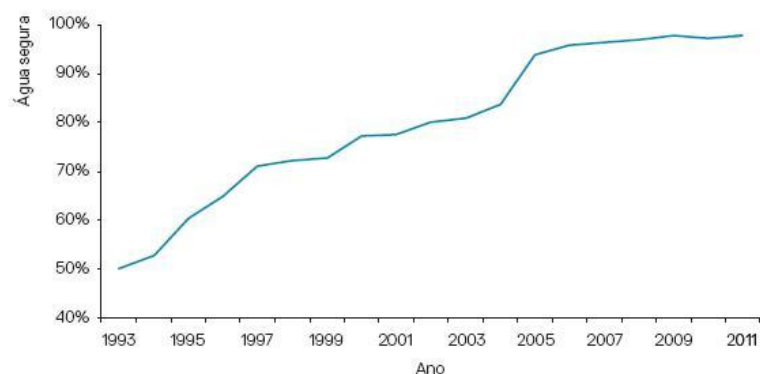


Fig. 1.3 Qualidade da água de abastecimento público no período 1993-2011 [RASARP,2012]

1.2. Uso eficiente de água

Sendo a água um factor essencial ao desenvolvimento socioeconómico de Portugal torna-se necessário garantir o eficiente e racional uso deste recurso. Por este facto o Governo Português, em 2002, implementou o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), com o intuito de melhorar a eficiência de utilização e promover o uso eficiente da água em Portugal e contribuir para a consolidação de uma nova cultura de água que valorize este recurso [PNUEA, 2012].

Segundo o Plano Nacional de Água (PNA), a procura de água em Portugal, no ano de 2010, está estimada em cerca de 4.199 milhões de m³ no conjunto dos sectores urbano, agrícola e industrial (Fig. 1.4 (b)).

À semelhança do panorama mundial, o sector agrícola em Portugal é aquele que, em termos de volume, mais água consome (Fig. 1.4 (a)). Por outro lado, o sector urbano, apesar de não ser o que mais água consome, é aquele onde os custos são mais representativos, porque o seu abastecimento requer tratamento prévio da água [PNUEA, 2012].

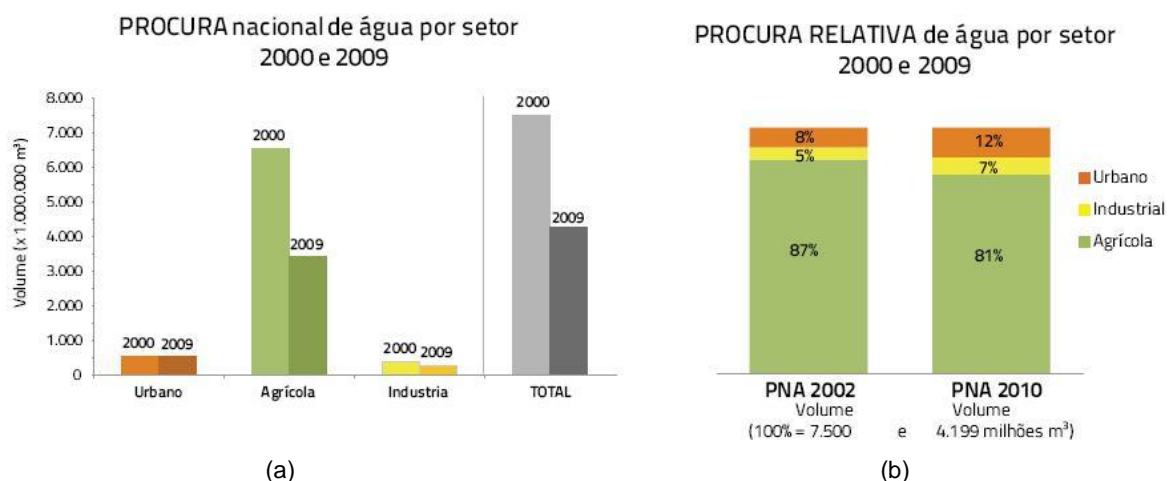


Fig. 1.4 Procura de água por sector (a) e a procura relativa de água por sector (b) [PNUEA, 2012]

No sentido de promover o uso eficiente de água, o PNUEA elaborou objectivos estratégicos por sector. No sector urbano procurou-se [PNUEA, 2012]:

- Reduzir as perdas de água nos sistemas de abastecimento;
- Elevar significativamente o conhecimento dos gestores e operadores dos sistemas de abastecimento de água e dos utilizadores em geral;
- Promover a sensibilização, informação e formação dos principais intervenientes no uso da água, bem como na introdução nos programas e livros escolares de matéria específica;

- Conhecer o nível de ineficiência dos sistemas públicos de abastecimento de água através do seu apetrechamento com equipamentos de medição e com sistema de transmissão e tratamento da informação, abrangendo todo o ciclo urbano da água;
- Garantir uma dinâmica de sucesso na implementação do uso eficiente da água, dirigindo os maiores esforços para os sistemas públicos (não domésticos), e para as maiores concentrações humanas onde os custos não são suportados directamente pelos utilizadores da água (ex.: escolas, centros comerciais, estações de serviço, hospitais, repartições e serviços da administração pública, hotéis, instalações desportivas - ginásios, piscinas, estádios, etc., aeroportos, terminais rodó e ferroviários, escritórios, restaurantes, lavandarias, etc.);
- Reduzir ao mínimo o uso da água potável em actividades que possam ter o mesmo desempenho com águas de qualidade alternativa e de outras origens que não a rede pública de água potável, promovendo a utilização de água da chuva e a eventual reutilização de águas residuais tratadas;
- Promover a utilização de equipamentos normalizados e certificados para o uso eficiente da água, incentivando a sua produção e comercialização;
- Instituir prémios e distinções oficiais para equipamentos, instalações e sistemas que demonstrem o seu valor acrescentado ao nível da eficiência e que prestigiem as entidades produtoras de equipamentos e gestoras de sistemas.

No sector agrícola, implementou-se o Programa de Desenvolvimento Rural, como por exemplo a *“Sustentabilidade dos regadios públicos”*. Por último, no sector industrial, as indústrias mais consumidoras de água foram abrangidas pelo regime de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição [PNUEA, 2012].

Apesar destes objectivos, a implementação do PNUEA baseia-se na elaboração de um conjunto de 87 medidas, das quais 49 se destinam ao sector urbano, 23 ao sector agrícola e 14 ao sector industrial com o intuito de aumentar a eficiência no uso da água.

Na Tabela 1.1 destacam-se as medidas relevantes no âmbito do sector doméstico, enfoque desta dissertação.

Tabela 1.1 Algumas das medidas aplicáveis ao uso urbano definidas pelo PNUEA em prol do uso eficiente de água (adaptado de [PNUEA, 2012])

Sector Urbano	
Nº da Medida	Descrição da medida
1	Optimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água
4	Utilização de águas residuais tratadas
8	Reutilização ou uso de água de qualidade inferior
10	Adequação da utilização de autoclismos
11	Substituição ou adaptação de autoclismos
14	Adequação da utilização de chuveiros
15	Substituição ou adaptação de chuveiros
16	Adequação de utilização de torneiras
17	Substituição ou adaptação de torneiras
18	Adequação de procedimentos de utilização de máquina de lavar loiça
19	Substituição de máquina de lavar roupa
20	Adequação de procedimentos de utilização de máquina de lavar roupa
21	Substituição de máquina de lavar loiça
26	Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos
28	Utilização de águas residuais tratadas na lavagem de pavimentos
30	Adequação de procedimentos na lavagem de veículos
34	Adequação da gestão da rega em jardins e similares
38	Utilização de água da chuva em jardins e similares
39	Utilização de água residual tratada em jardins e similares
41	Adequação de procedimento em piscinas
43	Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água
44	Redução de perdas por evaporação em piscinas

Relativamente ao desperdício nacional no uso de água também se verificaram algumas melhorias. Entre o período de 2000 a 2009, o desperdício no uso de água reduziu de 40% para 25% no sector urbano, de 40% para 37,5% no sector agrícola e de 30% para 22,5% no sector industrial [PNUEA, 2012].

Contudo, o PNUEA considerou que o desperdício nacional de água em 2009 ainda se encontrava à margem do desejável pelo que estipulou metas mais exigentes a atingir até 2020, como se pode constatar pela Fig. 1.5.

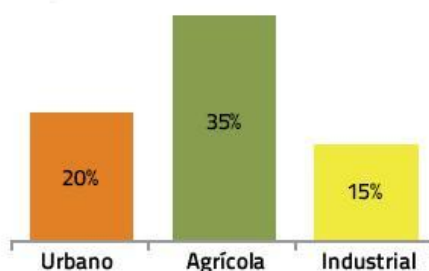


Fig. 1.5 Meta para 2020 estabelecida pelo PNUEA relativamente ao desperdício nacional no uso da água por sector [PNUEA, 2012]

O sector urbano de distribuição de água divide-se por consumos domésticos, industrial, de serviços (comércio) e outros (como por exemplo, o consumo público). Em todas as regiões do País verifica-se que a componente doméstica é a predominante e os pesos relativos dos outros sectores são idênticos [ALMEIDA et al., 2006].

De acordo com o PNUEA, o sector urbano representa apenas 12% da procura total de água, sendo consumidos anualmente neste sector cerca de 504 milhões m³.

Uma vez que a distribuição do consumo urbano de água por regiões está directamente relacionada com a população servida, verifica-se que cerca de 34% do consumo urbano ocorre na região de Lisboa e Vale do Tejo seguida da região Norte com um consumo urbano de 31%. A região Centro consome cerca de 16% e as regiões do Alentejo, Algarve e Madeira consomem cada uma 5% do total. Por último, a região Autónoma dos Açores é aquela onde se verifica menor distribuição do consumo urbano de água (4%) [ALMEIDA et al., 2006].

Considerando as perdas nos sistemas de abastecimento de água e excluindo a componente industrial, os caudais fornecidos nos sistemas de abastecimento público, isto é, no uso estritamente urbano, destinam-se em cerca de 45% para os consumos domésticos, 9% para os consumos comerciais e 6% para os consumos públicos. Os restantes 40% estão associados às perdas, como se pode verificar na Fig. 1.6 [ALMEIDA et al., 2006].

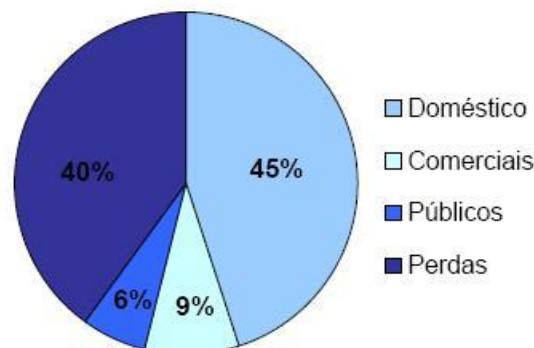


Fig. 1.6 Distribuição dos usos estritamente urbanos e perdas [ALMEIDA et al., 2006]

A nível nacional estima-se que o consumo urbano diário de água *per capita* ronde os 208 l/hab.dia, valor abaixo dos 272 l/hab.dia registados na Europa e dos 241 l/hab.dia registados na União Europeia (Fig. 1.7). Na realidade as capitações são muito variáveis no País, de concelho para concelho, sendo claramente superiores nas grandes regiões urbanas. Analisando o Concelho de Lisboa no ano de 2004, cuja população rondava os 556.797 habitantes e considerando que o consumo total de água no sector urbano foi de 74,5 milhões de m³, verifica-se um consumo urbano diário de água de 367 l/hab.dia *per capita*, valor claramente acima dos registados a nível nacional e europeu, para o mesmo ano [BRANCO et al., 2006].

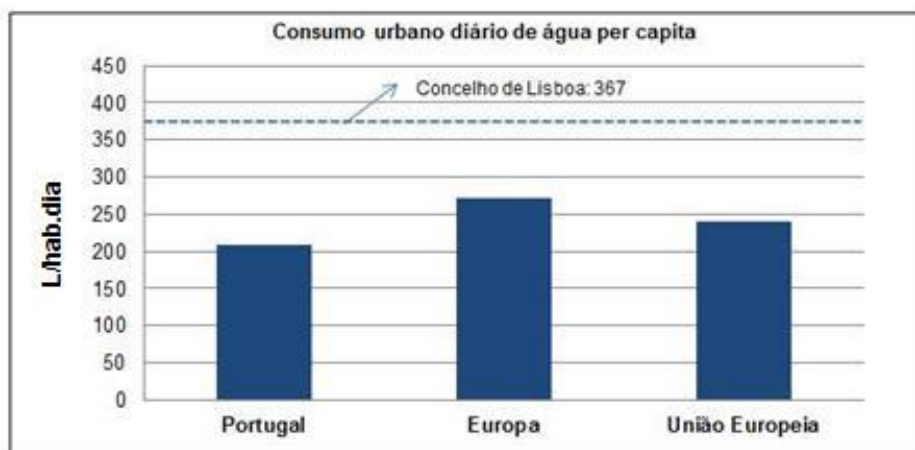


Fig. 1.7 Consumo urbano de água per capita do Concelho de Lisboa comparado com o consumo Nacional e Europeu (adaptado de [BRANCO et al., 2006])

1.2.1. Estratégia de abastecimento de água e saneamento de águas residuais

“O Programa de XVII Governo Constitucional consagra, para Portugal, uma estratégia de aproximação aos padrões de abastecimento de água e saneamento de águas residuais dos países mais avançados da União Europeia (...) com o grande impulso do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais para o período de 2000-2006 (PEAASAR). Este plano estratégico desempenhou um papel essencial na estruturação de todo o sector de abastecimento de água e saneamento de águas residuais urbanas, tendo-se mantido, desde a sua elaboração em 2000, como documento orientador dos objectivos e políticas dos sucessivos governos nesta área, na busca de soluções social, ambiental e economicamente sustentáveis” [PEAASAR II, 2007].

Apesar dos progressos muito significativos que foram alcançados para o período de 2000-2006, ficaram por resolver questões fundamentais no sector da água, em particular a questão tarifária, cuja resposta levou à necessidade de uma nova definição de estratégia para o seguinte período de implementação: 2007-2013 [PEAASAR II, 2007].

A nova estratégia, a designar por PEAASAR II (2007-2013), é o ponto-chave na definição e clarificação do sector da água em Portugal. A sua nova abordagem tem como base os seguintes pressupostos [PEAASAR II, 2007]:

- A Lei da Água (Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro);
- Plano Nacional de Água (Decreto-Lei nº 112/2002, de 17 de Abril);
- A Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (aprovada por Resolução de Conselho de Ministros a 28 de Dezembro de 2006);
- O Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água (RCM nº 113/2005, publicada no DR de 30 de Junho);
- Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional.

No PEAASAR II importa aprofundar uma estratégia que responda de forma coordenada a problemas de natureza estrutural, operacional, económica, financeira e ambiental. Neste contexto define 3 grandes objectivos estratégicos e as respectivas orientações, designadamente [PEAASAR II, 2007]:

A universalidade, a continuidade e a qualidade do serviço:

- Servir cerca de 95% da população total do País com sistemas públicos de abastecimento de água e cerca de 90% da população total do País com sistemas públicos de saneamento de águas residuais urbanas, sendo que em cada sistema integrado de saneamento o nível de atendimento desejável deve ser de pelo menos 70% da população abrangida;
- Obter níveis adequados de qualidade de serviço, mensuráveis pela conformidade dos indicadores de qualidade definidos pela entidade reguladores;
- Estabelecer orientações para a definição das tarifas ao consumidor final, evoluindo tendencialmente para um intervalo razoável e compatível com a capacidade económica das populações.

A sustentabilidade do sector:

- Garantir a recuperação integral dos custos incorridos dos serviços;
- Optimizar a gestão operacional e eliminar custos de ineficiência;
- Contribuir para a dinamização do tecido empresarial privado nacional e local.

A protecção dos valores ambientais:

- Cumprir os objectivos decorrentes do normativo nacional e comunitário;
- Garantir uma abordagem integrada na prevenção e no controlo da poluição provocada pela actividade humana e pelos sectores produtivos;
- Aumentar a produtividade e a competitividade do sector através de soluções que promovam a ecoeficiência.

Segundo o Relatório de Acompanhamento do PEAASAR II (2009), em 2007 92% da população era servida pelo sistema público de abastecimento de água, verificando-se uma clara convergência com os objectivos, como se pode verificar na Fig. 1.8. As regiões hidrográficas que apresentam menores índices de abastecimento de água localizam-se no Norte do País, nomeadamente nas regiões do Douro, do Cávado, Ave e Leça, e do Minho e Lima.



Fig. 1.8 Evolução da população servida com sistemas públicos de abastecimento de água [ERSAR & INAG, 2009]

Relativamente ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas em 2007, 80% da população encontrava-se servida pelo sistema de drenagem de águas residuais e cerca de 70% estava abrangida pelo tratamento da mesma (Fig. 1.9). À semelhança do serviço de abastecimento de água, é na região Norte do país que se localizam as regiões hidrográficas com menores índices de drenagem de águas residuais e de tratamento das mesmas [ERSAR & INAG, 2009].

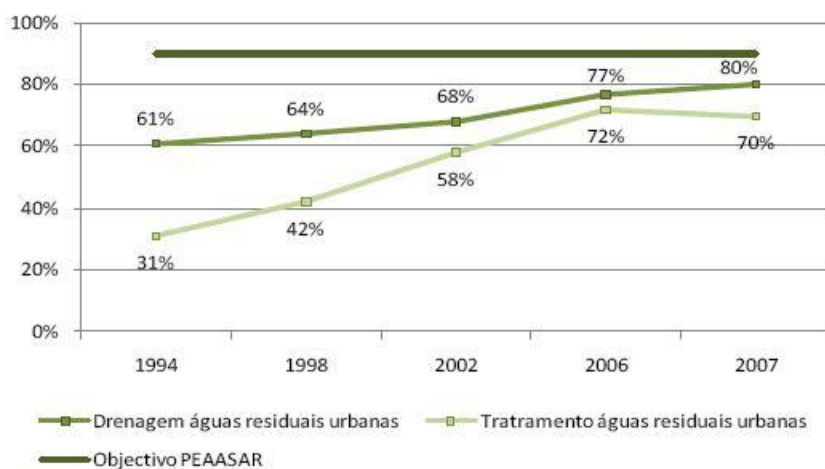


Fig. 1.9 Evolução da população servida com sistemas de saneamento de águas residuais urbana [ERSAR & INAG, 2009]

1.2.2. Padrão de consumo doméstico em Portugal

Entenda-se como consumo doméstico o conjunto de usos de água realizados no interior e na envolvente da habitação, efectuada pelos seus ocupantes [ALMEIDA et al., 2006].

Os consumos no interior da habitação incluem a utilização de água para os seguintes fins [ALMEIDA et al., 2006]:

- Preparação de alimentos e ingestão;
- Higiene pessoal: banhos de imersão, duches, lavagens de mãos, dentes e outros;
- Descargas de autoclismos;
- Limpezas diversas da habitação;
- Lavagens de roupa e de loiça.

Os consumos no exterior da habitação apresentam uma grande variação percentual uma vez que dependem da tipologia da habitação, da região onde se insere, do respectivo clima e da estação do ano. Incluem-se na utilização de água destinada aos seguintes fins [ALMEIDA et al., 2006]:

- Rega: jardins, quintais, hortas, plantas, entre outros;
- Lavagem de pátios;
- Enchimento de piscinas.

No geral, os consumos domésticos variam significativamente de região para região e de habitação para habitação, dependendo dos hábitos de consumo dos ocupantes que são influenciados por factores culturais e climáticos. É também importante considerar as perdas, que também podem ser bastante variáveis, podendo ocorrer nas redes prediais, no interior e/ou exterior da habitação e nos dispositivos e equipamentos. Na Fig. 1.10 apresenta-se a repartição dos consumos domésticos de água proposto por Almeida et al. (2006), considerando os factores referidos.

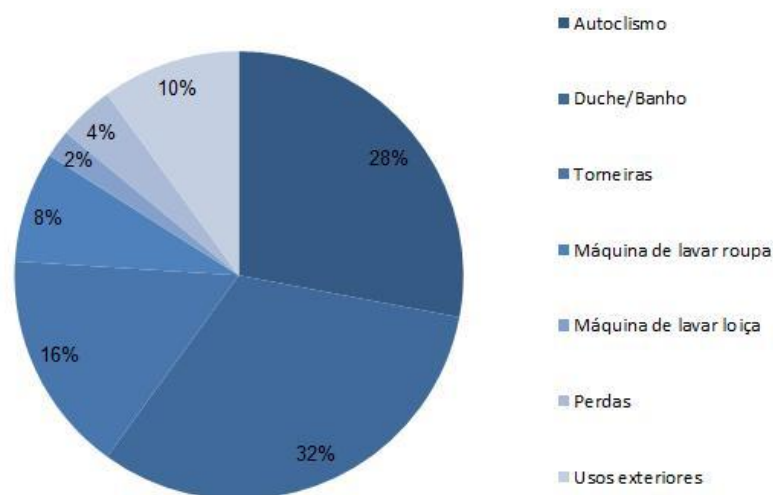


Fig. 1.10 Distribuição dos consumos domésticos de água considerando os usos externos (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

A nível nacional nenhuma entidade realizou estudos ou análises estatísticas sobre os valores exactos dos consumos domésticos. Apesar deste facto, é possível estimar valores de forma

aproximada relativamente aos usos domésticos, considerando algumas medições. Pela Tabela 1.2 verifica-se que, numa habitação unifamiliar em Portugal, os maiores consumos domésticos de água estão associados a banhos e duches (32%) e aos autoclismos (27%), totalizando 59% do consumo doméstico de água [BARROSO & AMADO, 2013].

Tabela 1.2 Repartição dos consumos médios diários (adaptado de [PEDROSO, 2009])

Dispositivos/Utilizações	Consumo (l/hab.dia)			
	Edifício Multifamiliar		Edifício Unifamiliar	
Autoclismo	43	31%	43	27%
Torneiras	22	16%	22	14%
Banho/Duche	52	37%	52	32%
Máquina de lavar roupa	13	9%	13	8%
Máquina de lavar loiça	3	2%	3	2%
Perdas	7	5%	7	4%
Exterior	-	-	20	13%
Total	140		160	

Tendo em consideração que cada habitante permanece na sua habitação pelo menos 330 dias por ano, em termos de consumos anuais médios teremos aproximadamente um valor de 53 m³/hab.ano para um consumo de 160 l/hab.dia. Em relação a habitações multifamiliares, tem-se aproximadamente um consumo de 46 m³/hab.ano para um consumo de 140 l/hab.dia [PEDROSO, 2009]. Através da Fig. 1.11 verifica-se que a capitação média no sector doméstico em Portugal, 161 l/hab.dia, se aproxima muito do valor médio dos países analisados da União Europeia, 157 l/hab.dia [CARDOSO, 2010].

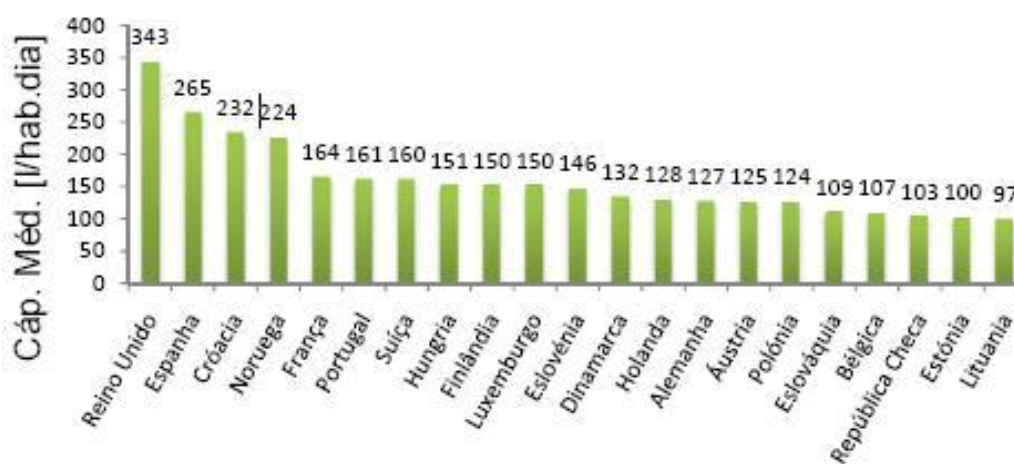


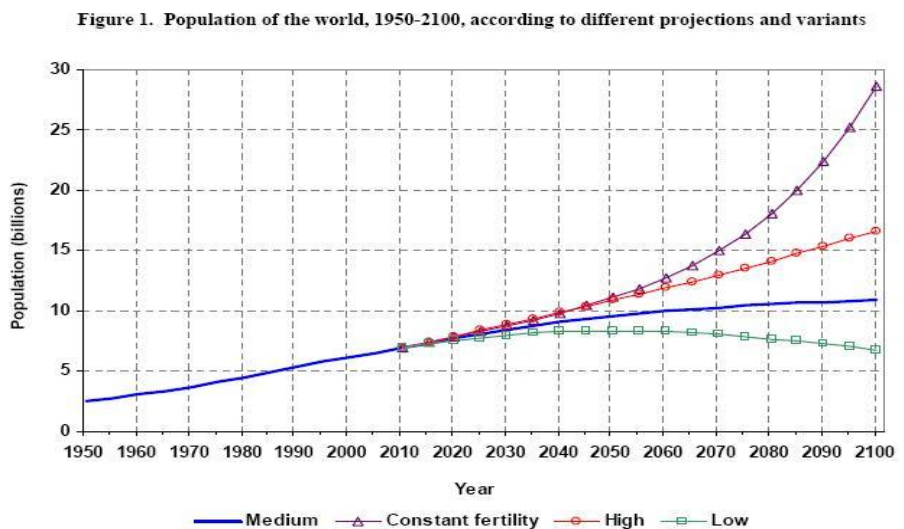
Fig. 1.11 Consumo médio de água potável per capita no sector doméstico nos Países da União Europeia [CARDOSO, 2010]

1.3. Construção sustentável

1.3.1. Sustentabilidade

O conceito de “sustentabilidade” nem sempre esteve em foco como nos dias de hoje. Surge já em meados do Séc. XX, após várias décadas posteriores à Revolução Industrial, onde o desenvolvimento tecnológico e económico da sociedade estava baseado na exploração desmedida dos recursos naturais e nas desigualdades sociais.

Neste contexto a população mundial assiste durante o século XX a uma explosão populacional como nunca antes vista. Em meados do séc. XX a população mundial atinge cerca de 2,5 biliões de habitantes, tendo precisado apenas de mais 50 anos para alcançar os 6 biliões, em 1999 [UN, 1999]. Segundo o World Population Prospects: the 2012 Revision estima-se que em 2013 a população mundial atinga os 7,2 biliões e que em 2025 já tenha atingido 8,1 biliões de habitantes como se pode observar pela Fig. 1.12 [UN, 2013].



Source: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision*. New York: United Nations.

Fig. 1.12 Evolução da população mundial de 1950-2011 e projecções de 2011-2050, de acordo com as diversas variantes [UN, 2013]

Factores como o aumento populacional e o conseqüente desenvolvimento das tecnologias e da economia global fizeram com que as sociedades se sustentassem numa lógica economicista de crescimento a todo o custo sem quaisquer preocupações ambientais. Esta mentalidade conduziu a maiores necessidades de acesso aos recursos naturais e às actividades construtivas cujos efeitos ambientais importa considerar.

Este modelo de desenvolvimento desencadeou a realização de diferentes estudos sobre qual deveria ser o modelo de desenvolvimento a adoptar pelas sociedades e é neste seguimento que, na

década de 70, se dá o ponto de viragem: preocupações ambientais passam a fazer parte da agenda política internacional com a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano” realizada em Estocolmo, em 1972 [PINHEIRO, 2006].

Na sequência da conferência das Nações Unidas, já na década de 80, surge o Relatório de Brundtland ou “O Nosso Futuro Comum” (1987) que assume de uma forma mais generalizada o conceito da sustentabilidade [UN,1991]:

“O desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”

O Relatório de Brundtland chamou à atenção para uma nova postura ética, isto é, a preservação de recursos e a necessidade de programar o rumo da sociedade.

O conceito de desenvolvimento sustentável procura, acima de tudo, responder às necessidades presentes sem descuidar as futuras. Todas as actividades humanas, desde as mais primárias até ao desenvolvimento das mais altas tecnologias, têm impactos ambientais. Deste modo, a integração ambiental é deveras importante na política económica para que se obtenha um desenvolvimento sustentável, sem que a mesma funcione como entrave para a economia, mas sim como um estímulo. No entanto, a satisfação das necessidades humanas não se resume à satisfação das necessidades básicas dos indivíduos mas envolve também a educação, o lazer, um ambiente sadio, entre outros. É neste ponto que surgem as questões sociais. É óbvio, também, que a procura da satisfação das necessidades referidas acontece simultaneamente com o desenvolvimento económico [PINHEIRO, 2006].

Em suma, a actividade económica, o meio ambiente e o bem-estar global da sociedade formam o tripé básico no qual se apoia a ideia de desenvolvimento sustentável (Fig. 1.13).

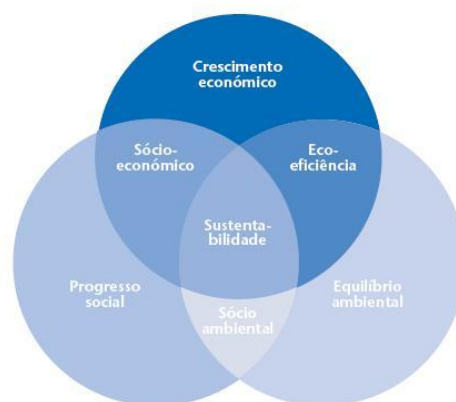


Fig. 1.13 Dimensão económica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável [BCSD, 2005]

Anos mais tarde, em 1992, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência Eco-92, que procurou a abordagem de temas com relevância internacional, ligados a questões do desenvolvimento e do meio ambiente. Entre os grandes objectivos desta conferência, temáticas como a emissão de gases, a conservação da biodiversidade, a desertificação, a destruição das florestas e os mecanismos de financiamento para a implementação das decisões, constavam da ordem de trabalhos da conferência [RAMOS, 2009].

“A Humanidade encontra-se em um momento de definição histórica. Defrontamo-nos com a perpetuação das disparidades existentes entre as nações e, no interior delas, o agravamento da pobreza, da fome, das doenças e do analfabetismo, bem como com a deterioração contínua dos ecossistemas de que depende o nosso bem-estar. Não obstante, caso se integrem as preocupações relativas ao meio ambiente e desenvolvimento e a elas se dedique mais atenção, será possível satisfazer as necessidades básicas, elevar o nível da vida de todos, obter ecossistemas melhor protegidos e administrados e construir um futuro mais próspero e seguro. São metas que nação alguma pode atingir sozinha; juntos, porém, podemos – numa associação mundial em prol do Desenvolvimento Sustentável” [UN,1995].

Destas discussões resultaram um conjunto de documentos que viriam a determinar as directivas basilares e normas de acção. A Agenda 21 foi um dos documentos resultantes da conferência das Nações Unidas, tendo sido elaborada por 179 países participantes. Foi, por este facto, uma das mais abrangentes tentativas de atingir o desenvolvimento sustentável até aos dias de hoje. Tem como acções prioritárias a sustentabilidade urbana e rural, a preservação dos recursos naturais e minerais e a ética política para o planeamento do desenvolvimento sustentável. Das acções referidas, a mais importante é o planeamento de sistemas de produção e consumo sustentáveis contra a cultura do desperdício. A Agenda 21 é um plano criado com o intuito de ser implementado a nível global, nacional e localmente, pelas Nações Unidas, governos e pela sociedade em todas as áreas nas quais a acção humana provoca impactos no ambiente [CNUMAD,1997].

A nível Nacional começaram a dar-se os primeiros passos relativamente aos pressupostos da Agenda 21 com o Plano Nacional para o Desenvolvimento Económico e Social [PNDES,1999].

1.3.2. A prática da construção sustentável

Foi em 1994 que Charles Kibert introduziu o conceito de “construção sustentável”. Segundo o autor, existia a necessidade de se alterar a mentalidade da indústria da construção de modo a serem atingidos os objectivos da sustentabilidade. Em primeiro lugar, é necessário reflectir sobre as características da construção sustentável e compará-las com o novo critério de sustentabilidade dos materiais de construção, dos produtos e dos processos construtivos [KIBERT,1994]. Esta linha de

pensamento veio alterar os factores competitivos da indústria de construção tradicional: qualidade, tempo e custo.

Por conseguinte, na construção sustentável, a base do projecto deixa de ser o tempo despendido e os custos associados e passam a equacionar-se os consumos de recursos, o impacto ambiental, a qualidade do ambiente construído e as condicionantes económicas e socioculturais do projecto, como se pode observar na Fig. 1.14 [PINHEIRO, 2006].



Fig. 1.14 Construção Sustentável [MATEUS, 2004]

Charles Kibert (1994) definiu a construção sustentável como sendo a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos”.

A partir dos recursos considerados na construção sustentável (materiais, solo, energia e água), Charles Kibert estabeleceu os cinco princípios básicos da construção sustentável [PINHEIRO, 2006]:

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar os recursos sempre que possível;
- Reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;
- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades;
- Eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.

Nesta óptica, é possível apresentar uma lista de prioridades que podem ser consideradas os pilares da construção sustentável [MATEUS, 2004]:

1. Economizar energia e água - os edifícios devem ser concebidos de modo a assegurar uma gestão eficiente dos consumos energéticos e de água; o uso contínuo de energia é provavelmente o maior impacto ambiental dos edifícios, pelo que deve constituir a prioridade

principal. O consumo de água nos edifícios está directamente relacionado com a produção de águas residuais pelo que importa assegurar uma adequada gestão deste recurso;

2. Assegurar a salubridade dos edifícios - salvaguardar o conforto ambiental no seu interior, através da introdução e maximização da iluminação e ventilação natural;
3. Maximizar a durabilidade dos edifícios - é possível ampliar o ciclo de vida dos edifícios através de pequenos investimentos nas fases de concepção e construção do edifício. Devem ser utilizados materiais duráveis e as construções devem ser flexíveis. Quanto maior o ciclo de vida de um edifício, maior será o período de tempo de amortização dos impactos ambientais produzidos na fase de construção;
4. Planear a conservação e a manutenção dos edifícios - após a construção, o edifício deverá ser alvo de investimentos periódicos que salvaguardem a sua conservação. Os edifícios comportam uma grande quantidade de recursos naturais que devem ser preservados e deste modo, as intervenções de manutenção e reabilitação permitem a dilatação do ciclo de vida das construções;
5. Utilizar materiais ecoeficientes - são todos os materiais que durante o ciclo de vida possuam baixo impacto ambiental e cumpram os seguintes requisitos:
 - Não possuir químicos nocivos à camada do ozono;
 - Ser duráveis;
 - Exigir poucas operações de manutenção;
 - Estar disponíveis nas proximidades do local de construção;
 - Ser elaborados a partir de matérias recicladas e/ou que possuam grandes potencialidades de virem a ser recicladas ou reutilizadas.
6. Apresentar baixa massa de construção – quanto menor for a massa total do edifício menor será a quantidade de recursos incorporados;
7. Minimizar a produção de resíduos que provêm das mais diversas fontes: produção de materiais, perdas, transporte, construção, manutenção e demolição. A diminuição da produção de resíduos deverá ser conseguida através do correcto acondicionamento e armazenamento dos materiais de construção e da utilização de sistemas pré-fabricados;
8. Ser económica – uma construção só pode ser sustentável se se conseguir compatibilizar o seu custo com os interesses do dono de obra e dos potenciais utilizadores;
9. Garantir condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção.

1.3.3. Os impactos do sector da construção

Na Europa, a Indústria da Construção, nomeadamente o sector dos edifícios é um dos sectores económicos mais importantes. Apesar deste facto, esta indústria continua a basear-se em métodos de construção tradicionais e em mão-de-obra não qualificada. Por esta razão, o sector dos edifícios é

caracterizado pelo consumo excessivo de matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis e pela excessiva produção de resíduos [MATEUS & BRAGANÇA, 2004].

Globalmente, a construção de edifícios é responsável pelo consumo de 40% dos recursos minerais (pedra, brita, areia, entre outros), 25% da madeira, 40% da energia e 16% da água consumidos anualmente [MATEUS & BRAGANÇA, 2004].

Em Portugal estima-se que os edifícios destinados a habitação e serviços, durante a fase de construção, sejam responsáveis pelo consumo de cerca de 20% dos recursos energéticos nacionais, 6,7% do consumo de água, pela produção anual de 420 milhões de metros cúbicos de águas residuais e pela produção anual de cerca de 7,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos [INE,2002], [MATEUS & BRAGANÇA, 2004].

Edificado Português

Segundo a publicação anual do INE (2013), Estatísticas da Construção e Habitação de 2012, entre 2001 e 2012 verificou-se um crescimento de 12,3% na construção de edifícios de habitação familiar clássica (5 divisões e tipologia T3), o que se traduz em 385 mil edifícios. Foi no Algarve que se registou maior crescimento (22,2%) seguido da região da Madeira (20,9%). O Alentejo e o Centro foram as regiões que apresentaram menor crescimento (9,4% e 11,9% respectivamente).

Em termos de números de edifícios, a região Norte é dominante representando 34,2% do parque habitacional Português. Em seguida, a região Centro, representando 31,4% e a região de Lisboa 12,7%. As restantes regiões do país, isto é, Alentejo, Algarve, Madeira e Açores, representam em conjunto 21,8% do total de edifícios existentes em Portugal [INE, 2013].

No ano de 2012, foram licenciados em Portugal 20.788 edifícios (correspondentes a obras de edificação e demolição) representando 19.431 fogos no total. Face a 2011, verificou-se um decréscimo nestes valores de 17,2% e 25,9%, respectivamente. Dos edifícios licenciados, 63,8% destinavam-se a construções novas e os restantes 36,2% destinavam-se a obras de reabilitações. Comparativamente com 2010 e 2011, as construções novas representavam cerca de 64,2% e 69,4%, respectivamente, o que torna evidente uma trajetória descendente. Este facto veio dar mais ênfase à reabilitação de edifícios, isto é, obras de alteração, ampliação e reconstrução de edifícios [INE, 2013].

Em termos de fluxos anuais, o INE constatou que em 2012 o número total de edifícios licenciados decresceu 63,1%, face ao valor registado em 2002, e que o número de edifícios licenciados em construções novas para habitação familiar diminuiu 77,5% [INE, 2013].

No que respeita a edifícios concluídos verificou-se também um decréscimo de 2% face a 2011, com a construção de 25.931 edifícios. Este valor representa 34.295 fogos, menos 4,3% do que se verificou em 2011. Como se pode observar na Tabela 1.3, dos 25.931 edifícios construídos, 73,2%

correspondem a construção nova e os restantes 26,3% correspondem a obras de reabilitação [INE, 2013].

Tabela 1.3 Total de edifícios concluídos em Portugal no ano de 2012 (adaptado de [INE, 2013])

Edifícios concluídos em Portugal (2012)			
25.931			
Construções novas		Reabilitações	
18.977		6.954	
Habituação familiar	Outros	Habituação familiar	Outros
14.713	4.264	4.660	2.294

Apesar da grande predominância de novas construções, do total de todas as construções, a reabilitação tem aumentado a sua importância no sector da construção (26,3% face a 25,9% registado em 2011). Este facto revela uma saturação do mercado de novas construções, obrigando as empresas de construção a centrarem-se nos trabalhos de reabilitação do edificado [INE, 2013].

Consumo de água

Em Portugal, o sector da construção, à semelhança dos padrões internacionais é um dos que mais elevadas quantidades de água consome. Segundo o INE, como já referido acima, este sector é responsável por 6,7% do consumo nacional de água. Durante todas as fases em que se desenvolve a construção de um edifício, ocorrem actividades que consomem água.

Desde a actividade de extracção de matérias-primas o consumo de água deve ser equacionado no ciclo de construção dos edifícios. A Tabela 1.4 apresenta o consumo de água (potável) associada à extracção, processamento e produção de alguns materiais de construção. Durante a construção, actividades como o fabrico de betão, cimento, lavagem de utensílios, rega de lajes, entre outras, provocam impactos elevados no ciclo hidrológico do Planeta.

Tabela 1.4 Consumo de água na produção de alguns materiais de construção (adaptado de [MATEUS, 2004])

Material	Consumo de água (l/kg)
Argamassa de cimento	170
Argila (telhas cerâmicas)	640
Argila (tijolo cerâmico)	520
Betão	170
Blocos de betão	190
Gesso	240
Lã rocha	1.360
Madeira laminada	390
Vidro	680

Na fase de ocupação dos edifícios, verificam-se elevados consumos de água associados às actividades da utilização quotidiana dos mesmos. Em edifícios residenciais estima-se que haja um consumo entre 160 a 200 l/hab.dia, com valores mais elevados nos hotéis [PINHEIRO, 2006].

Por estes factos, é realmente importante fazer um planeamento racional de água de modo a aumentar a sua eficiência no ambiente construído: por um lado canalizando a água potável apenas para os usos em que seja imprescindível, e por outro lado reduzindo o seu consumo.

Consumo de energia

Apesar do sector energético ser essencial para o equilíbrio das economias mundiais, é sabido que traz grandes impactos ambientais, quer pela forte ligação ao consumo de combustíveis fósseis de disponibilidade finita, tal como o petróleo, quer pela elevada emissão de gases através do consumo dos combustíveis fósseis [INE, 2011].

A nível nacional conclui-se, através da Fig. 1.15, que o sector doméstico é o terceiro maior consumidor de energia depois dos sectores dos transportes (37,5%) e da Indústria (30,5%) [INE, 2011].

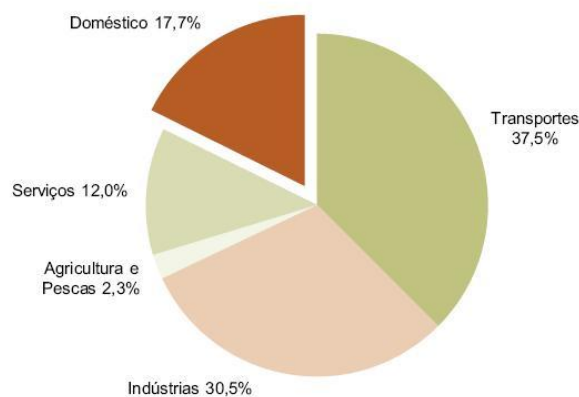


Fig. 1.15 Repartição final do consumo de energia por sector [INE, 2011]

Segundo o Inquérito ao Consumo de Energia no sector Doméstico 2010 realizado pelo INE em 2011, assistiu-se a uma alteração dos hábitos de consumo de energia das famílias entre o período de 1995 a 2010 [INE, 2011]

Analisando a Fig. 1.16 constata-se que a electricidade é a fonte de energia mais consumida a nível doméstico em Portugal, representando 42,6% do consumo global. É ainda a fonte energética que mais impacto provoca na factura doméstica (62,2% da despesa global) [INE, 2011].

Em seguida surge a lenha, representado 24,2% do consumo global. Apesar de ser a 2ª fonte de energia mais consumida a nível nacional, o custo associado corresponde apenas a 3,4% da despesa global [INE, 2011].

Em seguida surge o gás representando cerca de 28% do consumo global de energia no alojamento. A nível nacional o GPL butano é o mais utilizado (13,6%), seguido do gás natural (9%), do GPL propano (3%) e por fim o GPL canalizado (2,4%) [INE, 2011].

Apesar de pouco utilizado nos alojamentos (cerca de 3,6%), o gasóleo de aquecimento representa 4,3% do consumo global de energia no alojamento [INE, 2011].

Por fim, o carvão e a energia solar térmica representam apenas 0,2% e 0,7%, respectivamente, do consumo global de energia [INE, 2011].

As fontes de energia renováveis, isto é, o carvão vegetal, a lenha e a energia solar térmica, correspondem a $\frac{1}{4}$ do consumo de energia no sector doméstico, sendo a lenha a fonte mais relevante [INE, 2011].

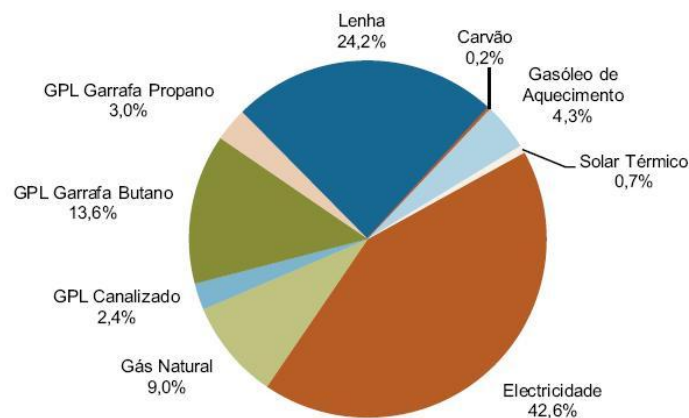


Fig. 1.16 Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de fonte em Portugal [INE, 2011]

Consumo de materiais e produção de resíduos

Qualquer actividade construtiva comporta o consumo, a utilização, o armazenamento e a produção de resíduos de materiais em estaleiro, tendendo a desequilibrar o ecossistema local.

Como já referido acima, esta indústria é responsável pelo consumo de em média 25% da madeira e 40% dos agregados (pedra, brita e areia) que se encontram disponíveis no mundo [MATEUS & BRAGANÇA, 2004].

Os materiais utilizados na construção são extraídos e transportados até aos locais de armazenamento estando directamente relacionados com a energia proveniente de fontes não renováveis, consumida na sua extracção, processamento, armazenamento, transporte, montagem e construção em obra. É ainda importante considerar o impacto que certos materiais possam

apresentar para a saúde dos ocupantes dos edifícios e para os ecossistemas onde estão inseridos, sendo a toxicidade dos materiais um factor a analisar [MATEUS, 2004].

Por estas razões, e em prol da redução do consumo excessivo de materiais no sector da construção, estratégias na selecção dos materiais deverão ser adoptadas, pela equipa de projecto, no âmbito dos seguintes critérios [MATEUS, 2004]:

- Energia incorporada no material – é necessário ter em conta o custo energético relacionado com a energia incorporada no material durante todo o seu período de vida útil;
- Impacto ecológico – deverá ser analisado qual o impacto ambiental que o material irá provocar aquando da sua extracção, produção e transporte até ao local da obra;
- Potencial de reutilização e reciclagem dos materiais;
- Toxicidade do material;
- Custos económicos do material associado ao seu período de vida útil, isto é, custo inicial, de manutenção e de demolição.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) constituem uma parte significativa do total de resíduos produzidos, sendo importante a sua análise. A Agência Portuguesa do Ambiente estima que, a nível Europeu, os RCD produzidos ascendam a 100 milhões ton/ano [TORGAL & JALALI, 2010].

A nível nacional, segundo o documento realizado pelo Instituto Nacional de Resíduos, “Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020”, no ano de 2011 houve uma produção de 7,5 milhões de toneladas de resíduos [INR, 2011].

1.3.4. Ciclo de vida dos edifícios

Apesar dos esforços da União Europeia, o sector da construção de edifícios ainda provoca demasiados impactos ambientais e os edifícios continuam a ser construídos ou renovados de forma insustentável. Isto acontece pela falta de interesse por parte dos construtores e compradores, por incorrectamente pensarem que a construção sustentável é dispendiosa e pouco viável a longo prazo [PINHEIRO, 2006]. Neste contexto, têm sido desenvolvidas diversas abordagens onde se destaca a principal ferramenta de gestão para análise e escolha de alternativas e tomada de decisão sob uma perspectiva ambiental: o ciclo de vida dos edifícios (CVE).

O seu objectivo consiste em analisar as repercussões ambientais que o edifício irá provocar ao longo de todas as fases da sua vida (Fig. 1.17), isto é, a concepção/projecto, a construção, a operação/utilização e a desactivação [MATEUS & BRAGANÇA, 2004], e deste modo, programar o projecto no sentido de potenciar ao máximo o desenvolvimento da construção sustentável. É então deveras importante realizar a análise de todas as fases do CVE de forma a conhecer quais os impactos associados em cada fase e quais as fases mais afectadas [MATEUS & MOTA, 2011].

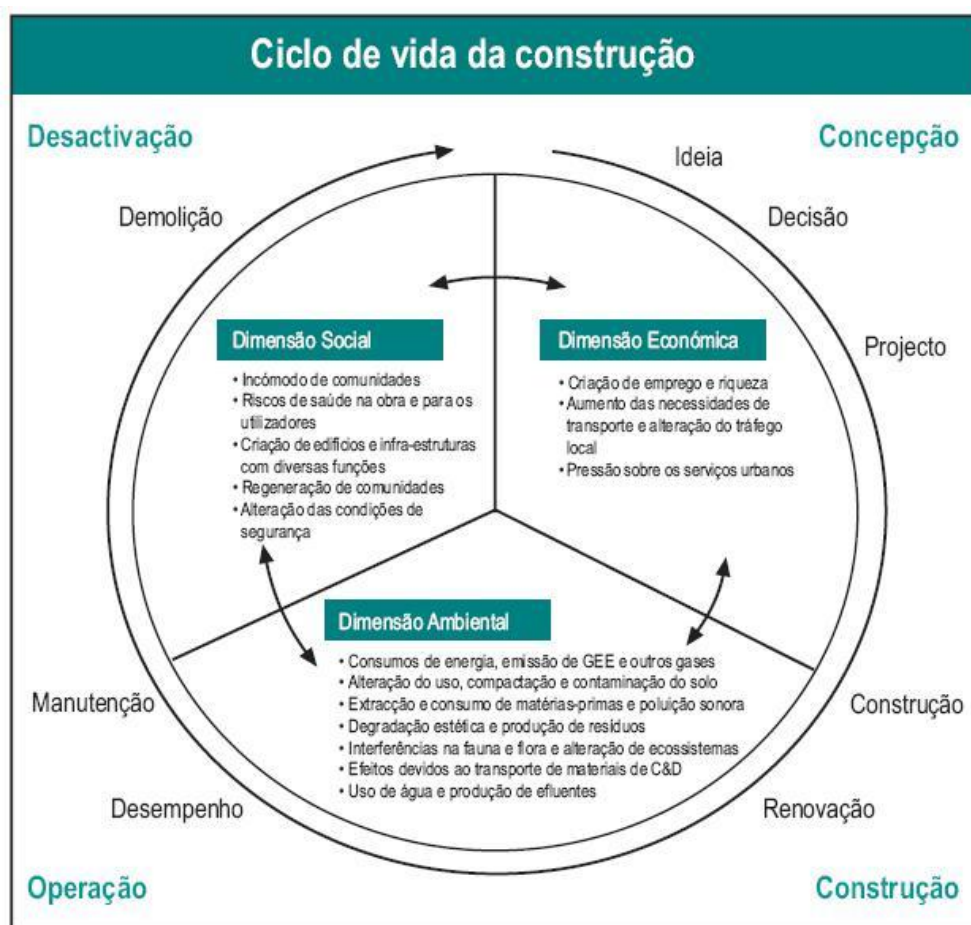


Fig. 1.17 Etapas do ciclo de vida do edifício e das actividades da construção [PINHEIRO, 2006]

Concepção/Projecto: é a fase inicial do CVE, onde é estudada a viabilidade física, económica e financeira do projecto [DEGANI & CARDOSO, 2006]. É nesta fase que se tomam as principais decisões no que diz respeito à localização, à concepção, aos fornecedores, aos materiais a utilizar, às necessidades energéticas e de água, cuja importância e consequências se irão reflectir nas fases posteriores. Relativamente ao impacto ambiental, a concepção é a fase com os valores de impacto ambiental mais reduzidos [PINHEIRO, 2006].

Construção: é a fase da produção do edifício e engloba todas as actividades que vão desde o concurso da empreitada até à recepção da mesma por parte do proprietário. Recai sobretudo sobre questões relacionadas com o local, com a alteração do uso do solo, consumo de matérias-primas, energia, água e alterações ambientais [PINHEIRO, 2006]. Para além destes, também ocorrem outros tipos de impactos associados à construção: aumento de tráfego local, produção de emissões (ruído, vibrações, poluição atmosférica, etc.), impermeabilização dos solos (aumento de escorrência superficial) e alterações na dinâmica dos ecossistemas circundantes à obra. Por estas razões, torna-se claro que a fase da construção é a que mais impacto provoca no CVE [PINHEIRO, 2006].

Operação/utilização: desenrola-se desde a recepção da obra por parte do proprietário e vai até ao fim da utilização do empreendimento. Tem origem na necessidade de reposição dos materiais/componentes que atingiram o fim do período útil de vida e na necessidade de operações de manutenção e renovações pontuais. É fundamental que tais actividades sejam de carácter periódico e preventivo [DEGANI & CARDOSO, 2006]. Apesar dos efeitos desta fase serem discretos por se desenrolarem ao longo de vários anos, consomem-se recursos, provocam-se alterações ambientais e são geradas emissões de forma significativa [PINHEIRO, 2006].

Desactivação: é a fase na qual o edifício é inutilizado, através de um processo de desmontagem que produz grandes quantidades de resíduos. Os restantes impactos são, no geral, mais reduzidos no que se refere ao consumo de materiais, mas, por outro lado, verificam-se impactos importantes ao nível de energia, ruído e das vibrações. Nesta última fase é importante intervir ao nível da reutilização/reciclagem dos resíduos produzidos, no sentido de se diminuir a necessidade de utilização de vazadouros e de conduzir a uma menor procura de novos materiais. Apesar destes esforços, nunca deixam de existir consumos de energia e emissões na reciclagem de produtos demolidos [PINHEIRO, 2006].

1.3.5. Sistemas de avaliação da sustentabilidade dos edifícios

Existe uma série de ferramentas de avaliação da sustentabilidade dos edifícios, mas nenhuma delas é amplamente aceite. A problemática destes sistemas de avaliação deriva da subjectividade associada ao conceito de “sustentabilidade”, e é motivada essencialmente pelas diferenças políticas, culturais, tecnológicas e económicas que se verificam de país para país [PINHEIRO, 2006].

A maioria destes sistemas encontra-se orientada para a avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, numa perspectiva global, e baseiam-se em parâmetros relacionados com a redução das energias não renováveis, dos materiais, do consumo de água, da emissão de gases, da produção de resíduos e de poluentes [BARROSO & AMADO, 2013].

Na Tabela 1.5 apresentam-se os 10 indicadores relevantes na avaliação da construção sustentável elaborados pela Comissão Europeia, em 1991, com o intuito de uniformizar as metodologias de avaliação a nível europeu [MATEUS & BRAGANÇA, 2004]:

Tabela 1.5 Indicadores relevantes para a avaliação da construção sustentável (adaptado de [MATEUS & BRAGANÇA, 2004])

Indicadores principais	Satisfação dos utilizadores
	Impactos nas alterações climáticas
	Mobilidade e transportes públicos
	Acesso às áreas de serviços e espaços verdes
	Qualidade do ar
Indicadores secundários	Distância aos espaços de ensino
	Sistemas de coordenação do desenvolvimento sustentável
	Ruído
	Uso sustentável do solo
	Produtos que respeitam o desenvolvimento sustentável

Entre os sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios existentes destacam-se a nível internacional os sistemas BREEAM e LEED, e, a nível nacional, o sistema LiderA.

BREEAM - UK

Em 1990, no Reino Unido, o *Building Research Establishment Ltd* (BRE) criou o sistema de avaliação *BRE Environmental Assessment Method* (BREEAM). Permite avaliar o desempenho de vários tipos de construção: habitações (*EcoHomes*), edifícios para escritórios (*Offices*), unidades industriais (*Industrial BREEAM*), edifícios comerciais (*BREEAM Retail*) e por último um sistema aberto para outras tipologias (*Bespoke BREEAM*) [BREEAM, 2009].

É a ferramenta mais utilizada no mundo e baseia-se em critérios rigorosos, que definem o padrão para melhores práticas em construção sustentável, tendo-se tomado referência para a descrição do desempenho ambiental dos edifícios [BREEAM, 2009].

Nesta dissertação importa especificar o sistema BREEAM *EcoHomes* que se aplica a habitações e apartamentos, construídos ou renovados, e engloba as seguintes categorias: energia, transporte, saúde e bem-estar, poluição, água, materiais, uso do solo e ecologia [PINHEIRO, 2006].

Após a avaliação de desempenho do edifício face a cada uma das categorias acima referidas, são atribuídos créditos resultantes do peso do impacto ambiental produzido, como mostra a Tabela 1.6.

Tabela 1.6 Categorias do sistema BREEAM EcoHomes e os respectivos créditos (adaptado de [PINHEIRO, 2006])

Categoria	Subcategoria	Créditos	Total de créditos
Energia	Emissão zero de dióxido de carbono	20	40
	Isolamento do edifício	10	
	Espaço de secar roupa	2	
	Bens de elevada eficiência energética	4	
	Iluminação externa	4	
Transporte	Transportes públicos	4	16
	Armazenamento de bicicletas	4	
	Amenidades locais	6	
	Escritório em casa	2	
Poliuição	Emissões HCFC (hidrocarbonetos, ex.: AC)	8	28
	Emissões NOx (ex.: poluição automóvel)	12	
	Redução do escoamento superficial (ex.: pavimentos permeáveis)	8	
Materiais	Madeira: elementos da estrutura	3	31
	Madeira: acabamentos	6	
	Instalações de Reciclagem	16	
Água	Uso Interno de Água	15	18
	Uso Externo de Água	3	
Uso do Solo e Ecologia	Valor Ecológico do Local	3	27
	Valorização Ecológica	3	
	Protecção das Características Ecológicas	3	
	Alteração do Valor Ecológico do Local	23	
	Pegada do Edifício	6	
Saúde e Bem-estar	Espaço Privado	4	32
	Isolamento sonoro	16	
	Iluminação solar	12	
TOTAL			192

É de salientar que, dos 192 créditos possíveis de obter, 18 são atribuídos à água, o que se traduz numa importância de 9% da classificação final do sistema BREEAM.

A soma dos créditos leva a um resultado final que corresponde ao desempenho global do edifício em análise. A avaliação é obtida de acordo com a seguinte escala: Aprovado (36%), Bom (48%), Muito Bom (58%) e Excelente (70%) [BREEAM, 2009].

LEED – USA

Em 1998, nos Estados Unidos, surge um sistema de avaliação ambiental dos edifícios promovido pelo *United States Green Building Council (USGBC)*, designado de *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*. Este sistema permite medir o desempenho dos edifícios de acordo com 7 aspectos pré-definidos [LEED, 2009]:

- Sustentabilidade do lugar (26 pontos);
- Eficiência de Água (10 pontos);
- Energia e Atmosfera (35 pontos);
- Materiais e Recursos (14 pontos);

- Qualidade do Ambiente Interior (15 pontos);
- Inovação e Processo de projecto (6 pontos);
- Prioridade Regional (4 pontos).

Existe disponível um conjunto de versões do LEED destinadas a diferentes utilizações, nomeadamente para as novas construções (LEED-NC; *New Constructions and Major Renovations*), para edifícios existentes (LEED-EB; *Existing Building*), para edifícios comerciais (LEED-CI; *Commercial Interiors*), para *Core and Shell* (LEED-CS; *Core and Shell Development*), para habitações (LEED-H; *Home*) e finalmente, para a envolvente (LEED-ND; *Neighborhood Development*) [LEED, 2009].

Para o consumo eficiente de água, estão destinados no máximo 10 pontos (de um máximo global de 110 pontos), distribuídos de acordo com a Tabela 1.7:

Tabela 1.7 Atribuição de pontos para a eficiência de água (adaptado de [LEED, 2009])

Eficiência da Água		Pontos
Irrigação (ex.: uso de água não potável)		2 a 4
Tecnologias de aproveitamento de água (ex.: águas da chuva)		2
Redução do uso da água	30%	2
	35%	3
	40%	4

De acordo com o LEED (2009) for *New Construction and Major Renovations*, os certificados são atribuídos segundo a seguinte classificação:

- Certificado: 40-49 pontos;
- Prata: 50-59 pontos;
- Ouro: 60-79 pontos;
- Platina: mais de 80 pontos.

LiderA – Portugal

O projecto LiderA é um sistema voluntário de apoio para a procura, avaliação e certificação da sustentabilidade dos ambientes construídos.

Surge em 2000, no âmbito de uma investigação iniciada pelo Eng.º Manuel Duarte Pinheiro, no Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, com o objectivo de elaborar um sistema de apoio, avaliação e contribuição para o desenvolvimento da sustentabilidade, quer ao nível de edifícios, quer ao nível dos espaços exteriores e zonas construídas [PINHEIRO, 2011].

O Sistema LiderA assenta em 6 princípios de bom desempenho ambiental (Fig. 1.18), isto é, integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivência socioeconómica e o uso

sustentável. Posteriormente, estes 6 princípios são traduzidos em 22 áreas e 43 critérios, nos quais se avalia os ambientes construídos em função do seu desempenho, no caminho para a sustentabilidade [PINHEIRO, 2011].

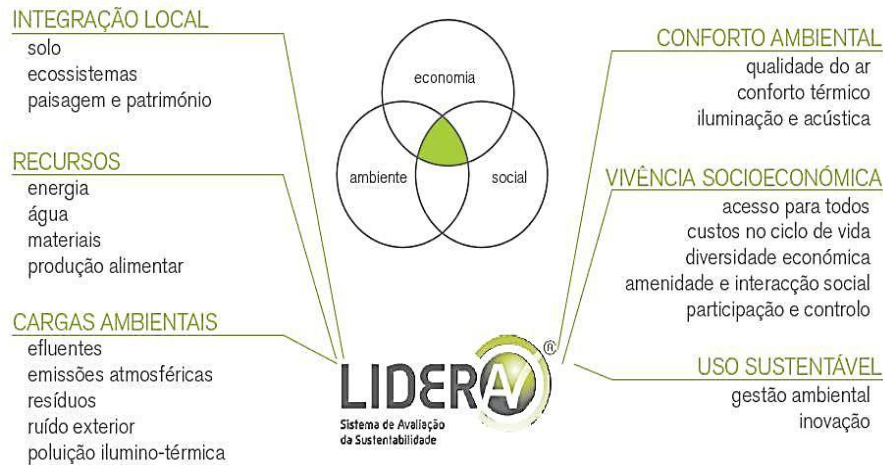


Fig. 1.18 Os 6 princípios de bom desempenho ambiental do sistema LiderA [PINHEIRO, 2011]

A avaliação é baseada em diferentes valores de desempenho, de G a A (A+++), sendo que o nível E representa a prática de referência e o nível A representa o nível máximo de eficiência.

Para o sistema de certificação LiderA a água é o segundo factor com mais importância (em primeiro está a energia com peso de 17% do total), contribuindo com 11% na classificação final. Tem-se em consideração o consumo de água potável e gestão de águas locais, representando 8% da classificação e ainda os efluentes resultantes do uso de água, isto é, o tratamento de águas residuais e o caudal de reutilização de águas usadas (representando 3% da classificação) [PINHEIRO, 2011].

Em suma, os três sistemas de avaliação referidos são bastante semelhantes no que diz respeito à avaliação da sustentabilidade (isto é, nas categorias/critérios principais) diferindo essencialmente na importância atribuída a cada uma das categorias e subdivisões.

Relativamente à avaliação da sustentabilidade da água, verifica-se que é o sistema LiderA que confere mais importância, na medida em possui um peso de 11% da classificação final, face aos 9% do sistema BREEAM e aos 10% do sistema LEED.

2. CONTRIBUTO PARA UMA MAIOR EFICIÊNCIA HÍDRICA

2.1. Principais medidas para reduzir consumos de água no sector doméstico

Como já referido anteriormente, a água potável é um bem essencial e escasso, e, por este facto, a sua utilização deve ser equacionada de modo a que possamos continuar a usufruí-la. É neste contexto que é imperativa a introdução de medidas que conduzam ao seu uso eficiente.

Campanhas de consciencialização/motivação, redução de perdas nos sistemas prediais de distribuição de água e o uso de dispositivos eficientes, são algumas das medidas aplicáveis ao sector doméstico que visam a protecção do recurso água. Das medidas referidas, aquela que mais benefícios apresenta, é o uso de dispositivos eficientes. Neste sentido, deve recorrer-se à utilização de dispositivos com melhor desempenho hídrico, tais como, autoclismos com volumes de carga menores ou com descarga dupla, torneiras e chuveiros de reduzido caudal, ou com redutores de caudal aplicados. Relativamente às máquinas de lavar roupa e loiça, a solução mais adequada passa pela utilização de dispositivos que utilizem menor volume de água por ciclo de lavagem.

Autoclismos

Como se pode verificar na Fig. 1.10 as descargas de autoclismos têm grande peso no consumo doméstico, correspondendo a cerca de 28% do consumo de água da habitação. Esta situação acontece também nas instalações comerciais, industriais ou colectivas embora com menor relevância [ALMEIDA et al., 2006].

Segundo o INE, o agregado familiar em Portugal ronda as 3,1 pessoas por fogo e 96% dos alojamentos têm bacia de retrete. Assumindo que a frequência diária de uso do autoclismo seja de cerca de 4 descargas por habitante, estima-se que o consumo médio diário associado às descargas deste dispositivo ronde os 124 litros por dia, por fogo, para um volume médio de descarga de 10 litros. Deste modo, estima-se que o consumo anual por fogo associado a este dispositivo seja de 45 m³ [ALMEIDA et al., 2006].

O Decreto-Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto estabelece, no Art.º 90, para o dimensionamento de redes prediais um caudal mínimo de 0,10 l/s para autoclismos, equivalendo a 6 l/min.

Os modelos tradicionais de autoclismo podem atingir os 15 litros por descarga o que provoca grande impacto no consumo de água. Por este facto, em Portugal já existem sistemas de autoclismos com descargas de volumes inferiores (como por exemplo 6 litros) com eficiência provada no que diz respeito à limpeza e ao arraste de sólidos. Estão também disponíveis em Portugal autoclismos de dupla descarga, ou seja, possibilitam descargas de maior ou menor volumes consoante está presente ou não matéria fecal [ALMEIDA et al., 2006].

Visto que apenas 30% das descargas diárias por habitante necessitam de volume maior de água por envolverem a limpeza de matéria fecal, torna-se evidente a poupança significativa de água no uso de dispositivos de descarga dupla em relação ao de descarga fixa [ROSSA, 2006].

Por outro lado, o gasto de água com o autoclismo também está associado à utilização inadequada do mesmo, isto é, a descargas de resíduos sólidos na bacia de retrete e a fugas devido à falta de estanquidade do aparelho [ALMEIDA et al., 2006].

Em seguida apresentam-se algumas medidas associadas à redução do consumo de água dos autoclismos [ALMEIDA et al., 2006]:

- Alteração dos hábitos de uso que induzam desperdícios;
- Substituição do autoclismo por um mais eficiente, ou seja, com descarga de volume reduzido (6 litros) ou com descarga dupla;
- Manutenção do autoclismo de modo a detectar fugas indesejáveis;
- Reutilização de águas de outros usos para limpeza da bacia de retrete;
- Redução dos volumes de armazenamento (como por exemplo a colocação de 1 garrafa dentro do autoclismo);
- Colocação de lixo em balde apropriado a esse fim, evitando o despejo de resíduos sólidos na bacia de retrete e a descarga associada.

De entre todas as medidas referidas acima, a adaptação ou substituição do autoclismo convencional por outro com menor volume de descarga é a medida indicada como uma das mais eficientes na redução do consumo total da habitação. Experiências realizadas noutros países demonstram que a poupança de água pode atingir os 50%. Na Tabela 1.8 apresenta-se a síntese da viabilidade da substituição de um autoclismo por outro mais eficiente [ALMEIDA et al., 2006].

Tabela 1.8 Síntese da viabilidade da substituição de autoclismos (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

Potencial de redução	Autoclismo convencional: descarga de 10 litros Autoclismo eficiente: descarga 6/3 Potencial de redução: 28 m ³ /ano/fogo Eficiência potencial: 60 %
Vantagens	Redução do consumo de água e do volume de água residual produzida Poupança anual por fogo: 54 € Retorno do investimento: 2 a 3 anos
Inconvenientes	Falta de informação sobre as características dos dispositivos, no local de venda, de forma clara e objectiva
Facilidade de aplicação	Requer a intervenção de um técnico especializado

Chuveiros

Como se pode observar Fig. 1.10 os banhos e duchas representam 32% do consumo da habitação. Este consumo está relacionado essencialmente com o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duchas por dia do agregado familiar. A frequência e a duração do duche são de difícil quantificação por estarem associados a aspectos comportamentais apresentando variação temporal e espacial. Em média, a duração do duche é de 5 a 15 minutos, segundo estudos efectuados [ALMEIDA et al., 2006].

O Decreto-Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto estabelece, no Art.º 90, para o dimensionamento de redes prediais um caudal mínimo de 0,15 l/s para chuveiros, equivalendo a 9 l/min. O caudal do chuveiro depende da pressão a que a água chega ao dispositivo e do equipamento utilizado para aquecer a água, sendo por este facto, o caudal de água quente inferior ao de água fria, para a mesma abertura da torneira. Deste modo é fundamental ter em conta a compatibilidade entre o chuveiro e o sistema de aquecimento da água.

A grande maioria das utilizações deste dispositivo está associada ao uso de água quente, pelo que o impacto da redução do caudal, em prol da aplicação de medidas para o uso eficiente da água, é também significativo na redução do consumo de energia.

Em seguida apresentam-se algumas medidas associadas à redução do consumo de água dos chuveiros [ALMEIDA et al., 2006]:

- Uso preferencial do duche em alternativa ao banho de imersão;
- Períodos curtos de duche, com água corrente não superior a 5 minutos;
- Fecho da torneira no período de ensaboamento e aplicação de champô;
- No caso do banho de imersão, enchimento da banheira apenas até 1/3 da sua capacidade máxima;
- Recolha da água fria do chuveiro enquanto esta não aquece para posteriores usos, tais como a lavagem de comida, higiene, rega e pequenas limpezas;
- Adopção de chuveiro com menor caudal;
- Utilização de torneiras misturadoras, com monocomando ou termoestáticas (redução do consumo por utilização e do desperdício até que a água aqueça);
- Instalação de arejadores nas torneiras ou redutores de pressão.

Das medidas anunciadas, a mais eficaz na redução dos consumos de água é a substituição do chuveiro convencional por um modelo mais eficiente, diminuindo-se o caudal e o volume total por utilização. Na Tabela 1.9 apresenta-se uma síntese da viabilidade da substituição de chuveiros.

Tabela 1.9 Síntese da viabilidade da substituição de chuveiros (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

Potencial de redução	Chuveiro convencional: caudal de 12 l/min Chuveiro eficiente: caudal de 9 l/min Potencial de redução: 20 m ³ /ano/fogo Eficiência potencial: 25%
Vantagens	Redução do consumo de água e energia e do volume de água residual produzida Poupança anual por fogo: 130 € Retorno do investimento: 8 meses
Inconvenientes	Falta de informação sobre as características dos dispositivos, no local de venda, de forma clara e objectiva Oferta limitada de dispositivos eficientes no mercado nacional
Facilidade de aplicação	Sem dificuldade de aplicação

Torneiras (lavatório, bidé e pia lava loiça)

A torneira é o dispositivo mais comum e estima-se que existam 5 por habitação, distribuídas pela cozinha e instalações sanitárias. Os principais factores associados ao consumo deste dispositivo são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia do agregado familiar. Apesar da quantificação do seu uso ser difícil por ter grande variação temporal e espacial, representa 16% (Fig. 1.10) do consumo total da habitação [ALMEIDA et al., 2006].

O Decreto-Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto estabelece, no Art.º 90, para o dimensionamento de redes prediais, um caudal mínimo de 6 l/min para as torneiras de lavatório e bidé e 12 l/min para torneiras de pia de lava loiça.

As seguintes medidas para o uso eficiente de água, aconselhadas por Almeida et al. (2006) podem ter impacto na redução do caudal das torneiras:

- Evitar a utilização de água corrente em actividades como a lavagem de alimentos (uso um alguidar em alternativa);
- Utilização da água de cozedura de vegetais para confeccionar outros alimentos;
- Utilização da água de lavagens de alimentos para outros usos, tais como a rega de plantas;
- Verificação do fecho correcto das torneiras;
- Alteração das torneiras por outras mais eficientes;
- Utilização de torneiras misturadoras, com monocomando ou termoestáticas (redução do consumo por utilização e do desperdício até que a água aqueça);
- Adaptação dos dispositivos convencionais através da instalação de arejador ou de redutor de pressão.

A medida mais eficaz em prol da diminuição do caudal ou do volume por utilização é a substituição ou a adaptação de torneiras convencionais por modelos mais eficientes e com menor caudal de água. A Tabela 1.10 apresenta uma síntese da viabilidade da substituição de torneiras por outras mais eficientes.

Tabela 1.10 Síntese da viabilidade da substituição de torneiras (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

Potencial de redução	Consumo de torneira convencional: caudal de 12 l/min Consumo de torneira eficiente: caudal de 7 l/min Potencial de redução: 34 m ³ /ano/fogo Eficiência potencial: 42 %
Vantagens	Redução do consumo de água e energia e do volume de água residual produzida Poupança anual por torneira: 144 € Retorno do investimento: 6 meses
Inconvenientes	Falta de informação sobre as características dos dispositivos, no local de venda, de forma clara e objectiva Oferta limitada de dispositivos eficientes no mercado nacional
Facilidade de aplicação	Sem dificuldade de aplicação

Máquina de lavar roupa

Segundo o estudo efectuado pelo INE (1999), 80% das habitações portuguesas possuem máquina de lavar roupa. Existem no mercado nacional máquinas de lavar roupa com consumos de água entre os 35 e os 220 litros por lavagem, podendo admitir-se um valor médio de 90 litros por lavagem, para uma capacidade de 5kg de roupa. Considera-se que este dispositivo é eficiente se o seu consumo de água for inferior a 55 litros por lavagem [ALMEIDA et al., 2006]. Representa cerca de 8% do consumo total de água da habitação (Fig. 1.10).

Em seguida apresentam-se medidas para melhorar a eficiência na utilização da máquina de lavar roupa reduzindo os consumos de água [ALMEIDA et al., 2006]:

- Utilização da máquina apenas com carga completa.
- Evitar programas desnecessários como a pré-lavagem;
- Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o nível de água mínimo (caso exista regulador para esse fim);
- Substituição de máquinas de lavar roupa no fim de vida (período de vida útil entre os 8 e 16 anos) por outras mais eficientes, isto é, com menor consumo de água e energia.

A substituição deste dispositivo por outro mais eficiente é a medida que mais benefícios traz no que respeita à redução do consumo de água e energia da habitação. Apresenta-se em seguida, na Tabela 1.11, um exemplo de poupança no caso de substituição de máquina da roupa.

Tabela 1.11 Síntese de viabilidade da substituição de máquinas da roupa (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

Potencial de redução	Consumo de máquina convencional (média): 90 litros/lavagem Consumo de máquina eficiente: 55 litros/lavagem Potencial de redução: 5,4 m ³ /ano/fogo Eficiência potencial: 33 %
Vantagens	Redução do consumo de água e energia e do volume de água residual produzida Poupança anual por fogo: 19 €
Inconvenientes	O investimento pode não ser totalmente recuperado caso os equipamentos não estejam no fim do período de vida útil Receio dos utilizadores de um menor desempenho de lavagem devido aos baixos consumos de água
Facilidade de aplicação	Sem dificuldade de aplicação

Máquina de lavar loiça

De acordo com o estudo efectuado pelo INE (1999) apenas 16% das habitações portuguesas dispõem de máquina de lavar a loiça. Pela Fig. 1.10 verifica-se que o consumo associado a este dispositivo, nas habitações, ronda os 2% do consumo total da habitação.

Relativamente ao consumo de água, este equipamento gasta em média 22 litros por lavagem. No sentido de contornar este consumo, existem algumas medidas que podem ser adoptadas em prol da melhoria da eficiência deste dispositivo [ALMEIDA et al., 2006]:

- Cumprir as recomendações dos equipamentos no que diz respeito aos consumos de água, energia e aditivos;
- Usar sempre o dispositivo na sua capacidade total de carga;
- Manutenção dos filtros e remoção de depósitos;
- Evitar utilização de programas desnecessários como por exemplo a pré-lavagem;
- Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o mínimo nível de água, no caso em que a máquina possua regulador para esse fim;
- Substituição de máquinas de lavar loiça no fim de vida por outras mais eficientes, isto é, com menor consumo de água e energia.

A substituição deste dispositivo por outro mais eficiente é a medida que mais benefícios traz no que diz respeito à redução do consumo de água e energia da habitação. Apresenta-se em seguida, na Tabela 1.12 um exemplo de poupança no caso de substituição de máquina de lavar loiça.

Tabela 1.12 Síntese da viabilidade da substituição de máquinas da loiça (adaptado de [ALMEIDA et al., 2006])

Potencial de redução	Consumo de máquina convencional: 35 litros/lavagem Consumo de máquina eficiente: 12 litros/lavagem Potencial de redução: 3,1 m ³ /ano/fogo Eficiência potencial: 48 %
Vantagens	Redução do consumo de água e energia e do volume de água residual produzida Poupança anual por fogo: 26 €
Inconvenientes	O investimento pode não ser totalmente recuperado caso os equipamentos não estejam no fim do período de vida útil Receio dos utilizadores de um menor desempenho de lavagem devido aos baixos consumos de água
Facilidade de aplicação	Sem dificuldade de aplicação

Usos exteriores (rega de espaços verdes, piscinas e lavagem de carros)

No sector doméstico, os usos exteriores da água incluem essencialmente a rega de espaços verdes, lavagem de pátios e carros e enchimento de piscinas [ALMEIDA et al., 2006]. Representam cerca de 10% do total do consumo de uma habitação (Fig. 1.10) dependendo de vários factores.

No caso da rega dos espaços verdes, os consumos de água apresentam variações consoante a tipologia do espaço, o tipo de ocupação do solo, o clima e a estação do ano. No geral, o consumo de água dos usos exteriores é mais elevado nos meses de Verão [ALMEIDA et al., 2006].

Em grande parte dos casos, o uso ineficiente da água nesta situação deve-se à rega excessiva, isto é, ao desconhecimento das necessidades reais das plantas e da capacidade de armazenamento do solo. De modo a evitar situações de uso ineficiente de água é prudente definir a quantidade de água a aplicar, a duração de cada rega e a frequência da mesma. Esta medida pode ser conseguida através da instalação de sistemas de rega programada, rega gota-a-gota, entre outros [ALMEIDA et al., 2006].

A medida mais eficiente a ser tomada na rega de espaços verdes é a substituição do uso da água da rede pública por água proveniente de origens alternativas (poços, furos, água da chuva e água residual tratada) [ALMEIDA et al., 2006].

No caso das piscinas privadas, o consumo de água dá-se essencialmente devido ao enchimento periódico da piscina (ou recirculação da água com tratamento) e à reposição do volume significativo de água evaporada. Devem também considerar-se as perdas de água nas tubagens ou através de qualquer fenda existente na estrutura da piscina [ALMEIDA et al., 2006].

O aproveitamento de água da chuva e o seu armazenamento para posterior utilização nas actividades que se caracterizam nos usos exteriores, é também uma medida eficiente na poupança de água. Esta medida irá ser explorada e desenvolvida no *Capítulo 3 - APROVEITAMENTO DA ÁGUA*.

2.2. Sistemas de avaliação de eficiência hídrica em Portugal

A ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais - é a entidade Portuguesa responsável pela certificação hídrica dos produtos. Tem como objectivo a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência das instalações prediais, com particular ênfase nas instalações de águas e esgotos.

Apesar do Decreto-Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto estabelecer, no Art.º 90, para o dimensionamento de redes prediais, caudais mínimos para os dispositivos, a ANQIP, através da sua participação nos trabalhos da Comissão Técnica 1201 que tem como objectivo a revisão do Decreto-Regulamentar 23/95, propõe novos caudais a serem adoptados para o dimensionamento e calculo dos equipamentos e dispositivos de água. Esta proposta de mudança deve-se ao facto dos caudais propostos em 1995 não se adequarem ao panorama actual do uso eficiente de água. Estes novos valores são os aplicáveis em sede de modelo e processo de certificação pela ANQIP.

As instalações prediais e a ineficiência hídrica constituem algumas das principais origens dos problemas em edifícios. Segundo o PNUEA (2012) as ineficiências no uso da água são superiores a 240 milhões de m³/ano, associadas a um valor económico de 400 milhões de euros por ano.

No sentido de reduzir tais ineficiências, em Novembro de 2008, a ANQIP criou um sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos, com a certificação de autoclismos, tendo-se alargado posteriormente a chuveiros e torneiras.

A Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica apresenta, em geral, 7 classes de eficiência hídrica, que variam entre A++ e E (Fig. 1.19) sendo que o melhor desempenho corresponde à letra A [ANQIP, 2013].

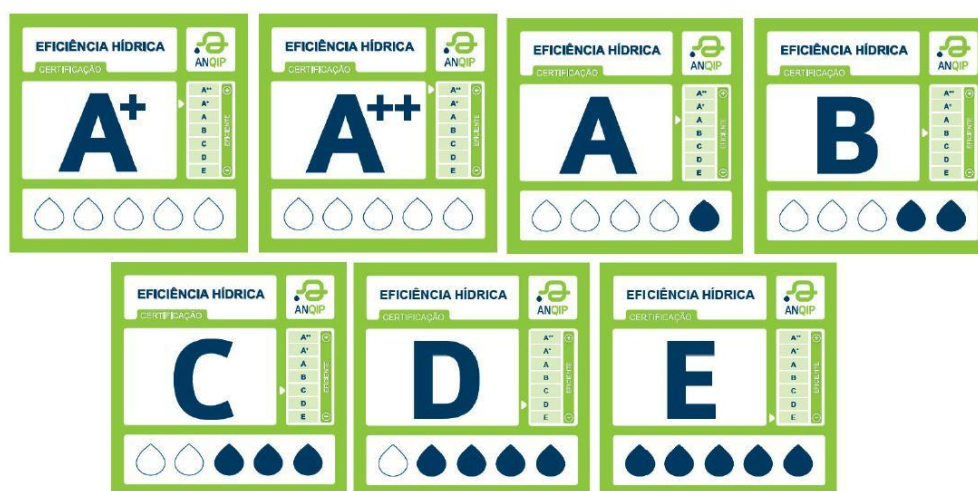


Fig. 1.19 Rótulos de eficiência hídrica desenvolvidos pela ANQIP [ANQIP, 2013]

O sistema baseia-se em Especificações Técnicas (ETA) desenvolvidas por Comissões Técnicas da ANQIP para os diversos produtos com o intuito de estabelecer as condições de realização dos ensaios de certificação e um padrão de valores de referência, com atribuição de cada uma das letras acima indicadas [ANQIP, 2013].

Autoclismos e bacias de retrete

Para os autoclismos e bacias de retrete a ANQIP desenvolveu a ETA 0804 que estabelece os critérios para a atribuição de eficiência hídrica. A autorização de rotulagem de um determinado produto terá que ser feita de acordo com as categorias e tolerâncias estabelecidas na Tabela 1.13.

Tabela 1.13 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (adaptado de ETA 0804)

Volume nominal (litros)	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (volume máx. de descarga completa)	Tolerância (volume mín. de descarga p/ poupança de água)
4	Dupla descarga	A++	4,0 - 4,5	2,0 - 3,0
5	Dupla descarga	A+	4,5 - 5,5	3,0 - 4,0
6	Dupla descarga	A	6,0 - 6,5	3,0 - 4,0
7	Dupla descarga	B	7,0 - 7,5	3,0 - 4,0
9	Dupla descarga	C	8,5 - 9,0	3,0 - 4,5
4	Com interruptor de descarga	A+	4,0 - 4,5	-
5	Com interruptor de descarga	A	4,5 - 5,5	-
6	Com interruptor de descarga	B	6,0 - 6,5	-
7	Com interruptor de descarga	C	7,0 - 7,5	-
9	Com interruptor de descarga	D	8,5 - 9,0	-
4	Completa	A	4,0 - 4,5	-
5	Completa	B	4,5 - 5,5	-
6	Completa	C	6,0 - 6,5	-
7	Completa	D	7,0 - 7,5	-
9	Completa	E	8,5 - 9,0	-

Relativamente à atribuição de rótulo de certificação hídrica A+ e A++ é necessário ter em consideração que têm aplicações especiais e/ou condicionadas. A aplicação de modelos com volume nominal de 4 litros tem-se revelado ineficaz no arrastamento de sólidos nas redes prediais e públicas. A sua adopção exige uma alteração dos critérios habituais de dimensionamento das redes prediais, que de momento é incompatível com a grande maioria das redes prediais existentes no país (Norma Europeia EN 12056-2, que estabelece as exigências funcionais das bacias de retrete) [ETA 0804]. Ainda assim, a ANQIP teve em consideração estes dispositivos de baixo volume, inserindo obrigatoriamente no rótulo um aviso relativo à necessidade de garantir a performance do conjunto, e condições de drenagem compatíveis na rede predial [ANQIP, 2013].

Chuveiros e Sistemas de Duche

Para chuveiros e sistemas de duche a ANQIP desenvolveu a ETA 0806 que estabelece as especificações de eficiência hídrica ANQIP dos mesmos. A atribuição de autorização de rotulagem de um determinado produto será feita de acordo com as categorias estabelecidas na Tabela 1.14.

Tabela 1.14 Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (adaptado de ETA 0806)

Caudal (l/min)	Chuveiro	Sistema de duche	Sistema de duche com torneira termoestática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termoestática e eco-stop
$Q < 5,0$	A+	A+	A++ ⁽¹⁾	A++ ⁽¹⁾
$5,0 < Q \leq 7,2$	A+	A+	A++	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	B
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	C
$Q > 30,0$	E	E	D	D

(1) - não se considera de interesse a utilização de eco-stop nestes casos

Os rótulos A e A+ aplicáveis a chuveiros com caudal igual ou superior a 7,2 l/min devem conter a indicação “Recomendável a utilização com torneiras termostáticas” [ANQIP, 2013].

Para os sistemas de duche com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min e sem torneira termoestática a certificação pressupõe que o produto seja acompanhado de um aviso sobre o risco de escaldão. Caso contrário, o rótulo não poderá ser aplicado [ANQIP, 2013].

Torneiras e Fluxómetros

Para torneiras e fluxómetros a ANQIP desenvolveu a ETA 0808 que estabelece os seus critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP. No âmbito da especificação referida consideram-se os seguintes dispositivos ou conjuntos de dispositivos: torneiras de lavatório e de cozinha e fluxómetros de mictórios. A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto será feita de acordo com as categorias estabelecidas na Tabela 1.15, para torneiras de lavatório, na Tabela 1.16, para torneiras de cozinha e na Tabela 1.17, para fluxómetros de mictório [ANQIP, 2013].

Tabela 1.15 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (adaptado de ETA 0808)

Caudal (l/min)	Torneiras de lavatório	Torneiras de lavatório com eco-stop ou arejador	Torneiras de lavatório com eco-stop e arejador
$Q < 2,0$	A+	A++ ⁽¹⁾	A++ ⁽¹⁾
$2,0 < Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 < Q \leq 6,0$	B	A	A+
$6,0 < Q \leq 9,0$	C	B	B
$9,0 < Q \leq 12,0$	D	C	C
$Q > 12,0$	E	D	D

(1) - não se considera de interesse a utilização de eco-stop nestes casos

Tabela 1.16 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (adaptado de ETA 0808)

Caudal (l/min)	Torneiras de cozinha	Torneiras de cozinha com eco-stop ou arejador	Torneiras de cozinha com eco-stop e arejador
$Q < 4,0$	A+	A++ ⁽¹⁾	A++ ⁽¹⁾
$4,0 < Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 < Q \leq 9,0$	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 12,0$	C	B	B
$12,0 < Q \leq 15,0$	D	C	C
$Q > 15,0$	E	D	D

(1) - não se considera de interesse a utilização de eco-stop nestes casos

Tabela 1.17 Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (adaptado de ETA 0808)

Volume de descarga (V) (litros)	Categoria de Eficiência Hídrica
$V \leq 1,0$	A++
$1,0 < V \leq 2,0$	A+
$2,0 < V \leq 4,0$	A
$4,0 < V \leq 6,0$	B
$6,0 < V \leq 8,0$	C
$8,0 < V \leq 10,0$	D
$V > 10,0$	E

3. APROVEITAMENTO DA ÁGUA

A problemática mundial da escassez de água deve ser encarada como uma realidade inerente que tem que ser investigada e resolvida.

Neste contexto, tanto a nível internacional como nacional, a crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais, motivada pela expansão demográfica e pelo desenvolvimento tecnológico, tem impulsionado a construção de habitações sustentáveis, autónomas do ponto de vista energético e de recursos, independentes dos sistemas públicos [BERTOLO, 2006].

De entre as soluções existentes, destacam-se os sistemas de aproveitamento de águas pluviais e residuais. O primeiro destaca-se pelas suas vantagens económicas, ambientais e pela simplicidade de implantação. Por outro lado, o segundo destaca-se pelas vantagens ambientais e pela redução da facturação de água [ROSSA, 2006].

Internacionalmente, este tipo de sistemas já são implantados com frequência no sector doméstico, mas em Portugal são poucos os casos conhecidos.

3.1. Águas pluviais

A água da chuva deverá ser armazenada por forma a constituir um meio de contribuição para o desenvolvimento de uma política de promoção do uso racional da água [CARDOSO, 2010].

Idealmente aproveitar-se-iam as águas pluviais para reduzir o consumo excessivo da água da rede pública, mas estas deverão ser consideradas como não potáveis. Assim sendo, o seu uso deverá ser apenas aplicado para sistemas de rega e sistemas de combate a incêndios, para a lavagem de pátios e veículos, descargas de autoclismos e lavagens de roupa.

De acordo com a Tabela 1.2 é possível verificar que as actividades referidas representam cerca de 50% do consumo total de água de uma habitação, tornando-se evidente a potencialidade do aproveitamento de água da chuva.

Em termos de legislação nacional, o Decreto-Regulamentar nº 23/95 especifica, no Artigo 86, as regras para a utilização de água não potável nas edificações:

“1- A entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndio e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública.

2 – As redes de água não potável e respectivos dispositivos de utilização devem ser sinalizados.”

O rendimento do aproveitamento de águas pluviais está directamente relacionado com a pluviosidade do local onde o sistema é implementado. Na Fig. 3.1 apresenta-se a pluviosidade média mensal em Portugal Continental no ano de 2013 e a sua comparação com os valores no período de 1971-2000. Entre Abril e Agosto os valores foram inferiores ao normal, e em Janeiro, Março, Setembro e Outubro foram superiores. Por fim, no ano de 2013, o mês de Novembro teve uma precipitação muito inferior ao normal [IPMA, 2014].

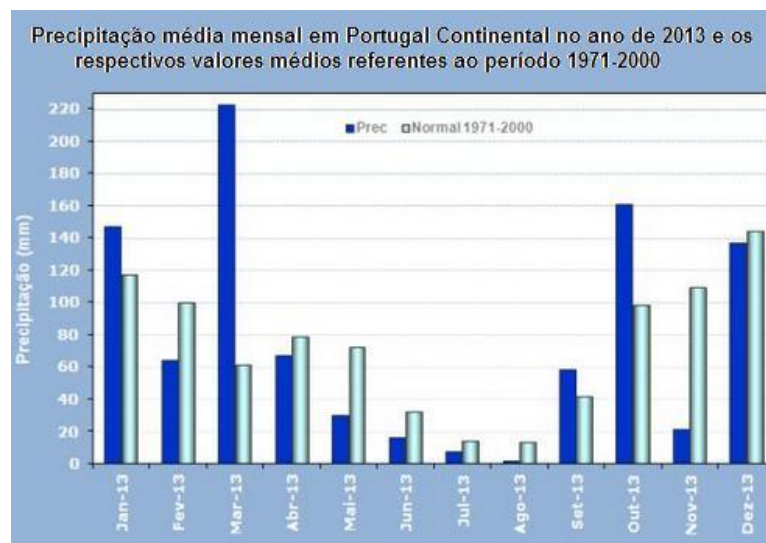


Fig. 3.1 Precipitação média mensal em Portugal Continental no ano de 2013 e os respectivos valores médios referentes ao período 1971-2000 [IPMA, 2014]

A região Noroeste do País é uma das zonas da Europa com valores mais elevados de precipitação, atingindo a média da precipitação anual valores superiores a 2500 mm. No interior do país, como por exemplo no Alentejo, a precipitação anual acumulada não ultrapassa, em média, os 500 mm.

O valor médio do número de dias no ano com precipitação maior ou igual a 10 mm varia entre os 15 e os 25 dias na região costeira do Centro e Sul, nas terras baixas do interior do país e na península de Setúbal. Na região Norte, esse valor é superior a 50 dias. A Fig. 3.2 torna evidente que o investimento de aproveitamento de águas pluviais é mais rentável na região Norte de Portugal [LIMA et al., 2013].

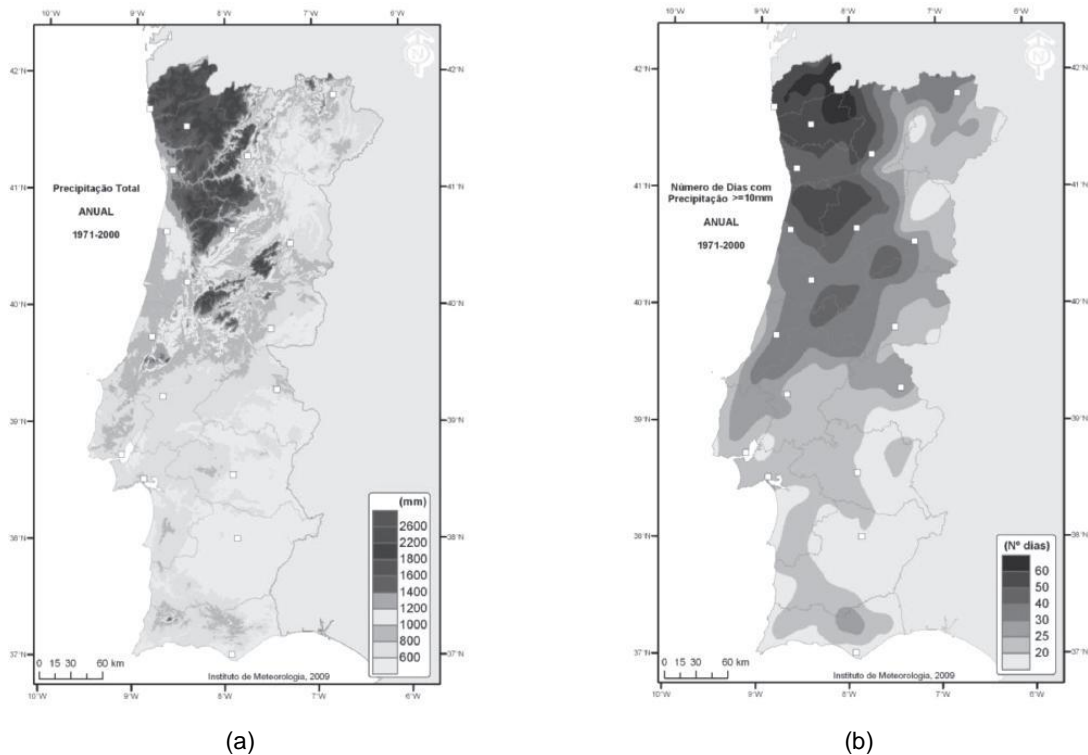


Fig. 3.2 Distribuição espacial dos valores médios da precipitação anual (a) e número de dias com precipitação anual igual ou superior a 10 mm (b) no período de 1971-2000 [LIMA et al., 2013]

3.1.1. Abordagens ao aproveitamento de águas pluviais

A técnica de aproveitamento de água pluvial não é recente existindo em regiões áridas ou semiáridas há milhares de anos. Por exemplo, na ilha de Creta encontram-se vários reservatórios, anteriores a 3000 a.C., escavados em rochas, com a finalidade de aproveitamento de água da chuva para o consumo humano [SACUDURA, 2011].

May (2004) refere que foram encontradas no México reservatórios de água da chuva datados da época dos Aztecas e dos Mayas. Os reservatórios Mayas, chamadas Chultuns, possuíam um diâmetro de cerca de 5 metros e eram escavadas no subsolo calcário e revestidas em reboco impermeável. À superfície das mesmas, havia uma área de recolha de 100 a 200 m², como se pode ver na Fig. 3.3.

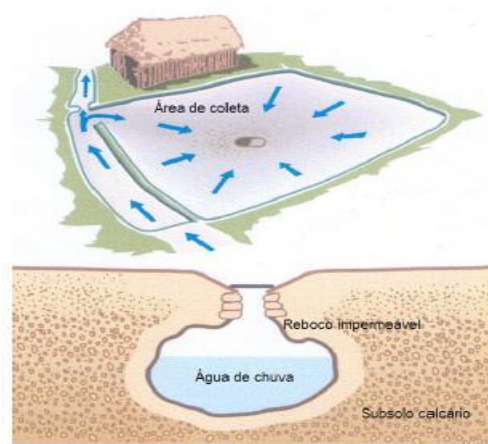


Fig. 3.3 Reservatório de aproveitamento de águas da chuva Maya (Chultuns) [MAY, 2004]

Actualmente, segundo Bertolo (2006), países como os Estados Unidos da América, Japão, Alemanha, Malásia, Índia, Austrália e Brasil, são os principais exemplos de aproveitamento de água da chuva.

Nos Estados Unidos da América existem cerca de 200 mil reservatórios para o aproveitamento de água da chuva e na Austrália e Singapura, estão a ser desenvolvidas pesquisas na área do aproveitamento da água, de modo a obter novos sistemas que permitam a captação da água com boa qualidade, de forma simples e económica [MAY, 2004].

Em Tóquio, no Japão, a recolha de água da chuva é bastante intensa uma vez que os reservatórios de água que abastecem a cidade encontram-se distantes e a cidade apresenta um elevado índice de superfície pavimentada, impedindo a infiltração da água da chuva no solo. De modo a recolher a água da chuva, utilizam o sistema de reservatório e o sistema de valas de infiltração de água da chuva [MAY, 2004].

Na Austrália, existem regras e restrições para o uso de água, sendo severas as multas por desobediência. Por este facto, a reciclagem de água tem sido fortemente adoptada em habitações unifamiliares [VERDADE, 2008], principalmente a água da chuva. Poupa-se água potável não a utilizando na descarga de autoclismo, nas máquinas de lavar roupa e na rega, substituindo-a pela água recolhida no telhado [BERTOLO, 2006].

A nível nacional encontram-se vários exemplos de aproveitamento de água da chuva ao longo dos tempos. Um deles encontra-se na Vila de Monsaraz, no Alentejo, onde foi construído um sistema notável de recolha de águas pluviais, que remonta à Idade Média (séculos XIV-XV). Era constituído por uma complexa rede de caleiras e tubos de queda, instalados em todos os telhados das habitações de Monsaraz, que recolhia e encaminhava as águas pluviais para um reservatório colectivo abastecedor da população [SACADURA, 2011].

Também na região do Algarve, onde a precipitação é menos abundante, existe um reservatório Árabe às portas do castelo de Silves que servia como principal abastecimento da cidade. Nos Açores, no século XX, foi construído na Quinta dos Figos, um reservatório para uso de água na agricultura [SACADURA, 2011].

3.1.2. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP)

O Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) tem como objectivos a recolha e armazenamento da água da chuva para posterior utilização, diminuindo os consumos de água da rede pública e consequentemente os custos associados. Este sistema apresenta também as seguintes vantagens [VERDADE, 2008]:

- Quando se trata da captação da água pluvial através dos telhados das habitações, os investimentos de tempo e dinheiro são mínimos e o retorno do investimento é sempre positivo;
- Maior controlo de cheias urbanas, nos locais onde o solo é demasiadamente impermeabilizado;
- Sensibiliza os utilizadores para a auto-suficiência hídrica, para a conservação da água e para uma postura mais positiva em relação aos problemas ambientais.

Por outro lado o aproveitamento de água da chuva apresenta como desvantagem o custo da instalação do sistema (SAAP) [VERDADE, 2008].

O sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais funciona do seguinte modo [VERDADE, 2008]:

- A água da chuva é recolhida de áreas impermeáveis, que normalmente são os telhados das habitações;
- Em seguida, a água, juntamente com sedimentos, folhas e detritos, é encaminhada pelas caldeiras onde se encontram malhas de plástico ou metal para uma primeira filtragem. Posteriormente é canalizada através dos tubos de queda, passando por outro sistema de filtragem que lhe retira os restantes sedimentos, antes de alcançar a cisterna de armazenamento;
- Por fim, a água da chuva é armazenada na cisterna, podendo esta ser apoiada, elevada ou enterrada. Este é o componente mais custoso do sistema de recolha de águas pluviais, podendo ser construído em betão, tijolo, fibrocimentos, plástico, aço ou polietileno (PEAD).

De acordo com o *The Texas Manual on Rainwater Harvesting* realizado pelo *Texas Water Development Board* (TWDB), o sistema de aproveitamento de águas pluviais é constituído, como se pode observar na Fig. 3.4, pelos seguintes componentes:

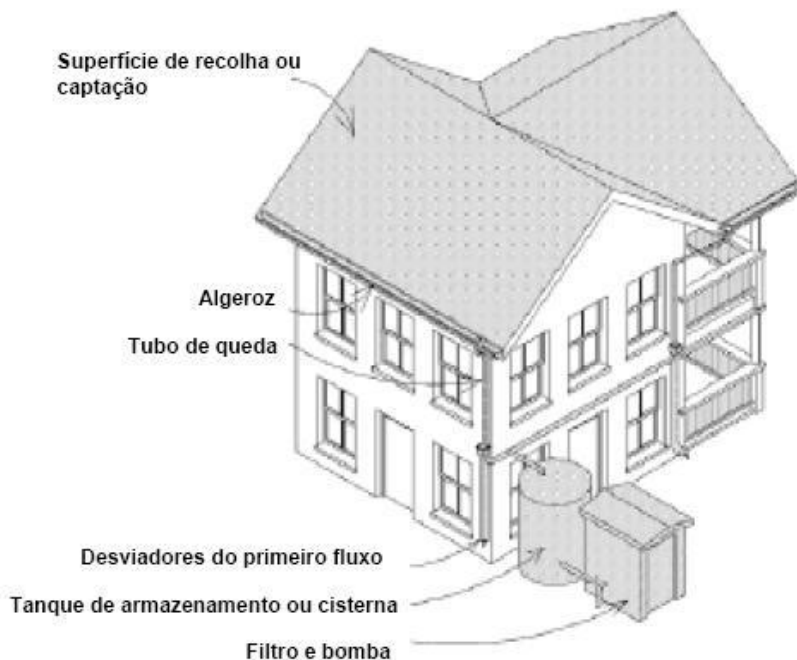


Fig. 3.4 Sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) (adaptado de [TWDB, 2005])

Superfície de captação: normalmente o telhado da habitação constitui a superfície de recolha, podendo ser uma laje ou uma zona pavimentada (Fig. 3.5), e a quantidade de água recolhida depende da área de captação. A qualidade da água depende do material de que é feita a superfície de captação, das condições climáticas e do ambiente envolvente [OLIVEIRA, 2008].

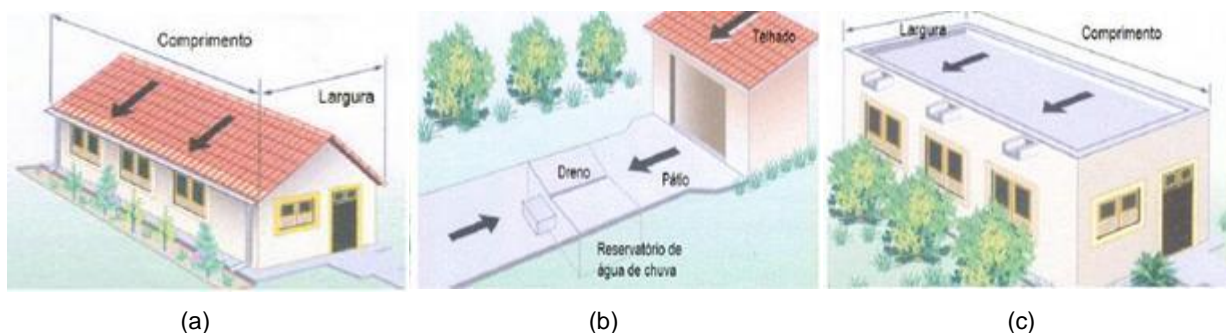


Fig. 3.5 Superfície de captação de água em telhado (a), pátio (b) ou laje (c) [MAY, 2004]

Sistema de transporte: tem como objectivo encaminhar a água do telhado e é constituído por diversos componentes, tais como algerozes ou caleiras e tubos de queda. As caleiras de alumínio e

de aço galvanizado são recomendadas pelas suas características de resistência à corrosão [OLIVEIRA, 2008].

A manutenção destes dispositivos deve ser realizada todos os anos, antes e após a época das chuvas [TWDB, 2005].

Dispositivos de filtração: têm como objectivo filtrar as poeiras, folhas, fezes de animais, pesticidas e outros resíduos que se acumulam na superfície de captação de modo a que estes não atinjam o dispositivo de armazenamento de água. Entre eles estão os crivos de folhas, os desviadores de primeiro fluxo e os filtros, sendo a sua manutenção crucial para um funcionamento eficiente de todo o sistema [TWDB, 2005].

Os crivos de folhas (Fig. 3.6 (a)) requerem manutenção frequente para não ficarem obstruídos e para que não impeçam a água pluvial de passar, uma vez que são utilizados na remoção de detritos de maiores dimensões tais como folhas, galhos e flores que possam cair na superfície de captação [TWDB, 2005].

Quando surgem as primeiras chuvas, em geral, os primeiros 2 milímetros de precipitação devem ser desviados por conter diversas impurezas. O desviador de primeiro fluxo (Fig. 3.6 (b)) não é essencial para o funcionamento mecânico do sistema, no entanto, aumenta bastante a qualidade da água a ser consumida [TWDB, 2005].



Fig. 3.6 Crivo instalado em caleira (a) [BERTOLO, 2006] e desviador de primeiro fluxo (b) [ALMEIDA et al., 2006]

Após a passagem de água pelos dispositivos anteriores, a água pluvial passa novamente por um filtro (Fig. 3.7), colocado à entrada do sistema de armazenamento, que filtra os detritos de reduzida dimensão.



Fig. 3.7 Filtro [SACADURA, 2011]

Dispositivos de armazenamento: podem ser denominados de tanques de armazenamento ou cisternas. É o componente mais caro de todo o sistema de aproveitamento de água pluvial. Devem ser opacos para evitar o desenvolvimento de microorganismos e devem estar protegidos da radiação directa do sol [TWDB, 2005]. A manutenção deve ser realizada pelo menos uma vez por ano [DTU, 2002].

Se a área de recolha, a precipitação média da região e a demanda mensal forem conhecidas, é possível calcular o volume mínimo da cisterna de armazenamento.

Estes dispositivos podem ser de duas categorias: cisternas superficiais ou cisternas enterradas/semienterradas. Na Tabela 3.1 apresentam-se as vantagens e desvantagens do uso dos diferentes tipos de cisternas, sendo que os mais vantajosos são o sistema enterrado ou instalado no interior da habitação por não estarem sujeitos à radiação solar [SACADURA, 2011].

Tabela 3.1 Vantagens e desvantagens do uso dos diferentes tipos de tanques (adaptado [DTU, 2002])

	Vantagens	Desvantagens
Cisternas superficiais	Fácil inspecção A água pode ser retirada por acção da gravidade ou através de uma torneira É possível aumentar a pressão da água	Ocupação de área útil exterior Mais caro Maior probabilidade de desenvolvimento de microorganismos
Cisternas enterrados ou semi-enterrados	A terra circundante serve de apoio permitindo menor espessura das paredes Maior dificuldade para esvaziar Menor impacto ao nível visual A água mantém-se fresca Menor probabilidade de desenvolvimento de microorganismos	Extracção de água mais complicada necessitando de uso de bombas As perdas são difíceis de detectar Possível contaminação da cisterna devido a águas do solo ou de inundações A estrutura pode ser afectada por raízes de plantas ou árvores É mais difícil de esvaziar

Em relação ao material destas cisternas, existem no mercado diversas opções: betão, tijolo, fibrocimentos, plástico, aço, PEAD, etc. Em Portugal é mais frequente utilizar cisternas de água pluvial em PEAD ou betão armado [BERTOLO, 2006] como demonstra a Fig. 3.8.



(a)



(b)

Fig. 3.8 Tanque em PEAD comercializado pela empresa Ecodepur (a) [Ecodepur, 2014] e tanque em betão armado (b)

Distribuição: a distribuição de água pluvial pode ser feita por gravidade ou por bombagem [TWDB, 2005].

Tratamento: depende da qualidade da água que é recolhida e do fim a que se destina. Se se tratar de um sistema não potável basta um tratamento simples através da filtragem simples (crivo de folhas nas caleiras e o desviador de primeiro fluxo) [TWDB, 2005].

No caso de se tratar de um sistema de água potável recorre-se a um tratamento complexo, nomeadamente a desinfecção por ultravioletas ou osmose reversa [TWDB, 2005].

3.1.2.1. Referências legais e normativas e aspectos gerais de certificação

A Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) elaborou a Especificação Técnica 0701 para Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) em edifícios, estabelecendo os critérios para a realização do mesmo, para fins não potáveis.

Em seguida apresentam-se as referências legais e normativas relativamente à instalação dos SAAP [ETA 0701]:

- Em termos gerais, a concepção, a instalação e a exploração dos SAAP devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia;
- Os SAAP devem igualmente respeitar as normas e regulamentos relativos ao ruído e vibrações;
- Todos os SAAP devem ser objecto de projecto técnico respeitando as exigências da Portaria nº. 101-H/2008, de 29 de Julho;
- Relativamente a caleiras, saídas e tubos de descarga, devem ser atendidas as disposições do Regulamento Geral ou da Norma Europeia EN 12056-3.

A ANPIQ também define alguns aspectos relativos à concepção e certificação dos SAAP [ETA 0701]:

- Na concepção e na instalação dos sistemas deverão ficar asseguradas todas as acessibilidades necessárias para que as operações de manutenção possam ser efectuadas de forma adequada.
- A concepção e instalação dos SAAP deverão ser realizadas por técnicos habilitados.

Em seguida, apresentam-se algumas das prescrições técnicas definidas na ETA 0701 como guia para o dimensionamento e instalação dos sistemas de aproveitamento de água pluviais:

Pluviosidade de cálculo

- Os estudos de pluviosidade deverão recorrer a dados oficiais, sendo aconselhável que usem registos de precipitação correspondentes a períodos não inferiores a 10 anos;
- Os períodos de retorno deverão ser fixados tendo em conta as condições do local, recomendando o valor de 5 anos;

Desvio das primeiras águas (first-flush)

- Recomenda-se a instalação do dispositivo automático *first-flush* para desvio do escoamento inicial;
- O volume de água a desviar poderá ser determinado com base em critérios de tempo, na área da cobertura e numa altura de precipitação pré-estabelecida (entre 0,5 e 8,5 mm). No caso de ausência de informação sobre as condições locais, o volume a desviar deverá ser dado pela expressão:

$$Vd = P.A$$

Onde,

Vd – Volume a desviar do sistema (litros)

P – Altura de precipitação (mm) admitida para o first flush (adopta-se 2mm)

A – Área de captação (m²)

- Caso se adopte pelo critério de tempo, deverá ser desviado um volume mínimo correspondente aos primeiros 10 minutos de precipitação.

Volume de água a aproveitar

- O volume anual de água pluvial a aproveitar deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$Va = C.P.A.\eta f$$

Onde,

V_a – Volume anual de água pluvial aproveitável (litros)

C - Coeficiente de run off da cobertura (Tabela 3.2)

P – Precipitação média acumulada anual (mm)

η_f – Eficiência hidráulica da filtragem

Tabela 3.2 Coeficiente de run off para as diferentes superfícies de recolha (adaptado [ETA 0701])

Tipo de superfície	Coeficiente de run off
Telha	0,8
Cimento	
Asfalto	
Gravilha	0,6
Coberturas ajardinadas extensivas	0,5
Coberturas ajardinadas intensivas	0,3

- Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode-se admitir uma eficiência hidráulica de 0,9.

Cisternas e Filtros

- As cisternas devem ser constituídas por materiais que assegurem as necessárias condições estruturais, não porosos e que não propiciem reacções químicas com a água;
- As cisternas deverão ser constituídas por: sifão, descarga de fundo e filtro a montante. Os cantos devem ser arredondados para facilitar a manutenção e para evitar o desenvolvimento de microorganismos. A cisterna deverá ser coberta, ventilada e permitir a inspecção, respeitando todas as normas de segurança;
- As águas da chuva provenientes do *overflow* (excesso) do sistema, do *first-flush* (primeira lavagem) e do filtro da cisterna poderão ser lançadas na rede de águas pluviais, infiltradas ou lançadas em linha de água natural, desde que não exista a possibilidade de contaminação.
- A água da chuva deve ser armazenada em local abrigado da luz e do calor e as aberturas devem ser dotadas de dispositivos anti-roedores e anti-mosquitos;
- As cisternas localizadas em locais de baixas temperaturas devem ser instaladas de modo a prevenir o congelamento da massa de água armazenada. Nestas situações, as tubagens devem igualmente possuir isolamento. Se as cisternas forem colocadas no exterior, devem ser preferencialmente enterradas, para aproveitar a protecção geotérmica do solo (a uma profundidade mínima de 1 metro);

- As cisternas devem ser dimensionadas de acordo com critérios económicos, técnicos e ambientais, considerando sempre as boas práticas de engenharia. Deve ter-se em atenção que o volume total (V_t) pode ser significativamente superior ao volume útil (V_u);
- Para efeitos de dimensionamento, não devem ser considerados períodos de reserva de água na cisterna superiores a 30 dias.

Instalações prediais

- Na instalação dos SAAP deverão ser considerados todos os componentes, acessórios e instalações complementares que sejam considerados fundamentais para o bom funcionamento do mesmo;
- As redes de água não potável deverão ser claramente diferenciadas das redes de água potável;
- Os dispositivos de rega ou lavagem devem estar identificados e sinalizados.

Usos e qualidade da água

- A água da chuva pode comportar os seguintes usos: descargas de autoclismo, lavagem de roupas, pavimentos e automóveis, e rega de zonas verdes;
- No caso da rega de zonas verdes e da lavagem de pavimentos, a utilização de água da chuva, observadas as presentes prescrições técnicas de instalação, pode não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou bacteriológico;
- A utilização de água da chuva sem tratamento em descargas de autoclismo, apenas deve ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da legislação nacional e das Directivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Directiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12);
- Na situação referida no item anterior, não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado. No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção, recomenda-se que o cloro residual livre se situe entre 0,2 e 0,6 mg/l.
- A lavagem de roupas com água da chuva sem tratamento específico apenas deve ser considerada quando a temperatura da água de lavagem atingir, no mínimo, 55°C;
- Recomenda-se um controlo da qualidade da água na cisterna com uma periodicidade máxima de seis meses, prazo este que poderá ser alargado até um ano, caso o suprimento seja efectuado unicamente a partir da rede pública de água potável;
- Caso o pH da água seja superior a 8,5 ou inferior a 6,5, pode ser necessário efectuar uma correcção de pH.

Instalações de bombagem

- As instalações de bombagem deverão estar de acordo com a regulamentação em vigor;
- A instalação de bombagem no exterior do reservatório deve respeitar os níveis de ruído e vibração estabelecidos por lei;
- Os equipamentos de bombagem concebidos para os sistemas domésticos de aproveitamento de água pluvial deverão estar tecnologicamente dotados de funções que permitam a gestão da água pluvial de forma responsável e eficiente;
- A manutenção dos sistemas de bombagem deverá ser realizada de acordo com as especificações técnicas do produto.

Suprimento

- Recomenda-se que todos os sistemas SAAP sejam dotados de um sistema suplementar de abastecimento, para que o seu funcionamento contínuo seja assegurado caso não exista na cisterna água da chuva no volume necessário.

Manutenção

- A manutenção do SAAP deverá ter lugar no início e no fim da época das chuvas;
- As inspeções poderão ser realizadas pelos utilizadores, mas, nos âmbitos de manutenção dos sistemas de bombagem e tratamento, deverão ser realizadas por técnicos habilitados;
- A manutenção dos componentes do SAAP deverá ser realizada de acordo com as frequências mínimas estabelecidas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Frequência de manutenção dos componentes do SAAP (adaptado de [ETA 0701])

Componentes	Frequência de manutenção
Filtros	Inspeção e limpeza semestrais
Sistema de desvio do <i>first flush</i> ou primeira lavagem	Inspeção semestral e limpeza anual ou semestral
Caleiras e tubos de descarga	Inspeção e limpeza semestrais
Órgãos de tratamento	Inspeção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	De acordo com as indicações do fabricante
Cisterna	Inspeção anual e limpeza de 10 em 10 anos
Canalizações e acessórios	Inspeção anual

3.2. Águas residuais

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, que estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, define águas residuais domésticas como sendo as “águas de instalações

residenciais e de serviços, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de actividades domésticas”.

Por outras palavras, águas residuais são aquelas que provêm das actividades humanas, tais como a higiene e a confecção de alimentos, associadas ao uso de lavatórios, chuveiros e bidés. Podem englobar-se em águas residuais cinzentas e águas residuais negras [FIORI et al., 2006].

Designam-se por águas residuais cinzentas as águas provenientes das torneiras das instalações sanitárias, bidés e chuveiros, e por águas residuais negras as águas proveniente de retretes e torneiras de lava loiça. A distinção deve-se essencialmente à composição da água, sendo que a composição das águas negras requer maiores cuidados incluindo tratamentos dispendiosos [ROSSA, 2006]. Na presente dissertação, apenas se irá analisar águas residuais cinzentas.

O aproveitamento de águas residuais cinzentas, após tratamento adequado, poderá constituir-se como uma medida eficiente na redução dos consumos domésticos de água potável nas habitações, através da sua reutilização em descargas de autoclismo, em sistemas de rega, lavagens de roupa e veículos e limpezas domésticas [ROSSA, 2006].

O tipo de água residual cinzenta produzida varia consoante o número de ocupantes da habitação, da idade dos consumidores, dos padrões de uso de água, da saúde dos consumidores, das actividades domésticas realizadas e da quantidade de produtos químicos que são utilizados. Nas instalações sanitárias, os elementos presentes na água cinzenta são os sabões, champôs, cabelos, pasta de dentes e agentes de limpeza. No geral, são os lavatórios que produzem água cinzenta mais poluída, em comparação com os chuveiros e bidés [ROSSA, 2006].

3.2.1. Padrões de qualidade da água residual

A ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos é a entidade nacional que estabelece os parâmetros de qualidade das águas residuais tratadas para fins urbanos não potáveis, como é o caso de lavagens de espaços e equipamentos, regas de espaços verdes, descargas de autoclismos, redes de combate a incêndios, fontanários e sistemas de ar condicionado [ERSAR & INAG, 2009].

Em Portugal, as normas ou critérios de qualidade para reutilização de águas residuais tratadas em usos urbanos não potáveis são muito escassas. Deste modo, a abordagem habitual reside na especificação de valores máximos para os parâmetros relevantes, consoante se trate de reutilização em usos urbanos, com ou sem restrições de acesso e contacto humano, semelhantes aos valores estipulados em países onde a prática de reutilização de águas residuais é mais frequente. Assim, parâmetros como o pH, turvação, cloro residual e coliformes fecais e totais deveram ser analisados diariamente, enquanto que outros parâmetros como o azoto amoniacal, SST, CBO, sulfatos e metais, deverão ser objecto de análise semanal ou mensal [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010].

Nas aplicações de reutilização de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis sem restrições incluem-se: lavagens de passeios e arruamentos, lavagem de veículos e combate a incêndios. Por outro lado, nas aplicações de reutilização de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis com restrições incluem-se: rega de espaços verdes de acesso condicionado e água para descargas de autoclismos [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010].

Para que as águas residuais possam ser reutilizadas com sucesso devem ser tratadas de modo a apresentar características de qualidade que satisfaçam à utilização pretendida, minimizando eventuais impactos ambientais adversos e não contribuindo para riscos de saúde dos utilizadores. Por exemplo, no caso da reutilização da água residual para descargas de autoclismos é necessário ter em atenção parâmetros como a cor e o odor, para a aceitação da mesma por parte dos utilizadores [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010].

Na Tabela 3.4 apresentam-se as características máximas de qualidade a admitir na reutilização de águas residuais tratadas para aplicações de uso urbano, com e sem restrição de uso, no âmbito desta dissertação.

Tabela 3.4 Requisitos de qualidade de águas residuais tratadas a reutilizar para diversos usos urbanos (adaptado de [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010])

Parâmetros	Unidade	Descarga de autoclismos	Rega de espaços verdes com acesso condicionado	Lavagem de veículos
Coliformes totais	UFC/100 mL	0 - < 100	-	-
Coliformes fecais	UFC/100 mL	<10	100	200
Pseudomonas aeruginosas	UFC/mL	<1	-	-
Turvação	UNT	2	2	10
CBO ₅	mg/L	< 5	45	10
OD	% saturação	>50	-	-
Cor	% transmitância UV (254nm)	60	-	-
Odor	-	Ausência de odor	Ausência de odor	-
Cloro residual	-	0,1 - 0,5	0,1	-
pH	-	5,6 - 8,6	6 - 9	-

3.2.2. Sistema de aproveitamento de águas cinzentas

Como já referido anteriormente, a grande oferta de águas residuais cinzentas numa habitação provem das actividades humanas associadas à higiene pessoal dos ocupantes e à confecção de

alimentos. A reutilização destas águas propicia o uso sustentável da água e a conservação de água potável para fins em que seja realmente necessária.

Os principais elementos associados a um sistema de aproveitamento de águas cinzentas são os seguintes [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010]:

- Determinação das quantidades de água residuais cinzentas disponíveis;
- Estabelecimento dos usos das águas residuais cinzentas tratadas;
- Dimensionamento e instalação de reservatório de armazenamento de águas residuais cinzentas, antes de serem tratadas;
- Instalação do sistema de tratamento de águas residuais cinzentas e definição dos parâmetros de qualidade de água em função dos usos estabelecidos;
- Dimensionamento do sistema de distribuição de água residual cinzenta tratada de acordo com os pontos de consumo.

A elaboração deste sistema é condicionada principalmente pelas características quantitativas e qualitativas das águas residuais tratadas, pelas características físicas do local, pelos tipos de usos estabelecidos e pela regulamentação em vigor sobre a reutilização [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010].

Para edifícios já existentes o sistema de reutilização de águas residuais tratadas requer a instalação de uma rede própria para estas águas, o que significa a duplicação do investimento. Por este facto, nestes casos, quando é necessária a instalação de um sistema duplo, o custo pode constituir um factor limitante. Pela mesma razão, a instalação de rede dupla para descarga de autoclismo em edifícios só tem viabilidade económica nas construções de raiz. Por outro lado, se se tratar da reutilização de águas residuais para fins urbanos não potáveis de edifícios já existentes, tais como rega de espaços verdes e lavagens, não é necessário proceder à duplicação da rede predial, tornando-se o sistema economicamente viável [ERSAR & INAG, 2009].

Porém, o custo associado à instalação de reservatórios de armazenamento e a outras instalações complementares de tratamento podem ter um peso elevado nos custos do projecto [MONTE & ALBURQUERQUE, 2010].

Em suma, o interesse de reutilização de água aumenta progressivamente à medida que escasseia o recurso hídrico de qualidade para consumo humano. O aproveitamento de águas, quer pluviais quer residuais, traduz-se em medidas eficientes na redução do consumo e da dependência de água potável para fins em que esta não seja estritamente necessária.

No entanto, deverão ser equacionados os prós e contras do efeito da reutilização da água.

Relativamente aos SAAP, é de realçar a facilidade de aplicação e o baixo custo, dependendo da tecnologia dos dispositivos adoptados. O retorno do investimento depende sempre da precipitação do local de implantação, da área de captação e dos consumos a satisfazer.

Em relação à implantação de sistemas de aproveitamento de águas residuais, os principais benefícios são a redução do consumo de água potável e, conseqüentemente, a redução na factura de

água. Em contrapartida, deverão ser tomadas medidas que, de acordo com a utilização a que se destina, tenham em atenção a minimização dos riscos para a saúde dos utilizadores e para o meio ambiente. Por estes factos, a sua implantação é aconselhável em novas construções.

4. CASO DE ESTUDO – Projecto para habitação unifamiliar

No presente capítulo ir-se-á analisar os consumos de água de uma habitação unifamiliar existente, para que, posteriormente, se possa estudar a implantação de medidas que promovam o uso eficiente de água e que consequentemente, reduzam os seus consumos.

A avaliação dos consumos antes e após a aplicação de medidas eficientes, a análise da factura de água, os investimentos e o retorno do investimento irão ser equacionados no sentido de escolher qual a solução mais favorável a aplicar na habitação.

4.1. Projecto sustentável

A habitação unifamiliar em estudo situa-se no empreendimento das Casas de Santo António, localizado junto à Mata Nacional da Machada, em Santo António da Charneca, Concelho do Barreiro. Foi promovido pela empresa GoGui Construções Lda., e projectado e desenvolvido pela empresa PROGESTO – Gabinete Técnico de Gestão, Arquitectura e Planeamento Lda.. Este empreendimento encontra-se dotado de infra-estruturas e tecnologias actualizadas, oferecendo diferentes tipos de habitação, comércio e serviços, e espaços públicos exteriores, assegurando todas as condições de conforto à vida na cidade, num ambiente natural (Fig. 4.1).



Fig. 4.1 Planta do empreendimento das Casas de Santo António
(Fonte: <http://www.casasdesantoantonio.pt/apresentacao.html>)

Na fase actual, o empreendimento dispõe de 23 lotes de moradias individuais e 9 moradias em banda, em fase de comercialização, e 26 lotes de edifícios de habitação plurifamiliar (8 edifícios já habitados, 4 em construção e 12 lotes disponíveis com projecto aprovado).

A filosofia global deste empreendimento baseia-se na preocupação ambiental em todas as fases aplicáveis do ciclo de vida: concepção/projecto, construção, operação/utilização e manutenção.

A preservação do ambiente envolvente, isto é, do espaço natural, bem como a selecção de materiais e técnicas construtivas sustentáveis, resultam na oferta de um local com elevada qualidade, e com uma arquitectura de excelência na óptica da construção sustentável.

Neste contexto, os projectos de urbanismo, das moradias e dos edifícios, foram pensados de modo a aproveitar todo o potencial do local, as condições do clima e da paisagem, em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento.

Na fase de concepção/projecto recolheu-se toda a informação relevante acerca da localização: estudo dos ventos, exposição solar, nível de radiação solar, pluviosidade e níveis de ruído. Fez-se também a simulação e a avaliação dos sistemas construtivos, a estimativa do conforto ambiental (energia, água, qualidade do ar e iluminação) e a elaboração do projecto de execução.

No âmbito do aproveitamento de água, foi proposto um sistema de recuperação de águas pluviais que consiste na captação destas para que posteriormente sejam encaminhadas para um reservatório localizado na mata, para a utilização da fauna local. Outra solução, como o encaminhamento de águas das zonas ajardinada e pavimentada, para um depósito comum, foram implantadas [SILVA & AZAMBUJA, 2013].

Programou-se também a instalação de redes de águas residuais e pluviais com o intuito de servir todas as instalações sanitárias e as cozinhas das habitações [SILVA & AZAMBUJA, 2013].

Na Tabela 4.1 apresentam-se os critérios considerados nesta fase.

Tabela 4.1 Critérios considerados na fase de concepção nos edifícios da Urbanização Casas de Santo António

CONCEPÇÃO/PROJECTO	
Orientação espacial	Consideração da exposição aos ventos dominantes, a par da garantia de boa exposição solar para aproveitamento dos ganhos solares resultantes da radiação directa
Ventilação natural	Consideração dos ventos dominantes no local. Garantia de funcionamento da ventilação natural cruzada para uma optimização térmica no interior dos edifícios e da boa qualidade do ar nos mesmos, diminuindo a necessidade de consumos energéticos
Orientação solar e nível de exposição	A iluminação natural é garantida e apropriada às funções e usos no interior do edifício. Exploração máxima da potencialidade lumínica do local de modo a minimizar gastos energéticos resultantes da iluminação artificial. Protecção activa e passiva para controlo da intensidade de luminosidade captada pelos vãos envidraçados
Inércia térmica	Instalação de soluções construtivas que garantem a eficácia térmica, diminuindo as necessidades de consumo para aquecimento ou arrefecimento, tais como caixilharias com corte térmico, vidros duplos com caixa de vácuo e borrachas duplas
Isolamento acústico	A solução construtiva adoptada para o isolamento acústico é resultado da concepção da compartimentação que favorece o isolamento entre compartimentos, aumentando assim o conforto sonoro no interior das habitações
Eficiência energética	Eficácia térmica classe A+ de acordo com o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) aprovado pelo <i>Decreto-Lei nº 118/98, de 7 de Maio</i>
Poupança de água	Foram seleccionados equipamentos com bom desempenho hídrico, de modo a garantir uma eficiência nos consumos e uma boa gestão do recurso água
Captação de águas	Incorporação de sistema de recolha de águas pluviais por forma a diminuir a dependência da rede pública na rega de espaços verdes e lavagens
Águas residuais	Todas as águas residuais produzidas são conduzidas à rede pública e consequentemente para uma estação de tratamento de águas residuais

Na fase da construção foram tomadas decisões respeitantes à escolha de produtos de modo a garantir uma maior eficácia dos edifícios, no âmbito do desenvolvimento sustentável (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 Considerações gerais durante a fase de construção dos edifícios da Urbanização Casas de Santo António

CONSTRUÇÃO
<p>As opções construtivas assim como as escolhas dos produtos contribuem para uma maior eficiência do edifício ao nível do seu processo de desenvolvimento sustentável:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foi dada preferência a produtos oriundos da região e de baixo consumo de energia e água - Foi definido um processo de gestão ambiental a ser adoptado durante a fase de construção do edifício

Nas fases de utilização e de manutenção existe a necessidade de repor materiais cujo fim de vida tenha sido atingido, assim como a necessidade de manutenções e renovações pontuais, ou de carácter periódico. Na Tabela 4.3 encontram-se as considerações gerais definidas para as duas fases referidas.

Tabela 4.3 Considerações gerais durante as fases de utilização e manutenção dos edifícios da Urbanização Casas de Santo António

UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO
Seleccção dos processos e produtos de construção com boa durabilidade de modo a reduzir acções de manutenção.
Definição e criação de procedimentos de utilização dos espaços de ventilação e de protecção solar.
Previsão de sistema de separação de resíduos no compartimento da cozinha como incentivo à reciclagem
Previsão da construção, nos espaços ajardinados, de uma caixa de compostagem de resíduos vegetais
Elaboração de um manual de utilização e de manutenção dos edifícios.

Segundo Amado et al. (2011), a construção sustentável refere-se à aplicação da sustentabilidade nas actividades construtivas, e às responsabilidades da indústria da construção nos objectivos da sustentabilidade. É por isso cada vez mais importante que os edifícios sejam construídos de forma sustentável e que proporcionem qualidade de vida aos utilizadores sem descuidar a preservação do meio ambiente [SILVA & AZAMBUJA, 2013].

Em suma, pode dizer-se que um projecto de construção sustentável (como é o empreendimento Casas de Santo António) é a integração do pensamento do arquitecto com os recursos de engenharia eléctrica, mecânica e estrutural. Para além das preocupações de estética, de orientação, de escala proporcional, de textura, de sombra e luz, a equipa de concepção/projecto deverá ter em conta os custos a longo prazo: ambientais, económicos e humanos [JOHN et al., 2005].

4.2. Descrição geral da habitação

A habitação unifamiliar em estudo (Fig. 4.2) situa-se no Lote nº 43 da Urbanização Casas de Santo António, Santo António da Charneca, Concelho do Barreiro, possuindo uma área de 672,79 m². O edifício da habitação possui uma área de implantação de 124,48 m², sendo que a área ajardinada corresponde a 524,42 m².

A tipologia da habitação é T3 disposta em 2 pisos: no 1º piso encontra-se uma cozinha, uma sala-de-estar, uma sala de jantar e uma instalação sanitária. O 2º piso dispõe de uma suite com instalação sanitária privativa, 2 quartos e uma instalação sanitária de apoio aos quartos. No exterior existe uma garagem com área de implantação de 23,89 m² e uma piscina de 29,15 m².



Fig. 4.2 Vista da fachada principal da habitação em estudo

O agregado familiar é composto por 4 habitantes: dois adultos e duas crianças com permanência de 11 meses por ano, correspondendo a cerca de 330 dias.

4.3. Avaliação de consumos

De modo a conhecer e compreender melhor os hábitos familiares associados ao consumo de água, enfoque desta dissertação e capítulo, realizou-se um inquérito ao proprietário da habitação. Procurou-se saber as características da moradia, a composição do agregado familiar, quais os equipamentos existentes na cozinha e nas instalações sanitárias, os hábitos relativamente à utilização da água no dia-a-dia no interior e no exterior da habitação. No *Anexo 1* pode ser consultado com mais detalhe o inquérito realizado ao proprietário da habitação.

Durante a semana, excepto aos fins-de-semana, a permanência do agregado familiar desenrola-se essencialmente entre as 6h e as 9h da manhã e mais tarde, entre as 18h e as 24h. Por este facto, actividades associadas ao uso de água serão mais intensas nos períodos referidos.

É de notar que nem sempre é fácil contabilizar alguns dos hábitos associados ao consumo de água, como por exemplo, ter o conhecimento exacto de quantas vezes e qual a duração de utilização da torneira da pia lava loiça por cada um dos habitantes. Por outro lado é fácil contabilizar em média quantos banhos, quantas descargas de autoclismo e quantas vezes se utiliza a torneira do lavatório, por dia.

Relativamente ao uso exterior de água, os consumos não são contabilizados dado que a habitação possui um furo de captação de água. Deste modo, todas as actividades exteriores associadas ao uso de água, tais como a rega de espaços verdes, a lavagem de pátios e veículos e o enchimento da piscina, provêm desta fonte alternativa, não contribuindo para a factura de água da rede pública.

Após a análise das facturas de água disponibilizadas pelo proprietário estimou-se que, em média, o consumo mensal de água ronde os 15 m^3 , o que perfaz um consumo anual (tendo em conta os 330 dias correspondentes a 11 meses), por agregado, de cerca de 165 m^3 . Este valor traduz-se em $41 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$.

Sabendo o consumo de água da habitação em m^3 facilmente se consegue chegar ao consumo de água em $\text{l}/\text{hab.dia}$. Procedeu-se da seguinte forma:

1. Consumo mensal = 15 m^3 ;
2. Para conhecer o consumo diário fez-se o quociente entre o consumo mensal em m^3 e o número de dias referentes à factura:

$$\frac{15 \text{ m}^3}{31 \text{ dias}} = 0,484 \text{ m}^3/\text{dia}$$

3. Para conhecer qual o consumo diário em m^3 por habitante fez-se o quociente entre o valor obtido no ponto 2 e o número de habitantes do agregado familiar:

$$\frac{0,484 \text{ m}^3/\text{dia}}{4 \text{ habitantes}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{hab.dia}$$

4. Por fim, para conhecer quantos litros de água consome um habitante por dia, multiplicou-se o valor obtido no ponto 3 por 1000:

$$0,121 \frac{\text{m}^3}{\text{hab.dia}} \times 1000 = 121 \text{ l}/\text{hab.dia}$$

O valor obtido é inferior aos $160 \text{ l}/\text{hab.dia}$ referido por Pedroso (2009), na Tabela 1.2, como sendo o valor médio de consumo numa habitação unifamiliar. Esta disparidade deve-se ao facto de nesta habitação não se equacionar os usos exteriores de água, devido à existência de um furo de captação de água.

O presente capítulo tem como objectivo a apresentação de soluções eficientes para a redução dos consumos de água do agregado familiar. Assim, irá proceder-se à análise dos dispositivos existentes na habitação de modo a conhecer os consumos, para posteriormente apresentar soluções eficientes.

Em primeiro lugar apresentam-se os dispositivos existentes na habitação associados ao consumo doméstico de água, presentes na cozinha (Tabela 4.4 e Tabela 4.5) e nas instalações sanitárias (Tabela 4.6), assim como as suas características técnicas.

Tabela 4.4 Características técnicas da máquina de lavar roupa e secar e da máquina de lavar loiça

Dispositivo	Marca	Modelo	Capacidade (kg)	Consumo por ciclo de lavagem (l/kg)	Classe de Eficiência hídrica
MLR + secar	Electrolux	EWX 14450 W	6	9	A
MLL	Electrolux	ESL 67010	12	1	A

Tabela 4.5 Características técnicas da torneira da pia lava loiça

Dispositivo	Marca	Modelo	Caudal (l/min)	Classe de eficiência hídrica (ANQIP)
Torneira pia lava loiça	Grohe	Minta (ref. 32168000)	11	C

Tabela 4.6 Características técnicas dos dispositivos existentes nas instalações sanitárias

Dispositivo	Marca	Modelo	Caudal (l/min)	Volume nominal (l)	Classe de eficiência hídrica (ANQIP)
Torneira Lavatório	Roca	Element 5A3562	12	-	D
Torneira Bidé	Roca	Element 5A3562	12	-	D
Sistema de duche	Roca	Element 5A2962	12	-	C
Autoclismo (descarga dupla)	Geberit	Bolero	-	6	A

Após a análise dos dispositivos avaliaram-se os consumos de água associados a cada um tendo em conta as suas características técnicas e os hábitos do agregado familiar.

Em seguida apresentam-se os cálculos realizados de modo a conhecer os consumos mensais e anuais do agregado familiar. Na Tabela 4.7 encontram-se os resultados finais relativos às máquinas de lavar roupa e secar, e de lavar loiça.

Tabela 4.7 Consumos de água relativos à máquina de lavar roupa e loiça existentes na habitação

Dispositivo	Consumo por lavagem (l)	Nº utilizações por mês	Mensal		Anual	
			Consumo mensal (l/agregado.mês)	Consumo mensal (m ³ /agregado.mês)	Consumo anual* (l/agregado.ano)	Consumo anual* (m ³ /agregado.ano)
MLR e secar	54	4	216	0,22	2376	2,38
MLL	12	8	96	0,10	1056	1,06

* Considerando 11 meses/ano (330 dias)

Para a máquina de lavar roupa e secar procedeu-se da seguinte forma:

$$\text{Consumo mensal (l)} = 54 \text{ l} \times 4 \text{ utilizações} = 216 \text{ l/agregado.mês}$$

$$\text{Consumo mensal (m}^3\text{)} = \frac{216}{1000} = 0,22 \text{ m}^3\text{/agregado.mês}$$

$$\text{Consumo anual (l)} = 54 \text{ l} \times 4 \text{ utilizações} \times 11 \text{ meses} = 2376 \text{ l/agregado.ano}$$

$$\text{Consumo anual (m}^3\text{)} = \frac{2376}{1000} = 2,38 \text{ m}^3\text{/agregado.ano}$$

Para a máquina de lavar loiça o raciocínio utilizado para a obtenção dos consumos foi igual ao utilizado para a máquina de lavar roupa e secar.

Em seguida calcularam-se os consumos para a torneira da pia lava loiça (resultados na Tabela 4.8).

$$\text{Consumo mensal (l)} = 11 \text{ l/min} \times 2 \text{ utilizações} \times 1 \text{ min} \times 31 \text{ dias} = 682 \text{ l/hab.mês}$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{)} = \frac{682}{1000} = 0,68 \text{ m}^3\text{/hab.mês}$$

$$\text{Consumo anual (l)} = 11 \text{ l/min} \times 2 \text{ utilizações} \times 1 \text{ min} \times 330 \text{ dias} = 7260 \text{ l/hab.ano}$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{)} = \frac{7260}{1000} = 7,26 \text{ m}^3\text{/hab.ano}$$

Para obter os consumos por agregado bastou multiplicar os consumos obtidos acima pelo número de habitantes:

$$\text{Consumo mensal (l)} = 682 \text{ l/hab.mês} \times 4 \text{ habitantes} = 2728 \text{ l/agregado.mês}$$

$$\text{Consumo anual (l)} = 7260 \text{ l/hab.ano} \times 4 \text{ habitantes} = 29040 \text{ l/agregado.ano}$$

Tabela 4.8 Consumo de água relativo à torneira da pia lava loiça existente na habitação

Dispositivo	Caudal (l/min)	Nº utilizações diárias por habitante	Duração por utilização (min)	Por habitante				Por agregado			
				Consumo mensal		Consumo anual*		Consumo mensal		Consumo anual*	
				(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)	(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)
Torneira pia lava loiça	11	2	1	682	0,68	7260	7,26	2728	2,73	29040	29,04

* Considerando 11 meses/ano (330 dias)

Na Tabela 4.9 apresentam-se os consumos mensais e anuais de água do agregado familiar, relativos às torneiras de lavatório e sistemas de duche. Não se contabilizou o uso da torneira do bidé uma vez que, no inquérito realizado ao proprietário, este informou que o dispositivo não é utilizado. Para o cálculo dos consumos associados às torneiras de lavatório e sistema de duche adoptou-se o raciocínio utilizado para a torneira da pia lava loiça, demonstrado acima.

Tabela 4.9 Consumos de água relativos às torneiras de lavatório de aos sistemas de duche existentes na habitação

Dispositivo	Caudal (l/min)	Nº utilizações diárias por habitante	Duração por utilização (min)	Por habitante				Por agregado			
				Consumo mensal		Consumo anual*		Consumo mensal		Consumo anual*	
				(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)	(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)
Torneiras Lavatório	12	4	0,5	744	0,74	7920	7,92	2976	2,98	31680	31,68
Sistemas de duche	12	1	5	1860	1,86	19800	19,80	7440	7,44	79200	79,20

*Considerando 11 meses/ano (330 dias)

Por último, apresentam-se os cálculos efectuados para determinar os consumos associados aos autoclismos e, na Tabela 4.10 a síntese dos mesmos.

$$\text{Consumo mensal (l)} = 6 \text{ l} \times 3 \text{ utilizações} \times 31 \text{ dias} = 558 \text{ l/hab. mês}$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{)} = \frac{558}{1000} = 0,56 \text{ m}^3/\text{hab. mês}$$

$$\text{Consumo anual (l)} = 6 \text{ l} \times 3 \text{ utilizações} \times 330 \text{ dias} = 5940 \text{ l/hab. ano}$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{)} = \frac{5940}{1000} = 5,94 \text{ m}^3/\text{hab. ano}$$

Para obter os consumos por agregado bastou multiplicar os consumos obtidos acima pelo número de habitantes:

$$\text{Consumo mensal (l)} = 558 \text{ l/hab. mês} \times 4 \text{ habitantes} = 2232 \text{ l/agregado. mês}$$

$$\text{Consumo anual (l)} = 5940 \text{ l/hab. ano} \times 4 \text{ habitantes} = 23760 \text{ l/agregado. ano}$$

Tabela 4.10 Consumos de água relativos aos autoclismos existentes na habitação

Dispositivo	Volume nominal (litros)	Nº utilizações diárias por habitante	Por habitante				Por agregado			
			Consumo mensal		Consumo anual*		Consumo mensal		Consumo anual*	
			(l/mês)	(m³/mês)	(l/ano)	(m³/ano)	(l/mês)	(m³/mês)	(l/ano)	(m³/ano)
Autoclismos	6	3	558	0,56	5940	5,94	2232	2,23	23760	23,76

*Considerando 11 meses/ano (330 dias)

Após a análise dos consumos anuais dos dispositivos (Tabela 4.11 (a)), por agregado, obteve-se um consumo total de água de aproximadamente 167 m³/ano, valor não muito distante dos 165 m³/ano obtidos pela factura do consumo da habitação. Em relação ao consumo diário de água por habitante (Tabela 4.11 (b)), obteve-se um valor de 134 l/hab.dia face aos 121 l/hab.dia calculados através da factura. Em termos de consumo mensal de água, por agregado, obteve-se um valor de 15,19 m³.

Por fim concluiu-se que na habitação em estudo, os maiores consumos de água estão associados ao uso de sistemas de duches (47%) e de torneiras (36%), como se pode observar na Fig. 4.3.

Tabela 4.11 Repartição anual de consumos por dispositivos em litros por agregado (a) e a repartição diária de consumos por dispositivo em litros por habitante (b)

Repartição dos consumos (l/agregado.ano)		Repartição dos consumos (l/hab.dia)	
Dispositivos	Consumo	Dispositivos	Consumo
MLR	2376	MLR	6,97
MLL	1056	MLL	3,10
Torneiras	60720	Torneiras	46
Sistemas de duche	79200	Sistemas de duche	60
Autoclismos	23760	Autoclismos	18
TOTAL	167112	TOTAL	134,07

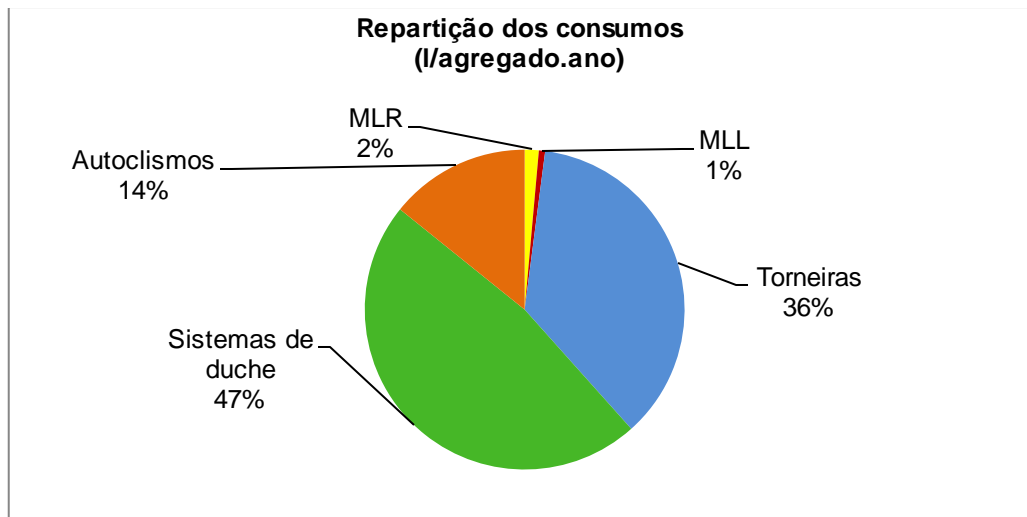


Fig. 4.3 Repartição dos consumos anuais do agregado por dispositivo

4.4. Medidas para o uso eficiente da água – exemplos de aplicação

Através da análise da Tabela 4.4, da Tabela 4.5 e da Tabela 4.6 conclui-se que alguns dos dispositivos existentes na habitação em estudo não dispõem do nível mais elevado de classe de eficiência hídrica (A, segundo a classificação ANQIP), como é o caso da torneira da pia lava loiça (classe C), das torneiras dos lavatórios e bidés das instalações sanitárias (classe D) e dos sistemas de duche (classe C).

Neste contexto, e após a avaliação dos consumos do agregado familiar, podem ser aplicadas medidas eficientes no sentido de reduzir os consumos de água associados aos dispositivos analisados (e reduzir os custos na factura).

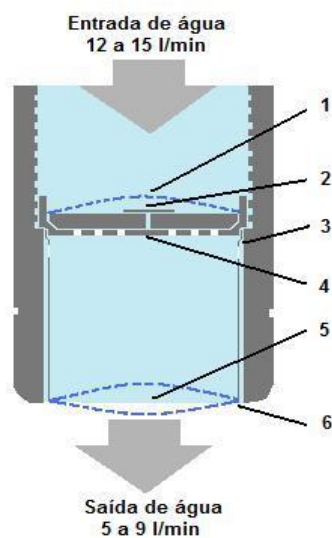
Deste modo, na presente dissertação irão ser analisadas as seguintes medidas: aplicação de redutores de caudal em torneiras e sistemas de duche, substituição de dispositivos pouco eficientes por outros com melhor desempenho hídrico, e a instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e residuais.

4.4.1. Aplicação de redutores de caudal

A aplicação de redutores de caudal em dispositivos como torneiras e sistemas de duche é uma forma de economizar água a baixo custo, por serem equipamentos que se distinguem pelo excelente fluxo de água, durabilidade e facilidade de manutenção, e que se pagam a si próprios [Eco Meios, 2014].

O princípio de funcionamento dos redutores de caudal é a inserção de oxigénio na água, originando micro-bolhas, aumentando desta forma o volume e reduzindo simultaneamente o fluxo de água. Têm a vantagem de utilizar menos água sem alterar a sensação de conforto dos utilizadores [All-Aqua, 2014].

Os redutores de caudal possuem um filtro no seu interior e uma membrana sensível à pressão. A função da membrana é reduzir a pressão do fluxo de água, misturando-lhe ar e aumentando a velocidade da água, de modo a tornar o fluxo mais suave e confortável. O filtro, para além de reter as partículas de sujidade que possam existir, tem uma forma convexa que evita que a água fique alojada dentro do redutor no fecho da torneira, evitando o depósito de calcário (Fig. 4.4) [Eco Meios, 2014].



- 1- Filtro com aço inoxidável de malha fina. A água é filtrada não permitindo a passagem de partículas superiores a 24 micras, as quais, ao chocarem contra a membrana são projectadas para trás, evitando o entupimento da malha.
- 2- Membrana que acelera a água.
- 3- Cápsula interior de entrada de ar.
- 4- Difusor: dissemina a água, facilitando a sua mistura com o ar.
- 5- Malha abobadada: três malhas côncavas em aço inoxidável que geram um abundante jacto de borbulhas agradável ao tacto.
- 6- Canal de sucção de ar.

Fig. 4.4 Estrutura interna de um redutor de caudal (adaptado de [Eco Meios, 2014])

À primeira vista, após a aplicação do redutor de caudal, não se nota grande diferença no fluxo de água, mas a poupança pode variar entre os 40 a 60% de água e energia, dependendo do modelo instalado. Outra vantagem destes dispositivos é que não entopem e não precisam de limpeza [Eco Meios, 2014].

A ANQIP, no seu Catálogo de Produtos Certificados de 2013, apresenta vários dispositivos existentes no mercado Português com elevada eficiência hídrica (torneiras e fluxómetros, sistemas de duche, chuveiros, redutores de caudal e autoclismos). Entre os redutores de caudal, a ANQIP refere três marcas nacionais. Após pesquisa, optou-se por exemplares da marca All-Aqua para colocar nas torneiras de lavatório, bidé e pia lava loiça, e na misturadora do sistema de duche. A Tabela 4.12 detalha as especificações dos redutores de caudal escolhidos.

Tabela 4.12 Redutores de caudal escolhidos e as suas especificações técnicas

Dispositivos	Marca	Modelo	Certificado ANQIP	Caudal Nominal* (l/min)	Caudal min - max de ensaio* (l/min)	Caudal a 3 bar* (l/min)
Torneiras de lavatório e bidé	All-Aqua	Economizador de torneira fluxo normal 6 l/min (ref.: RC4186106)	EFR021-062013	6,0	5,7 - 7,0	7,0
Torneira pia lava loiça		Economizador de torneira fluxo normal 8 l/min (ref.: RC4186108)	EFR024-062013	8,0	5,8 - 7,0	7,0
Sistema de duche		Redutor metálico ½" (ref.: RC3354308)	EFRO30-012014	8,0	5,7 - 7,8	7,8

*valores obtidos na Ficha de Ensaio do Produto

As Fichas de Ensaio dos redutores de caudal escolhidos, assim como os certificados da ANQIP, podem ser consultados no *Anexo 2*, no *Anexo 3* e no *Anexo 4*. A Fig. 4.5 mostra as imagens dos redutores escolhidos para cada um dos dispositivos.

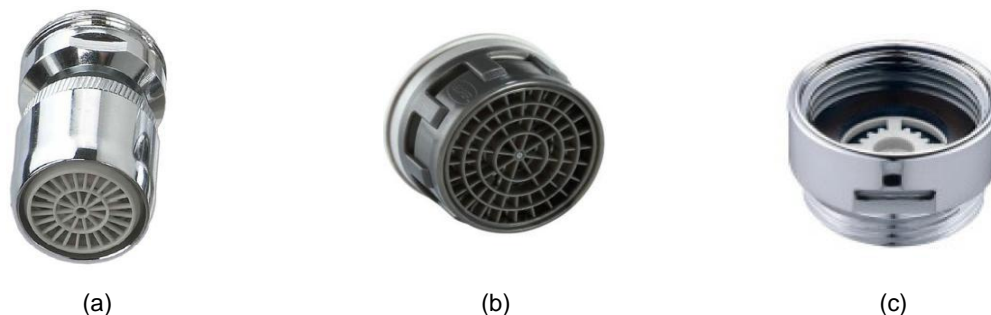


Fig. 4.5 Dispositivos eficientes seleccionados: redutor de caudal de torneira de pia lava loiça (a), redutor de caudal de torneiras de lavatório e bidé (b) e redutor de caudal de sistema de duche (c). [All Aqua, 2014]

Finalizada a escolha dos redutores de caudal a aplicar em cada um dos dispositivos referidos acima, procedeu-se aos cálculos para estimação dos potenciais de poupança pressupondo a manutenção dos hábitos de consumo do agregado familiar. O raciocínio para a obtenção dos seguintes valores foi o mesmo demonstrado atrás.

Torneira de pia lava loiça

Considerou-se novamente para a torneira da pia lava loiça uma utilização média de 1 minuto e de 2 utilizações diárias por habitante. Segundo os ensaios realizados pela ANQIP (ver ficha de ensaio no *Anexo 3*), a aplicação do redutor reduz o caudal para 7 l/min, em média, à pressão de 3 bar, tendo-se considerado aquele valor para efeitos de cálculo.

Obteve-se um consumo anual de água, por agregado, de 18,48 m³ (Tabela 4.13) face aos 29,04 m³ obtidos com o dispositivo existente (Tabela 4.8). Esta adaptação traduz-se num potencial de poupança de água de 36,4%, representando, para o agregado, uma redução de 10,56 m³ anuais, como se pode observar na Tabela 4.14.

Tabela 4.13 Consumo de água da torneira da pia lava loiça após aplicação de redutor de caudal

Dispositivo	Medida aplicada	Caudal* (l/min)	Nº utilizações diárias por habitante	Duração por utilização (min)	Por agregado			
					Consumo mensal		Consumo anual	
					(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)
Torneira pia lava loiça	Redutor de caudal	7	2	1	1736	1,74	18480	18,48

*Valor obtido na ficha de ensaio (consultar no Anexo 3)

Tabela 4.14 Poupança anual de água: torneira de pia lava loiça existente versus torneira de pia lava loiça após aplicação de redutor de caudal

Dispositivo existente (C)	Após aplicação do redutor de caudal	Redução		Poupança
Consumo* (l/ano)	Consumo (l/ano)	(l/ano)	(m ³ /ano)	(%)
29040	18480	10560	10,56	36,40

*Valor obtido na Tabela 4.8

Torneiras de lavatório e sistemas de duche

Considera-se a manutenção dos hábitos já referidos por habitante. No caso das torneiras de lavatório, 4 utilizações diárias com duração média de 0,5 minutos, e para chuveiros 1 utilização diária com duração média de 5 minutos.

Tabela 4.15 Consumo de água após a aplicação de redutores de caudal nas torneiras de lavatório e nos sistemas de duche

Dispositivo	Medida aplicada	Caudal* (l/min)	Nº utilizações diárias por habitante	Duração por utilização (min)	Por agregado			
					Consumo mensal		Consumo anual	
					(l/mês)	(m ³ /mês)	(l/ano)	(m ³ /ano)
Torneira lavatório	Redutor de caudal	7	4	0,5	1736	1,74	18480	18,48
Sistema de duche	Redutor de caudal	7,8	1	5	4836	4,84	51480	51,48

*Valor obtido no Ficha Técnica do Produto (consultar no Anexo 2 e Anexo 4)

Relativamente às torneiras de lavatório, a aplicação do referido dispositivo reduz o caudal em 7 l/min, em média, à pressão de 3 bar, segundo os ensaios realizados pela ANQIP (ver ficha de ensaio no Anexo 2), tendo-se considerado aquele valor para efeitos de cálculo.

Obteve-se um consumo anual por agregado de 18,48 m³ (Tabela 4.15) face aos 31,68 m³ obtidos com o dispositivo existente (Tabela 4.9). Esta adaptação traduz-se num potencial de poupança de água de 41,7%, representando, para o agregado, uma redução de 13,2 m³ anuais, como se pode observar na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 Poupança anual de água: torneira de lavatório existente versus torneira de torneira após aplicação de redutor de caudal

Torneiras de lavatório				
Dispositivo existente (D)	Após aplicação de redutor de caudal	Redução		Poupança
Consumo* (l/ano)	Consumo (l/ano)	(l/ano)	(m ³ /ano)	(%)
31680	18480	13200	13,2	41,7

*Valor obtido na Tabela 4.9

Quanto aos sistemas de duche, a aplicação de redutor traduz-se na redução do caudal para 7,8 l/min, em média, à pressão de 3 bar, segundo ensaios realizados pela ANQIP (ver ficha de ensaio no Anexo 4), tendo-se considerado aquele valor para efeitos de cálculo. Obteve-se, com esta substituição, um consumo anual por agregado de 51,48 m³ (Tabela 4.15) face aos 79,20 m³ obtidos com o dispositivo existente (Tabela 4.9). Esta mudança traduz-se num potencial de poupança de água de 35%, representando, para o agregado, uma redução de 27,72 m³ anuais, como se pode observar na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 Poupança anual de água: sistema de duche existente versus sistema de duche de classe de eficiência hídrica A

Sistema de duche				
Dispositivo existente (C)	Substituição por dispositivo eficiente (A)	Redução		Poupança
Consumo* (l/ano)	Consumo (l/ano)	(l/ano)	(m ³ /ano)	(%)
79200	51480	27720	27,72	35,0

*Valor obtido na Tabela 4.9

A implantação destas medidas produziria uma clara redução dos consumos do agregado: o consumo anual de água reduzir-se-ia para aproximadamente 115 m³ e o consumo diário por habitante reduzir-se-ia para cerca de 95,07 l/hab.dia (Tabela 4.18), face aos estimados actualmente sem redutores aplicados (167,11 m³ e 134,07 l/hab.dia, respectivamente, Tabela 4.11). Relativamente ao consumo mensal de água, por agregado, obter-se-ia uma redução de 15,19 m³ para 10,51 m³.

Tabela 4.18 Repartição anual de consumos por dispositivos em litros por agregado (a) e a repartição diária de consumos por dispositivo em litros por habitante (b)

(a)

Repartição dos consumos (l/agregado.ano)	
Dispositivos	Consumo
MLR	2376
MLL	1056
Torneiras	36960
Sistema de duche	51480
Autoclismo	23760
TOTAL	115632

(b)

Repartição dos consumos (l/hab.dia)	
Dispositivos	Consumo
MLR	6,97
MLL	3,10
Torneiras	28
Sistema de duche	39
Autoclismo	18
TOTAL	95,07

4.4.2. Substituição de dispositivos com reduzido desempenho hídrico

Como já referido no ponto 2.1 *Principais medidas para reduzir consumos de água no sector doméstico* - a medida mais eficaz passa pela substituição de dispositivos existentes por outros que possuam melhor desempenho hídrico.

Segundo a ANQIP, a substituição de dispositivos convencionais por dispositivos eficientes pode gerar poupanças de água acima dos 50%, como se pode observar na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 Poupança associada à aplicação de dispositivos eficientes (adaptado de [BARROSO & AMADO, 2013])

Dispositivos	Certificação ANQIP	Poupança (%)
Autoclismos	A	57
Chuveiros	A+	67
Torneiras	A	62,5

Pensou-se então substituir os três sistemas de duche existentes na habitação (L20 da Roca com um caudal de 6 l/min e com preço unitário de 97,66€), as 6 torneiras de lavatório e de bidé (Metris S da Hansgrohe com caudal de 5 l/min e com preço unitário de 280,80€) e a torneira da pia lava loiça (Axor Citterio M da Hansgrohe com caudal de 5 l/min e preço unitário de 436,40€).

Com esta substituição de dispositivos, obter-se-ia um consumo de água de 8,47 m³/agregado.mês, traduzindo-se em 93,19 m³/agregado.ano, face aos 15,19 m³/agregado.mês e aos 167,11 m³/agregado.ano estimados anteriormente. Em termos de consumos diários por habitante, teríamos uma redução de 134,07 l/hab.dia para 78,07 l/hab.dia. Estes valores traduzir-se-iam numa redução absoluta anual de água, por agregado, de 73,92 m³, cerca de 44% menos.

Apesar das melhorias numéricas descritas de redução do consumo de água, rapidamente se constatou que o investimento seria inviável pois a colocação de dispositivos com melhor desempenho

hídrico teria um custo de 2413,79€, e um período de retorno de 19 anos e meio. A somar a este facto, os dispositivos existentes na habitação encontravam-se em perfeitas condições de uso e dentro do período de vida útil.

Por todos estes factos, optou-se por excluir esta medida.

4.4.3. Aproveitamento de águas pluviais e residuais

A cisterna de armazenamento de águas pluviais é geralmente o dispositivo mais caro do sistema SAAP, e, por este facto, o dimensionamento deverá ser cauteloso de modo a não inviabilizar economicamente o sistema. O dimensionamento da cisterna é também ditado por diversas variáveis, entre elas a pluviosidade do local, a superfície de captação, a demanda de consumo e o coeficiente de escoamento [TWDB, 2005].

Apesar de na fase da concepção/projecto (Tabela 4.1) ter sido planeada a incorporação de um sistema de recolha de águas pluviais para as moradias, tal não foi realizado na fase de construção.

O dimensionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais seria bastante vantajoso para a redução dos consumos de água associados aos usos exteriores, tais como a rega dos espaços verdes, a lavagem de pátios e veículos, e o enchimento da piscina existente na habitação. Porém, como já referido anteriormente, esta possui um furo de captação de água para estes fins, e deste modo, a implantação de um sistema SAAP torna-se desnecessária, isto é, o retorno do investimento seria inexistente.

Relativamente ao aproveitamento de águas residuais ou cinzentas, como já foi referido no ponto 3.2.2 *Sistema de aproveitamento de águas cinzentas*, para edifícios já construídos, a implantação do sistema requer a instalação de uma rede própria para estas águas, o que significa a duplicação da rede e do custo do investimento, tornando-o um factor limitante e/ou eliminatório. Por este facto, excluiu-se a medida de implantação de uma rede dupla para aproveitamento eficiente de águas residuais para os autoclismos. Além disso, estes dispositivos já apresentavam classe de eficiência hídrica A.

Por outro lado, seria viável o aproveitamento das águas residuais ou cinzentas para fins não potáveis (rega dos espaços verdes e lavagens de pátios e veículos) uma vez que nesta situação não seria necessário proceder a uma duplicação da rede de água. Porém, excluiu-se esta medida pelo facto já referido de existir um furo de captação de água na habitação, para estes fins.

4.5. Análise custo-benefício da aplicação de redutores de caudal

O potencial da aplicação proposta de redutores de caudal traduz-se assim numa redução dos consumos do agregado, e conseqüentemente dos custos associados. É também uma medida vantajosa a nível ambiental. Neste sentido, estimou-se o custo-benefício da medida, com base na técnica simples, equacionando-se o investimento realizado com a aplicação de redutores nas torneiras e sistemas de duche, e a poupança na factura obtida face ao consumo actual estimado. Posteriormente determinar-se-á qual o período de retorno da implantação desta medida, de modo a verificar se é ou não um investimento viável a curto-médio prazo.

Em primeiro lugar, na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, apresentam-se os consumos antes e após a aplicação de medidas eficientes. Conclui-se que após a aplicação das medidas, haverá uma significativa redução dos consumos de água: 134,07 l/hab.dia para 95,07 l/hab.dia, o que se traduz numa redução de 41,78 m³/hab.ano para 28,91 m³/hab.ano.

Tabela 4.20 Consumos antes e após a aplicação de medidas eficientes

Consumo antes da aplicação de medidas eficientes				Poupança com aplicação de redutores de caudal	Consumo após aplicação de redutores de caudal		
Dispositivo	Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agregado.ano)		Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agregado.ano)
MLR e secar	6,97	0,59	2,38	-	6,97	0,59	2,38
MLL	3,1	0,26	1,06	-	3,1	0,26	1,06
Torneira pia lava loiça	22	7,26	29,04	36,4	14	4,62	18,48
Torneiras lavatório	24	7,92	31,68	41,7	14	3,62	18,48
Sistemas de duche	60	19,80	79,20	35	39	12,87	51,48
Autoclismos	18	5,94	23,76	-	18	5,94	23,76
TOTAL	134,07	41,78	167,11	-	95,07	28,91	115,63

Em termos de consumos anuais por agregado, com a aplicação desta medida, obtém-se uma redução absoluta de 51,48 m³ anuais correspondendo a uma redução de 30,81% no consumo anual de água (Tabela 4.21).

Tabela 4.21 Redução absoluta e poupança anual de água após implantação de medidas eficientes

Consumo		Redução absoluta (m ³ /agregado.ano)	Poupança absoluta (%)
Antes de aplicação de medidas eficientes (m ³ /agregado.ano)	Após aplicação de redutores de caudal (m ³ /agregado.ano)		
167,11	115,63	51,48	30,81

Seguidamente à análise de resultados dos consumos do agregado, antes e após a aplicação dos redutores de caudal nos dispositivos, averiguou-se o seu custo no mercado nacional. Na

Tabela 4.22 encontram-se as especificações individuais dos dispositivos, os preços unitários (com IVA), as quantidades a aplicar de cada produto e o custo total do investimento.

Tabela 4.22 Investimento de aplicação de redutores de caudal

Dispositivo	Dispositivo aplicado	Marca	Preço unitário* (€)	Quantidade	Preço (€)
Torneira pia lava loiça	Economizador de torneira fluxo normal 8 l/min (RC4186108)	All-Aqua	4,00	1	4,00
Torneiras lavatório e bidé	Economizador de torneira fluxo normal 6 l/min (RC4186106)	All-Aqua	4,00	6	23,99
Sistemas de duche	Redutor metálico 1/2 polegada 8 l/min (RC3354308)	All-Aqua	6,27	3	18,82
CUSTO TOTAL DO INVESTIMENTO					46,80

*valor já contém IVA

Os valores para a cubicagem de água foram obtidos a partir da factura da habitação em estudo, situada no Concelho do Barreiro, disponibilizada pelo proprietário. Teve-se em consideração os diversos escalões de fornecimento de água, o saneamento, os resíduos e a taxa de recursos hídricos, incluindo os valores fixos e variáveis a pagar pelo contrato do serviço. Os valores incluem igualmente uma taxa IVA de 6%, quando aplicável.

A Tabela 4.23 apresenta os parâmetros referidos assim como o custo mensal associado ao consumo de água estimado do agregado familiar. Observa-se que para um consumo mensal de água, por agregado, de 15,192 m³ correspondentes a 167,11 m³ anuais, o custo da factura de água é de 37,59€ mensais, traduzindo-se em 413,51€ anuais.

Tabela 4.23 Custo mensal da água do consumo estimado, por agregado, antes da aplicação de medidas eficientes

Concelho do Barreiro				
Descrição	Escalões	Facturado	Preço por m³ (€)	Preço Final (€)
Consumo de água	1º escalão (0 a 5 m ³ /30 dias)	5	0,3303	1,6515
Consumo de água	2º escalão (6 a 15 m ³ /30 dias)	10,192	0,6681	6,8092752
Consumo de água	3º escalão (16 a 25 m ³ /30 dias)	0	1,3362	0
Água Fixo	-	1	2,735	2,735
Saneamento Fixo*	-	1	1,8337	1,8337
Saneamento Variável*	1º escalão (0 a 5 m ³ /30 dias)	5	0,4723	2,3615
Saneamento Variável*	2º escalão (6 a 15 m ³ /30 dias)	10,192	0,9554	9,7374368
Saneamento Variável*	3º escalão (16 a 25 m ³ /30 dias)	0	1,9108	0
Resíduos S.U. Fixo*	-	1	1,6714	1,6714
Resíduos S.U. Variável*	-	1	9,9	9,9
Taxa Recursos Hídricos	> 0	15,192	0,0137	0,2081304
IVA (6 %)	0,06	0	0	0,68
TOTAL (€)				37,59

(*) Isento de IVA

Em seguida analisou-se a factura de água para os consumos do agregado após a aplicação dos redutores de caudal nos dispositivos. Observa-se na Tabela 4.24 que, para um consumo mensal de água, por agregado, de 10,51 m³ correspondentes a 115,63 m³ anuais, o custo da factura de água é de 29,74€ mensais, traduzindo-se em 327,12€ anuais.

Tabela 4.24 Custo mensal da água do consumo estimado, por agregado, após a aplicação de medidas eficientes

Concelho do Barreiro				
Descrição	Escalões	Facturado	Preço por m³ (€)	Preço Final (€)
Consumo de água	1º escalão (0 a 5 m ³ /30 dias)	5	0,3303	1,6515
Consumo de água	2º escalão (6 a 15 m ³ /30 dias)	5,51	0,6681	3,6825672
Consumo de água	3º escalão (16 a 25 m ³ /30 dias)	0	1,3362	0
Água Fixo	-	1	2,735	2,735
Saneamento Fixo*	-	1	1,8337	1,8337
Saneamento Variável*	1º escalão (0 a 5 m ³ /30 dias)	5	0,4723	2,3615
Saneamento Variável*	2º escalão (6 a 15 m ³ /30 dias)	5,512	0,9554	5,2661648
Saneamento Variável*	3º escalão (16 a 25 m ³ /30 dias)	0	1,9108	0
Resíduos S.U. Fixo*	-	1	1,6714	1,6714
Resíduos S.U. Variável*	-	1	9,9	9,9
Taxa Recursos Hídricos	> 0	10,512	0,0137	0,1440144
IVA (6 %)	0,06	0	0	0,49
TOTAL (€)				29,74

(*) Isento de IVA

De modo a obter o período de retorno da medida apresentada é necessário ter em conta os custos antes e após a implantação da mesma e o custo total do investimento. Na Tabela 4.25 apresentam-se em resumo os consumos mensais e anuais do agregado, os custos associados e as reduções obtidas.

Tabela 4.25 Reduções obtidas após aplicação de redutores de caudal

	Consumo mensal (m ³ /agregado)	Consumo anual (m ³ /agregado)	Custo (€/mês)	Custo (€/ano)
Antes da aplicação de medidas eficientes	15,19	167,11	37,59	413,51
Após aplicação de redutores de caudal	10,51	115,63	29,74	327,12
Redução	6,05	51,48	10,16	86,39

Para obter o período de retorno procedeu-se da seguinte forma:

$$\text{Redução (€/agregado.ano)} = 413,51 - 327,12 = 86,392 \text{ €/ano}$$

$$\text{Investimento (€)} = 46,80 \text{ €}$$

$$\text{Retorno (anos)} = \frac{46,80 \text{ €}}{86,39 \text{ €/ano}} = 0,5 \text{ anos}$$

Conclui-se que o investimento de aplicação de redutores de caudal na habitação em estudo, para além de reduzir os consumos do recurso natural água em 30%, é viável pois o retorno do investimento é pago em meio ano.

4.6. Síntese e discussão de Resultados

Após a análise e estudo das medidas identificadas como eficientes para a redução do recurso água fica evidente que, acima de qualquer medida, é a sociedade, no papel de utilizadores, que tem que alterar os seus hábitos de consumo uma vez que a água é um bem essencial e escasso.

Concluiu-se que a aplicação de redutores de caudal pode ser a medida mais vantajosa para reduzir os consumos de água numa habitação sem que o investimento seja elevado, assegurando um contributo efectivo para a sustentabilidade.

Em termos absolutos de redução de consumo de água, seria mais eficiente a medida apresentada de substituição total dos dispositivos com fraco desempenho hídrico, com poupanças na

ordem de 44%. No entanto, como fica evidente na Tabela 4.26, esta medida torna-se menos vantajosa financeiramente em construções já existentes.

Tabela 4.26 Análise custo-benefício: aplicação de redutores de caudal versus substituição de dispositivos

MEDIDAS	Consumos e custos	Redução (m ³ /ano)	Redução (€/ano)	Poupança (%)	Investimento (€)	Período de retorno (anos)
Aplicação de redutores de caudal nas torneiras e sistemas de duche	115,63 m ³ /agregado.ano	51,48	86,39	30,81	46,80	0,5
	10,51 m ³ /agregado.mês					
	95,07 l/hab.dia					
	29,74 €/mês (327,12 €/ano)					
Substituição das torneiras e sistemas de duche	93,13 m ³ /agregado.ano	73,98	124,08	44,23	2413,79	19,5
	8,41 m ³ /agregado.mês					
	78,07 l/hab.dia					
	26,31 €/mês (289,43 €/ano)					

A comparação dos valores da Tabela 4.26 realça que, apesar da medida de substituição de dispositivos reduzir em mais de 14% os consumos de água, esta não é justificável para o caso da habitação estudada. Na realidade, com uma diferença de apenas 38€ anuais na factura da água, o investimento efectuado de 2413,79€ e o período de retorno de 19,5 anos ficariam largamente aquém dos 46,80€ de investimento e de meio ano de período de retorno resultantes da aplicação de redutores de caudal.

É ainda de salientar que, após o estudo de aplicação da medida de substituição de dispositivos, algumas situações tornaram-se mais evidentes:

1. A substituição de dispositivos por outros com melhor desempenho hídrico traduz-se numa poupança elevada do recurso água nas habitações;
2. A importância da rotulação e certificação de dispositivos realizada pela ANQIP;
3. A importância da sensibilização da população para a adopção de dispositivos mais eficientes é um dos factores mais relevantes.

Por outro lado, ficaram claras algumas situações desfavoráveis:

1. Reduzida promoção no uso e escolha de produtos hidricamente eficientes por parte do sector público (Governo, Câmaras Municipais e escolas) e sector privado (fabricantes);
2. Falta de informação relativa aos dispositivos, em particular a informação sobre caudais, que orienta a escolha de um consumidor comum mais pelo design/preço, esquecendo as preocupações ambientais;

3. O mercado ainda não oferece dispositivos eficientes acessíveis a todos os consumidores dificultando deste modo um uso eficiente de água nos edifícios;

Em suma, todas as medidas estudadas são possíveis de aplicar em qualquer habitação unifamiliar e/ou plurifamiliar com intuito de reduzir os consumos de água. Porém, nem sempre o investimento é viável quando aplicável a construções já existentes. É neste sentido que o planeamento de medidas eficientes, em novas construções, deve ser pensado logo na fase de concepção do ciclo de vida do edifício, para que os mesmos sejam o mais sustentáveis possível no consumo de recursos naturais.

A introdução de medidas eficientes de redução de água nos edifícios, para além de outras, apresenta várias vantagens ao longo de todo o ciclo de vida das novas construções. Tais vantagens verificam-se apenas se os princípios da construção sustentável forem aplicados durante todas as fases de intervenção do ciclo de vida da construção.

Deste modo, é de extrema importância planificar e monitorizar as medidas a aplicar ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios, para que estes sejam construídos com soluções que minimizem o impacto nos recursos naturais utilizados, nomeadamente a água [SOUSA & AMADO, 2012].

Na Tabela 4.27 apresentam-se algumas medidas a considerar no sentido de planear as novas construções de modo a aproveitar outras fontes de água para fins não potáveis, assim como o planeamento do uso racional de água para fins potáveis.

Tabela 4.27 Medidas de intervenção durante o ciclo de vida das construções relativamente ao uso eficiente de água

Fases de Intervenção	Medidas de Intervenção – uso racional do recurso água nas construções
CONCEPÇÃO/PROJECTO	<p>Definição e adopção de soluções em prol da conservação do recurso água (ex.: sistemas SAAP e de aproveitamento de águas residuais)</p> <p>Definição do nível de eficiência hídrica dos equipamentos a colocar nas construções (ex.: escolha de dispositivos com classe de eficiência hídrica A)</p> <p>Estudo da viabilidade da implantação dos sistemas a utilizar (ex.: pluviosidade, investimento, período de retorno, etc)</p>
CONSTRUÇÃO	<p>Elaboração de plano de qualidade</p> <p>Monitorização em obra das soluções e ou sistemas definidos na fase de concepção</p>
UTILIZAÇÃO/MANUTENÇÃO	<p>Respeito pelo período de vida útil dos dispositivos e ou sistemas</p> <p>Elaboração de manual de procedimentos de manutenção</p> <p>Elaboração de manutenção periódica dos sistemas aplicados, conforme as especificações técnicas</p>

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS

5.1. Conclusão

O sector da construção é um dos principais motores da economia global, sendo também um dos que mais recursos consome, nomeadamente os não renováveis. Desta forma, é um sector em que a implementação da eficiência hídrica, entre outras, é urgente.

No sentido de minimizar os efeitos do sector da construção sobre o meio ambiente, foram desenvolvidos sistemas de avaliação de sustentabilidade dos edifícios tais como o BREEAM, o LEED e o LiderA. Entre os sistemas analisados, o LiderA é o que mais valoriza o recurso água na atribuição de certificação de edifício verde, atribuindo-lhe um peso de 11% na qualificação.

Em Portugal, a média considerada para o consumo doméstico de água em habitações unifamiliares situa-se nos 160 l/hab.dia. Apesar de não existirem dados exactos sobre a repartição dos consumos domésticos por dispositivos, é possível ter uma noção de quais são os dispositivos que mais água consomem (Tabela 1.2).

Tendo cada vez mais presente a escassez de água que enfrentamos, e a que as gerações futuras irão enfrentar, é fundamental que sejam desenvolvidas diversas medidas em prol da eficiência do uso da água.

Na presente dissertação foram estudados um conjunto de medidas que no seu fim têm o intuito de aumentar a eficiência do seu uso no sector doméstico. Entre elas, e com resultados já conhecidos, analisaram-se as seguintes:

- Substituição de dispositivos pouco eficientes por outros com desempenho hídrico superior;
- Instalação de redutores de caudais nos dispositivos existentes na habitação;
- Sistema de aproveitamento de águas pluviais;
- Sistema de aproveitamento de águas residuais.

Apesar das referidas medidas serem todas eficazes no que respeita a poupança de água, nem sempre são aplicáveis em edifícios já existentes. Pelo estudo efectuado, concluiu-se que a substituição de dispositivos existentes por outros com elevado desempenho hídrico, não é financeiramente viável por se tratar de uma moradia construída. O mesmo se observa em relação ao aproveitamento de águas residuais, pois a sua implantação em edifícios já existentes, acarreta um investimento elevado de construção de uma rede predial própria. Quanto ao aproveitamento de águas pluviais, este depende de diversos factores, mas em geral é de fácil implantação em edifícios já concluídos. Por fim concluiu-se que a aplicação de redutores de caudal constitui a medida mais benéfica, de menor custo e de mais fácil implantação em novas construções ou em edifícios já existentes.

Apesar da habitação estudada se inserir num empreendimento com integração de preocupações de sustentabilidade, demonstrou-se com as medidas estudadas no presente trabalho, que é possível reduzir ainda mais os consumos no sector doméstico. É neste contexto que o planeamento do CVE e a sua posterior monitorização é fundamental. Só é possível obter construções sustentáveis quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, isto é as dimensões ambiental, económica e social, são equacionadas na fase de concepção/projecto e implantadas durante a fase de construção e mantidas na fase de utilização.

5.2. Desenvolvimentos Futuros

A preservação do recurso água é um tema de interesse global devido à sua escassez crescente, e, nesse contexto, dado que em Portugal não existem dados concretos, a caracterização da repartição dos consumos domésticos deveria ser um tema a estudar no futuro.

No sentido da boa gestão do recurso e da redução do seu consumo, deverão ser lançadas, pelo sector público e privado, campanhas de consciencialização/motivação tais como:

- Incentivar ao uso de dispositivos de baixo consumo;
- Criar sistemas de aproveitamento de água;
- Disponibilizar dispositivos eficientes acessíveis à população;
- Atenuar do custo da cubicagem da água potável;
- Estabelecer um padrão de consumo de água considerado adequada à vida quotidiana e penalização em caso de ultrapassagem.

A implantação de redutores de caudal nos dispositivos existentes na habitação mostrou-se como a medida mais benéfica, de entre as apresentadas, com maior equilíbrio da relação entre a poupança do recurso e o investimento efectuado. Deste modo, como desenvolvimento futuro, propõe-se a implantação da medida de aplicação de redutores de caudal em diferentes tipologias de habitação, com diferentes agregados e contextos sociais que traduzirão hábitos diferentes de consumo, com vista à conseqüente validação da proposta.

A substituição de dispositivos, apesar de não ser viável financeiramente para o caso de estudo avaliado, é, no entanto a medida que proporciona a maior redução no consumo de água. Neste sentido propõe-se, para novas construções, a implantação desta medida e a sua posterior monitorização ao longo de todas as fases do ciclo de vida do edifício, de modo a comprovar o seu nível de desempenho.

BIBLIOGRAFIA

- All Aqua. (2014). *All Aqua - Eficiência Hídrica*. Obtido em 2 de Março de 2014, de <http://www.all-aqua.pt/>
- Almeida, M., Vieira, P., & Ribeiro, R. (2006). *Uso Eficiente da Água no Sector Urbano*. Lisboa: LNEC, INAG, IRAR.
- AMBIENTEL. (2010). *Sistemas de recuperação de águas pluviais*. Leça da Palmeira: Ambientel - Tecnologias Ambientais, Lda.
- ANQIP. (2008). *ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP)*.
- ANQIP. (2008). *ETA 0804 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete*.
- ANQIP. (2008). *ETA 0806 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche*.
- ANQIP. (2008). *ETA 0808 - Especificação para a atribuição de rótulos de eficiência ANQIP a torneiras e fluxómetros*.
- ANQIP. (2013). *Catálogo de Produtos Certificados: autoclismos/chuveiros economizadores/torneira e fluxómetros*. ANQIP.
- ANQIP. (s.d.). *ETA 0804 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica de ANQIP a autoclismos de bacias de retrete*.
- BAPTISTA, J. M. (2001). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa: INAG.
- BARROSO, L., & AMADO, M. (2013). *SUSTAINABLE CONSTRUCTION: WATER USE IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN PORTUGAL*. International Journal of Sustainable Construction, Engineering & Technology. Vol 4 (No 2), 14-22.
- BCSD. (2005). *Manual de boas práticas de eficiência energética*. Coimbra: BCSD.
- BERTOLO, E. (2006). *Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Branco, L., Alves, F., Mata, A., Guilherme, I., & Almeida, J. (s.d.). *Matriz de Água de Lisboa*. 2006: Lisboa E-Nova-Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa.
- BREEAM. (2009). *Code for Sustainable Homes. Technical guide*.
- CARDOSO, T. O. (2010). *O Uso Eficiente da Água nos Edifícios de Habitação*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 236/98, 1 de Agosto. (1998). *Normas de Qualidade da Água*. Lisboa.
- Decreto-Regulamentar nº 23/95*. (1995). Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Lisboa.

- DEGANI, C. M., & CARDOSO, F. F. (2006). *A Sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: importância da etapa de projecto arquitetónico*. São Paulo: Universidade de São Paulo - Escola Politécnica.
- DTU. (2002). *Domestic Roofwater Harvesting*. School of Engineering of University of Warwick.
- Eco Meios - Importação de Produtos Ecológicos, Unipessoal, Lda. (2014). *Eco Meios*. Obtido em Março de 2 de 2014, de <http://www.ecomeios.com>
- Ecodepur. (s.d.). Obtido em 22 de Janeiro de 2014, de <http://www.ecodepur.pt/155/reservatorios-subterraneos-ecodepur-rs>
- EPAL. (2010). *Qualidade da Água para Consumo Humano - Relatório Anual 2010*.
- ERSAR & INAG. (2009). *PEAASAR II: Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Águas Residuais 2007-2013. Relatório de Acompanhamento 2008*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos & Instituto da Água, I.P.
- FIORI, S., FERNANDES, V., & PIZZO, H. (2006). Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. *Revista Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 6, n.1, p. 19-30.
- HANS GROHE. (2014). Obtido em 3 de Março de 2014, de <http://www.hansgrohe-int.com/articledetail-metris-s-single-lever-basin-mixer-for-concealed-installation-with-spout-165-mm-wall-mounted-31162000.html>
- HANS GROHE. (2014). Obtido em 3 de Março de 2014, de <http://www.hansgrohe-int.com/articledetail-axor-citterio-m-single-lever-basin-mixer-with-pop-up-waste-set-34010000.html?fsid=&pageid=&q=Axor%20Citterio%20M>
- HANS GROHE. (2014). *Tabela de Preços 2014*. Hansgrohe Portugal.
- INE - Instituto Nacional de Estatística. (199). *Anuário Estatístico de Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE - Instituto Nacional de Estatística. (2011). *Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE - Instituto Nacional de Estatística. (2013). *Estatísticas da Construção e Habitação 2012*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INR. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020*. Lisboa: Instituto Nacional de Resíduos.
- IPMA. (2014). Obtido em 22 de Janeiro de 2014, de <http://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/monitorizacao/evolucao/>
- JOHN, G., CLEMENTS-CROOME, D., & JERONIMIDIS, G. (2005). Sustainable building solutions: a review of lessons from the Natural World. *Building and Environment*, 40, pp. 319-328.
- KIBERT, C. J. (1994). Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction. *Proceedings of the First Internacional Conference on Sustainable Construction*, pp. 1-10.
- LEED. (2009). *LEED 2009 for New Constructions and Major Renovations*. USGBC.
- LIMA, M., SANTO, F., CUNHA, S., & SILVA, A. (2013). *Tendências nos extremos de precipitação em Portugal Continental em 1941-2012*. IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- MÁLIA, M. Â. (2010). *Indicadores de resíduos de construção e demolição*. Tese de Mestrado do Instituto Superior Técnico.

- MATEUS, R. &. (2011). Contributo da fase de manutenção para os impactes de ciclo de vida de edifícios de habitação. *Sustentabilidade na reabilitação urbana: o novo paradigma do mercado da construção* (pp. 109-120). Lisboa: Edições iiSBE Portugal.
- MATEUS, R. F. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Tese de Mestrado da Universidade do Minho.
- MATEUS, R., & BRAGANÇA, L. (2004). *Avaliação da Sustentabilidade da Construção: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas*. CONGRESSO SOBRE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1, Leça da Palmeira, Portugal, 2004 – “Congresso sobre construção sustentável : actas”. [S.l. : Ordem dos Engenheiros, 2004].
- MAY, S. (2004). *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações*. São Paulo: Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia da Universidade de São Paulo.
- MONTE, H., & ALBUQUERQUE, A. (2010). *Reutilização de Águas Residuais*. Lisboa: ERSAR; ISEL.
- OLIVEIRA, F. (2008). *Aproveitamento de água pluvial em usos urbanos em Portugal Continental - Simulador para a avaliação da viabilidade*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.
- PEAASAR II- *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Águas residuais 2007-2013*. (2007). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- PEDROSO, V. M. (2009). *Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios*. Informações Técnicas, LNEC.
- PINHEIRO, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente.
- PINHEIRO, M.D. (2011). *LIDERA: Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos*. Lisboa: IST.
- PNDES. (1999). *Plano Nacional de Desenvolvimento Económico e Social*. Lisboa: Índice.
- PNUEA. (2012). *Plano Nacional para o Uso Eficiente de Água - Implementação 2012-2020*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.; Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água. Implementação 2012-2020*. (2012). Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
- Quercus. (2014). Obtido em 3 de Fevereiro de 2014, de <http://vimeo.com/13317020>
- RAMOS, A. T. (2009). *Os Custos do Desenvolvimento Sustentável para a Engenharia, Arquitectura e Construção nos Processos de Reabilitação*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- RASARP. (2013). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal 2012 - Sumário Executivo*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- ROCA. (2014). Obtido em 4 de Março de 2014, de <http://www.roca.com/catalogue/products/faucets/shower-faucets/single-lever/wall-mounted-shower-mixer-1-50m-flexible-shower-hose-handshower-swivel-wall-bracket-5A2009C00>
- ROCA. (2014). *Tabela de Preços - Soluções de Banho*.

- ROSSA, S. (2006). *Contribuições para um Uso Mais Eficiente da Água no Ciclo Urbano. Poupança de água e reutilização de águas cinzentas*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- SACADURA, F. O. (2011). *Análise de aproveitamento de água pluvial em edifícios*. Tese de Mestrado da Universidade Nova de Lisboa.
- SIDS. (2009). *Indicadores-chave 2009*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- SILVA, M. P., & AZAMBUJA, M. (2013). Conservação energética no projecto e na construção de edifícios. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, pp. v. 01, n. 02, 2013, pp. 42-57.
- SILVA-AFONSO, A., & RODRIGUES, C. (2010). *Water efficiency of products and building: the implementation of certification and labelling measures in Portugal*. Universidade de Aveiro.
- SOUSA, P., & AMADO, M. (2012). *Construção Sustentável – Contributo para a Construção de Sistema*. Monte de Caparica: GEOTPU, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- TORGAL, F. P., & JALALI, S. (2010). *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Universidade do Minho.
- TWDB. (2005). *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*. Austin, Texas: Texas Water Development Board. Third Edition.
- UN - United Nations. (1991). *O Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- UN - United Nations. (1995). *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Brasília: Centro de Documentação e Informação. Coordenação de Publicações.
- UN - United Nations. (1999). *The World at Six Billion*. United Nations - Department of Economic and Social Affairs. Population Division.
- UN - United Nations. (2010). *Resolution adopted by the Assembly on 28 July 2010: The human right to water and sanitation*.
- UN - United Nations. (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision*. New York: United Nations - Department of Economic and Social Affairs. Population Division.
- UN - United Nations. (2014). *O Direito à Água e ao Saneamento - ONU*. Obtido em 18 de Março de 2014, de http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf
- UN-Water. (2013). Obtido em 17 de Dezembro de 2013, de <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211801/>
- Urbanização Casas de Santo António*. (2007). Obtido em 18 de Fevereiro de 2014, de <http://www.casasdesantoantonio.pt/apresentacao.html>.
- VERDADE, J. (2008). *Aproveitamento de Águas das Chuvas e Reutilização de Águas Cinzentas*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ANEXOS

ANEXO 1 – Inquérito realizado ao proprietário

QUESTIONÁRIO

DATA:	19 de Dezembro de 2014
LOCAL:	Barreiro

1. EDIFÍCIO - Características

MORADA:	Urbanização Casas de Santo António, Lote n.º41, Santo António da Charneca, Concelho do Barreiro
----------------	---

Tipologia	T4
------------------	----

Áreas	(m ²)
Lote	672,79
Moradia	124,48
Jardim	524,42
Garagem	23,89
Piscina	29,15

2. AGREGADO FAMILIAR

Agregado	4 habitantes
-----------------	--------------

Permanência anual	11 meses/ano
--------------------------	--------------

Permanência diária	6h-8h e 18h-24h
---------------------------	-----------------

3. DISPOSITIVOS - Interior da habitação

COZINHA	Dispositivo	Marca	Modelo
	Máquina de lavar roupa	Electrolux	EWX 144450 W
	Máquina de lavar loiça	Electrolux	ESL 67010
	Torneira pia lava loiça	Grohe	Minta (ref.:32168000)

INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	Dispositivo	Marca	Modelo
	Torneira de lavatório	Roca	Element 5A3582
	Torneira de bidé	Roca	Element 5A3583
	Sistema de duche	Roca	Element 5A2962
Autoclismo	Geberit	Bolero	

4. DISPOSITIVOS - Exterior da habitação

REGA	Água da rede (rega automática)	-
	Água da rede (mangueira)	-
	Outra fonte	Furo de captação de água

LAVAGENS	Água da rede (mangueira)	-
	Outra fonte	Furo de captação de água

ENCHIMENTO DE PISCINA	Água da rede	-
	Outra fonte	Furo de captação de água

5. REFEIÇÕES

REFEIÇÕES REALIZADAS NA HABITAÇÃO	Peq. Almoço	X
	Almoço	
	Lanche	
	Jantar	X
	Ceia	X

6. CONSUMO DE ÁGUA - Cozinha

Máquina de lavar roupa	Nº de utilizações por semana	1
	Utilização com carga cheia	sim

Máquina de lavar loiça	Nº de utilizações por semana	2
	Utilização com carga cheia	sim

Torneira pia lava loiça	A loiça é lavada à mão?	sim (pequeno almoço)
	A torneira é fechada durante o ensaboamento da loiça?	sim
	Duração por utilização por habitante (minutos)	1
	Nº de utilizações diárias por habitante	2


7. CONSUMO DE ÁGUA - Instalações sanitárias

Torneira lavatórios	Nº de utilizações diárias por habitante	4
	Duração por utilização por habitante (minutos)	0,5
	A torneira é fechada durante o ensaboamento/lavagem de dentes?	sim

Torneiras bidé	Nº de utilizações diárias por habitante	0
	Duração por utilização por habitante (minutos)	-
	A torneira é fechada durante o ensaboamento/lavagem de dentes?	-

Sistema de duche	Nº de utilizações diárias por habitante	1
	Duração por utilização por habitante (minutos)	5
	A torneira é fechada durante o ensaboamento?	sim

Autoclismos	Nº de utilizações diárias por habitante	3
-------------	---	---

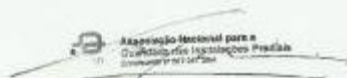


CERTIFICADO N.º **EFR021-062013**

A ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, com sede na Rua de S. Roque n.º23 – 1.º 3800 – 257 Aveiro, contribuinte número 507267354, certifica que o redutor de torneira com a referência comercial RC4186106, com a descrição “Economizador de torneira fluxo normal 6l/min”, comercializado pela All-Aqua – Aproveitamento de Águas Pluviais, foi ensaiado em Laboratório aprovado pela ANQIP, obtendo-se os resultados que constam da folha de ensaio anexa.

Coimbra, 11 de Junho de 2013

O Presidente da Direção,



Prof. Doutor Armando B. Silva Afonso





CERTIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP DE REDUTORES DE CAUDAL FICHA DE ENSAIO

REQUERENTE ALL – AQUA, Lda

PRODUTO A CERTIFICAR: MARCA

MODELO Economizador de torneira fluxo normal 6l/min

REF.(s) DO FABRICANTE RC4186106

CÓDIGO ANQIP DO CERTIFICADO DO PRODUTO

TIPO DE PRODUTO Redutor de torneira

RESULTADOS DO ENSAIO (1):

DATA	CAUDAL NOMINAL (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MÁX. (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MIN. (l/min)	PRESSÃO A QUE SE VERIFICA O CAUDAL NOMINAL (bar)	CAUDAL A 3 bar (l/min)
6/6/13	6,0	7,0	5,7	2,0	7,0

Observações: _____

O AUDITOR,



(1) A tabela de resultados do ensaio é uma média dos ensaios efectuados, cujos resultados se encontram em anexo.

Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Av. Fernão de Magalhães n.º 151 - 4.º B 1 913 905 022 234 370 040
3000-175 Coimbra T 234 432 809 F 34 303 944
Portugal E anqipa@anqipa.pt anqipa@anqipa.pt

1



ANEXO (1/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 3 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:45	15,0	7,0	53,3
2.º	6/6/13	10:48	15,0	7,0	53,3
3.º	6/6/13	10:51	15,0	7,0	53,3
MÉDIA DOS VALORES:			15,0	7,0	53,3

PRESSÃO DE ENSAIO: 2,5 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:58	8,0	6,5	18,8
2.º	6/6/13	10:05	8,0	6,5	18,8
3.º	6/6/13	10:07	8,0	6,5	18,8
MÉDIA DOS VALORES:			8,0	6,5	18,8

PRESSÃO DE ENSAIO: 2 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:10	7,5	6,0	20,0
2.º	6/6/13	10:13	7,5	6,0	20,0
3.º	6/6/13	10:16	7,5	6,0	20,0
MÉDIA DOS VALORES:			7,5	6,0	20,0

Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

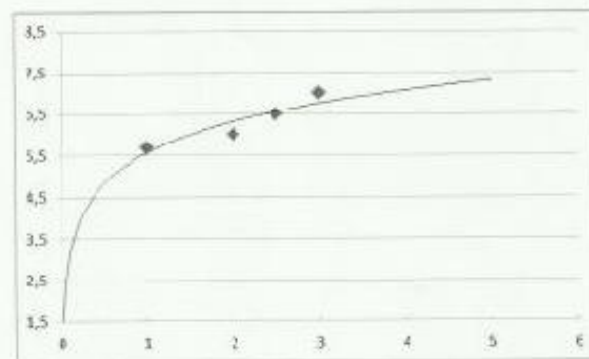
Av. Fernando de Magalhães 67121 - 1ºB 7 213 886 822 234 310 049
 1600-1767-0000 7 236 862 824 234 310 048
 Portugal E anqip@nqi.teleco.pt/anqip@nqi.pt

ANEXO (2/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 1 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:19	6,0	5,7	5,0
2.º	6/6/13	10:22	6,0	5,7	5,0
3.º	6/6/13	10:25	6,0	5,7	5,0
MÉDIA DOS VALORES:			6,0	5,7	5,0

GRÁFICO CAUDAL – PRESSÃO







CERTIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP DE REDUTORES DE CAUDAL FICHA DE ENSAIO

REQUERENTE ALL – AQUA, Lda

PRODUTO A CERTIFICAR: MARCA

MODELO Economizador de torneira fluxo normal 8l/min

REF.(s) DO FABRICANTE RC4186108

CÓDIGO ANQIP DO CERTIFICADO DO PRODUTO

TIPO DE PRODUTO Redutor de torneira

RESULTADOS DO ENSAIO (1):

UA I A	CAUDAL NOMINAL (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MÁX. (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MIN. (l/min)	PRESSÃO A QUE SE VERIFICA O CAUDAL NOMINAL (bar)	CAUDAL A 3 bar (l/min)
6/6/13	8,0	7,0	5,8	6,0 (2)	7,0

Observações: (2) Valor obtido por regressão.

O AUDITOR,



(1) A tabela de resultados do ensaio é uma média dos ensaios efectuados, cujos resultados se encontram em anexo.

Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Av. Paróquia de S. Sebastião n.º 111 - 4.º B.
3000-170 Coimbra
Portugal
T 371 696 822 / 234 371 049
F 234 952 829 / 234 371 034
E anqip@anqip.pt / anqip@anqip.pt



ANEXO (1/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 3 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:30	15,0	7,0	53,3
2.º	6/6/13	10:33	15,0	7,0	53,3
3.º	6/6/13	10:35	15,0	7,0	53,3
MÉDIA DOS VALORES:			15,0	7,0	53,3

PRESSÃO DE ENSAIO: 2,5 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:38	8,0	6,9	13,8
2.º	6/6/13	10:42	8,0	6,9	13,8
3.º	6/6/13	10:45	8,0	6,9	13,8
MÉDIA DOS VALORES:			8,0	6,9	13,8

PRESSÃO DE ENSAIO: 2 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:48	7,5	6,5	13,3
2.º	6/6/13	10:51	7,5	6,5	13,3
3.º	6/6/13	10:53	7,5	6,5	13,3
MÉDIA DOS VALORES:			7,5	6,5	13,3

Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Av. Fernando de Magalhães n.º 151 - 4.º B
2000-176 Coimbra
Portugal

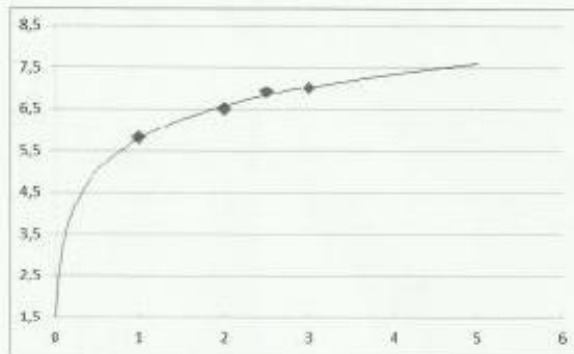
T 913 466 822 294371 049
F 239 852 823 234370 094
E anqip@anqip.pt anqip@ovni.pt

ANEXO (2/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 1 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	10:57	6,0	5,8	3,3
2.º	6/6/13	11:03	6,0	5,8	3,3
3.º	6/6/13	11:07	6,0	5,8	3,3
MÉDIA DOS VALORES:			6,0	5,8	3,3

GRÁFICO CAUDAL - PRESSÃO







CERTIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP DE REDUTORES DE CAUDAL FICHA DE ENSAIO

REQUERENTE ALL – AQUA, Lda

PRODUTO A CERTIFICAR: MARCA

MODELO Redutor metálico ½

REF.(s) DO FABRICANTE RC3354308

CÓDIGO ANQIP DO CERTIFICADO DO PRODUTO EFR030 - 012014

TIPO DE PRODUTO Redutor metálico de chuveiro

RESULTADOS DO ENSAIO (1):

DATA	CAUDAL NOMINAL (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MÁX. (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MIN. (l/min)	PRESSÃO A QUE SE VERIFICA O CAUDAL NOMINAL (bar)	CAUDAL A 3 bar (l/min)
5/2/14	8	7,8	5,7	3,2 (2)	7,8

Observações: (2) Valor obtido por regressão.

O AUDITOR,



[1] A tabela de resultados do ensaio é uma média dos ensaios efectuados, cujos resultados se encontram em anexo.

Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
Rua de S. Roque n.º 24 - 1.º
3800-257 Aveiro
Portugal
T 254 380 981
E anqip@anqip.pt



ANEXO (1/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 3

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	05/02/2014	14h41	9,2	7,9	14,1
2.º	05/02/2014	14h45	9,4	7,8	17,0
3.º	05/02/2014	14h47	9,2	7,8	15,2
MÉDIA DOS VALORES:			9,3	7,8	15,5

PRESSÃO DE ENSAIO: 2,5

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	05/02/2014	14h49	8,6	7,4	14,0
2.º	05/02/2014	14h50	8,8	7,5	14,8
3.º	05/02/2014	14h52	8,8	7,4	15,9
MÉDIA DOS VALORES:			8,7	7,4	14,9

PRESSÃO DE ENSAIO: 1,5

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	05/02/2014	14h55	8,3	7,3	12,0
2.º	05/02/2014	14h57	8,4	6,6	21,4
3.º	05/02/2014	15h02	8,3	7,0	15,7
MÉDIA DOS VALORES:			8,3	7,0	16,4

ANEXO (2/2)

PRESSÃO DE ENSAIO: 1

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	05/02/2014	14h22	7,3	5,6	23,3
2.º	05/02/2014	14h25	7,3	5,8	20,5
3.º	05/02/2014	14h26	7,3	5,6	23,3
MÉDIA DOS VALORES:			7,3	5,7	22,4

GRÁFICO CAUDAL – PRESSÃO

