



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Uso mais eficiente da água em edifícios dos anos 80, 90 e 2000 do Norte de Portugal: Aplicação das diretrizes do *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*

Filipa Alexandra Rosa Bento

Relatório Final de Projeto apresentado à **Escola Superior de Tecnologia e Gestão** do **Instituto Politécnico de Bragança** para obtenção do **Grau de Mestre em Engenharia da Construção**

Orientadora: Professora Doutora Flora Cristina Meireles Silva

Bragança, dezembro de 2020

Agradecimentos

A realização do presente relatório final de projeto no âmbito do Mestrado em Engenharia da Construção foi possível com um conjunto de apoios institucionais e pessoais que merecem ser reconhecidos.

Os apoios institucionais devem-se ao Instituto Politécnico de Bragança, nomeadamente à Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

À professora Doutora Flora Silva, pela sua orientação, pela simpatia, disponibilidade demonstrada ao longo destes meses, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo, como também pela paciência e conhecimentos transmitidos que foram fundamentais no desenvolver deste trabalho e enriquecimento pessoal.

Um agradecimento especial à minha família, em especial aos meus pais, ao meu irmão, avós e tios, pela confiança e força que depositaram em mim para conseguir alcançar os meus objetivos, sem eles não chegaria onde cheguei e ser quem sou hoje.

Por último e não menos importante, quero agradecer aos meus amigos, Pedro Cordeiro, Joana Fernandes, Solange Rodrigues, Diana Monteiro, pelo incentivo para não desistir, dando-me motivação e força para continuar a acreditar sempre em mim e nas minhas capacidades, sem eles nada disto era possível.

A todos, o meu Muito Obrigada.

Resumo

O presente estudo avalia o uso mais eficiente da água em três edifícios residenciais do Norte de Portugal, propondo três cenários em cada caso de estudo para redução do consumo de água potável, e fazendo um estudo de viabilidade técnica e económica das soluções apresentadas.

Inicialmente definiram-se os dispositivos de utilização que consomem mais água no seu funcionamento: autoclismos, chuveiros e torneiras de lavatório. Com isso, foram identificados certos consumos de água desnecessários e que podem ser solucionados com medidas de eficiência hídrica, recorrendo a dispositivos de utilização certificados pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais e com classe de eficiência hídrica igual ou superior a “A”.

Para abranger algumas possibilidades de soluções, foram elaborados três cenários idênticos para cada caso de estudo, sendo divididos em: substituição de autoclismos (cenários 1.1, 2.1 e 3.1), substituição de torneiras de lavatório e chuveiros (cenários 1.2, 2.2 e 3.2) e substituição de autoclismos, torneiras de lavatório e chuveiros (cenários 1.3, 2.3 e 3.3). Os cenários 1.3, 2.3 e 3.3, em termos de redução hídrica, são os mais viáveis, e apresentam uma redução do consumo de água de 39,8%, 29,5% e 23,9%, respetivamente. A aplicação destes cenários, fará sentido se for realizada uma candidatura à tipologia 5 do *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*, com uma comparticipação de 70% até 500,00 €, estimando-se que o investimento inicial venha a ser de 58,95 €, 58,95 €, 48,62 € e com tempos de retorno do investimento de 0,7; 2,7 e 2,8 anos, respetivamente.

Com tudo isto, este trabalho permite concluir que apesar dos consumos de água nos edifícios residenciais estudados não serem elevados, ainda assim, o recurso a pequenas medidas de eficiência hídrica e uma potencial candidatura ao *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*, poderão ser uma mais-valia não só em termos de redução hídrica, mas também em termos económicos, com pequenas reduções no valor da fatura de água.

Palavras-chave: Eficiência hídrica; Edifícios residenciais; Viabilidade técnico-económica; *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*.

Abstract

The present study evaluates the most efficient use of water in three residential buildings in the North of Portugal, proposing three scenarios in each case study to reduce the consumption of potable water, and making a study of the technical and economic feasibility of the presented solutions.

Initially, the devices that use the most water in their operation were defined: toilet flush, showers and taps. As a result, certain unnecessary water consumption was identified, which can be solved with water efficiency measures, using devices certified by the Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais and with a water efficiency class equal to or greater than “A”.

To cover some possibilities of solutions, three identical scenarios were elaborated for each case study, being divided into: replacement of toilet flush (scenarios 1.1, 2.1 and 3.1), replacement of taps and showers (scenarios 1.2, 2.2 and 3.2) and replacement of toilet flush, taps and showers (scenarios 1.3, 2.3 and 3.3). Scenarios 1.3, 2.3 and 3.3, in terms of water reduction, are the most viable, and show a reduction in water consumption of 39.8%, 29.5% and 23.9%, respectively. The application of these scenarios will make sense if it is made an application to the typology 5 of the *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*, with a co-participation of 70% up to € 500.00, with an initial investment estimated of € 58.95, € 58.95, € 48.62 and with return times of 0.7; 2.7 and 2.8 years, respectively.

With all this, this work allows us to conclude that although the water consumed in the residential buildings studied are not high, even so, the use of small measures of water efficiency and a potential application to the *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*, may be an added value not only in water terms but also economically, with small reductions in the water bill.

Keywords: Water efficiency; Residential buildings; Technical and economic feasibility; *Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis*.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Nomenclatura.....	ix
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e justificação do tema	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Descrição do plano de trabalho.....	4
1.4. Estrutura do relatório	5
2. Sustentabilidade no uso da água em edifícios de habitação	6
2.1. A sustentabilidade na construção e a sua importância.....	6
2.2. Impacto das mudanças climáticas nos edifícios	12
2.3. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água	14
2.4. Regulamento de atribuição de incentivos - Programa de apoio a edifícios mais sustentáveis	19
2.5. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos.....	23
2.5.1. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de autoclismos	26
2.5.2. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de chuveiros e sistemas de duche	27
2.5.3. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de torneiras e fluxómetros de mictórios.....	28
3. Material e Métodos	32
3.1. Descrição dos edifícios residenciais e consumos de água	32
3.1.1. Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	32
3.1.2. Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2).....	37
3.1.3. Apartamento T2 dos anos 2000 (caso de estudo 3).....	41
4. Resultados e Discussão	48
4.1. Proposta de soluções para redução do consumo de água potável nos edifícios ..	48
4.1.1. Soluções para redução do consumo de água	48

4.1.2. Descrição das soluções propostas	49
4.2. Redução do consumo de água potável	53
4.3. Viabilidade técnico-económica dos cenários propostos	54
5. Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros	60
5.1. Conclusões	60
5.2. Proposta para trabalhos futuros.....	62
Referências bibliográficas	63
Anexos	66
Anexo I.....	67
I.1 Ficha técnica/certificado dos autoclismos	67
I.2 Ficha técnica/certificado das torneiras de lavatório	69
I.3 Ficha técnica/certificado dos chuveiros.....	70
Anexo II	71
II.1. Orçamento para cada caso de estudo	71

Lista de Figuras

Figura 1: Princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.....	2
Figura 2: Plano de Trabalho.	4
Figura 3: Evolução do modelo do setor da construção (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).	7
Figura 4: Economia: de um modelo linear a um modelo circular (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).	8
Figura 5: Fluxo dos materiais em ciclo (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).	9
Figura 6: Percentagem afeta a cada uso em edifícios de habitação (Adaptada de Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).	10
Figura 7: Regulamento de apoio a edifícios mais sustentáveis (Adaptada de Fundoambiental, s.d.).	20
Figura 8: Rótulo ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, s.d). ..	24
Figura 9: Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; Pimentel-Rodrigues, 2008; ANQIP, s.d).	24
Figura 10: Alçado principal do edifício de habitação unifamiliar dos anos 80.	33
Figura 11: Localização do concelho de Mogadouro.	33
Figura 12: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 1.	34
Figura 13: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 1: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.	35
Figura 14: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 1).	36
Figura 15: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 1).	37
Figura 16: Alçado principal do apartamento T1 dos anos 90.	37
Figura 17: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 2.	38
Figura 18: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 2: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.	39
Figura 19: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 2).	40
Figura 20: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 2).	41

Figura 21: Alçado principal do apartamento T2 do ano de 2005.	41
Figura 22: Localização do concelho de Matosinhos.	42
Figura 23: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 3.	43
Figura 24: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 3: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.	44
Figura 25: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 3).	45
Figura 26: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 3).	46
Figura 27: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Autoclismos (ANQIP, s.d.).....	49
Figura 28: Autoclismos certificados pela ANQIP (ANQIP, s.d.).	50
Figura 29: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Torneiras (ANQIP, s.d.)	51
Figura 30: Torneiras certificadas pela ANQIP (ANQIP, s.d.)	51
Figura 31: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Chuveiros (ANQIP, s.d.)	52
Figura 32: Chuveiros certificados pela ANQIP (ANQIP, s.d.)	53
Figura 33: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 1).	56
Figura 34: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 2).	57
Figura 35: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 3).	57

Lista de Tabelas

Tabela 1: Classificação dos edifícios de acordo com os padrões de consumo doméstico [L/(pessoa.dia)] (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).....	11
Tabela 2: Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas (Adaptada de Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).....	13
Tabela 3: Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica normal (Adaptada de APA, 2012).....	15
Tabela 4: Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação de escassez hídrica (seca) (Adaptada de APA, 2012).	18
Tabela 5: Tipologias de intervenção (Adaptada de Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro).	21
Tabela 6: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (ANQIP, ETA 0804, 2015).....	26
Tabela 7: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP ETA 0806, 2015).	28
Tabela 8: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de lavatório (residências) (ANQIP, ETA 0808, 2015).....	29
Tabela 9: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de cozinha (ANQIP, ETA 0808, 2015).	29
Tabela 10: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de fluxómetros de mictório (ANQIP, ETA 0808, 2015).	30
Tabela 11: Estimativa anual de água potável consumida, de poupança de água e do tempo de retorno do investimento associada às soluções mais viáveis de regulação/substituição de dispositivos de utilização.	31
Tabela 12: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 1).....	35
Tabela 13: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 1)	36
Tabela 14: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 2).....	39
Tabela 15: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 2).	40
Tabela 16: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 3).....	44

Tabela 17: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 3).	45
Tabela 18: Tarifas fixas e variáveis para utilizadores domésticos no concelho de Mogadouro (Câmara Municipal de Mogadouro, s.d.)	46
Tabela 19: Tarifas fixas e variáveis para utilizadores domésticos no concelho de Matosinhos (INDAQUA, s.d.).....	47
Tabela 20: Soluções propostas para redução do consumo de água potável nos três edifícios.	49
Tabela 21: Estimativa da percentagem de redução do consumo de água com aplicação dos cenários propostos.....	53
Tabela 22: Estimativa da poupança anual e mensal de água em m ³ com aplicação de cada cenário.	54
Tabela 23: Estimativa do custo de investimento inicial para cada cenário.	55
Tabela 24: Estimativa da redução mensal e anual na fatura de água para cada cenário.	56
Tabela 25: Estimativa do tempo de retorno do investimento para cada cenário.	58
Tabela 26: Estimativa do investimento inicial e do tempo de retorno do investimento para cada cenário sem e com participação.....	58

Lista de Nomenclatura

Abreviaturas

ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
AQS	Águas Quentes Sanitárias
CMB	Câmara Municipal de Bragança
DN	Diâmetro Nominal
DQA	Diretiva-Quadro da Água
ELPRE	Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios
ETA	Especificação Técnica ANQIP
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FA	Fundo Ambiental
PNEC	Plano Nacional Energia e Clima
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

1. Introdução

No presente capítulo são apresentados, o enquadramento e justificação do tema, os objetivos do trabalho, a descrição do plano de trabalho, e a forma como está estruturado o relatório.

1.1. Enquadramento e justificação do tema

Os recursos hídricos não são ilimitados, sendo por isso fundamental protegê-los e conservá-los. Basta referir que “a água é o recurso natural mais valioso do planeta, pelo que a sua conservação constitui um dos mais importantes pilares do desenvolvimento sustentável” (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010, p. vii).

A eficiência hídrica, traduz-se na relação existente entre a quantidade de água estritamente necessária para satisfazer um determinado fim e a quantidade de água efetivamente gasta para o efeito, implicando também um aproveitamento e uma gestão adequada de origens alternativas de água, em função das diferentes utilizações (Aqua eXperience, s.d.). Desde que devidamente implementada, poderá permitir uma redução dos encargos com a utilização da água, devido ao menor volume consumido, sem prejuízo da sua qualidade de vida e da salvaguarda da saúde pública (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Em termos da conservação da água, corresponde ainda a uma obrigação do País em termos de legislação comunitária, ou seja, da Diretiva-Quadro da Água (DQA) (Diretiva 2000/60/CE do parlamento europeu e do conselho, de 23 de outubro). Este documento é o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, estabelecendo um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho.

As políticas de uso eficiente da água são, cada vez mais importantes e podem ser resumidas pelo princípio dos 5R (Silva-Afonso, 2009) (**Figura 1**), análogo ao conhecido princípio dos 7R (aplicado aos resíduos).



Figura 1: Princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.

A certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos e de edifícios são medidas essenciais para os edifícios, dentro do princípio dos 5R e que já foram desenvolvidas em Portugal pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Dentro das suas atribuições e competências como associação setorial e tendo em atenção as diretrizes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), a ANQIP lançou em Portugal, a partir de 2008, diversas medidas para aumentar a eficiência nos edifícios. O sistema voluntário de certificação e rotulagem de produtos é um exemplo das medidas implementadas (Silva-Afonso & Abrantes, 2008).

O trabalho proposto contribui para os objetivos específicos para o setor urbano definidos no PNUEA (implementação 2012-2020) (APA, 2012) e enquadra-se na **Tipologia 5, Intervenções que visem a eficiência hídrica: substituição de**

equipamentos por equipamentos mais eficientes, a apoiar pelo **Regulamento de Atribuição de Incentivos - Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis**, publicado no Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro. O referido regulamento “tem como objetivo o financiamento de medidas que promovam a reabilitação, a descarbonização, a eficiência energética, a eficiência hídrica e a economia circular em edifícios, contribuindo para a melhoria do desempenho energético e ambiental dos edifícios” (p. 90).

Assim, são suscetíveis de financiamento através desta iniciativa ações a desenvolver em edifícios habitacionais existentes, construídos até 2006, que contribuam para as metas definidas no Plano Nacional Energia e Clima (PNEC) 2030, publicado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020 de 10 de julho, e na Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE), bem como para outros objetivos ambientais.

Dada a **pandemia de COVID-19**, foi necessário alterar o caso de estudo inicialmente definido. Desta forma, na sequência da publicação do Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro, considerou-se relevante, inserir numa potencial candidatura ao Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis, três edifícios com facilidade de acesso na recolha de dados e todos eles com data de construção anterior a 2006.

Neste sentido, a aplicação do primeiro R da eficiência hídrica em edifícios - reduzir os consumos, adotando produtos ou dispositivos eficientes, sem prejuízo de outras medidas de caráter técnico (económicas e sociológicas) - será uma medida que se enquadra no Regulamento de Atribuição de Incentivos - Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis e potenciada neste trabalho.

1.2. Objetivos

O presente trabalho de investigação tem como objetivo geral apresentar soluções que contribuam para o uso mais eficiente da água em edifícios dos anos 80, 90 e 2000 do

Norte de Portugal, tendo como base as diretrizes do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis. E tem como objetivos específicos:

- Selecionar dispositivos eficientes para aplicação nas instalações sanitárias de um edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (**caso de estudo 1**);
- Selecionar dispositivos eficientes para aplicação nas instalações sanitárias de um apartamento T1 dos anos 90 (**caso de estudo 2**);
- Selecionar dispositivos eficientes para aplicação nas instalações sanitárias de um apartamento T2 do ano de 2005 (**caso de estudo 3**);
- Verificar a redução do consumo de água potável com as soluções propostas;
- Fazer um estudo de viabilidade técnico-económica das soluções apresentadas, com e sem participação do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.

1.3. Descrição do plano de trabalho

Para a realização dos objetivos propostos, elaborou-se um Plano de Trabalho que inclui quatro fases, apresentadas na **Figura 2**.

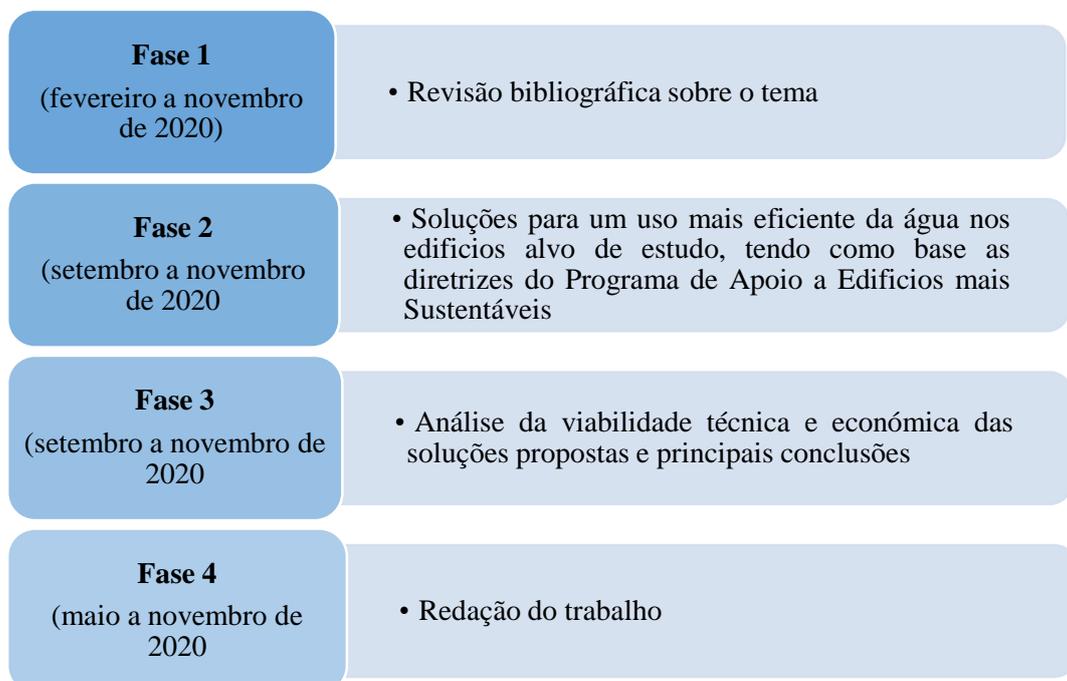


Figura 2: Plano de Trabalho.

1.4. Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em **cinco** capítulos e **dois** anexos.

No **Capítulo 1** apresentam-se o enquadramento e justificação do tema, os objetivos, a descrição do plano de trabalho e a estrutura do relatório.

O **Capítulo 2** constitui a parte de revisão bibliográfica deste estudo, focando a questão da sustentabilidade no uso da água em edifícios de habitação. Foca-se também o impacto das mudanças climáticas nos edifícios. Apresentam-se as diretrizes para o setor urbano definidas no PNUEA, bem como as diretrizes do Regulamento de atribuição de incentivos – Programa de apoio a edifícios mais sustentáveis. Faz-se referência à certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos.

No **Capítulo 3**, Material e Métodos, são descritos os edifícios residenciais e respetivos consumos de água.

No **Capítulo 4**, Resultados e Discussão, apresentam-se e descrevem-se as soluções para redução do consumo de água nos edifícios. É feita uma análise da viabilidade técnica e económica das soluções apresentadas, mostrando-se o tempo de retorno do investimento para os cenários propostos.

As principais **Conclusões** e **Proposta para Trabalhos Futuros** são apresentadas no **Capítulo 5**, listando-se no final, as **Referências bibliográficas** utilizadas e os **Anexos**.

2. Sustentabilidade no uso da água em edifícios de habitação

Neste capítulo apresenta-se a importância da sustentabilidade na construção, o impacto das mudanças climáticas nos edifícios, algumas diretrizes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água e também do Regulamento de atribuição de incentivos - Programa de apoio a edifícios mais sustentáveis. Foca-se ainda a certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos.

2.1. A sustentabilidade na construção e a sua importância

A procura de sustentabilidade é um processo (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro, 2020) e de acordo com o Relatório Brundtland ou *Our Common Future*, “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”. O conceito de Desenvolvimento Sustentável implica “a integração equilibrada dos sistemas económico, sociocultural e ambiental, e dos aspetos institucionais relacionados com o conceito muito atual de boa governança” (p.9).

A “construção sustentável é a resposta da indústria da construção civil à necessidade de sustentabilidade no planeta” (p.9), podendo ser definida “como a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização

eficiente de recursos e no projeto baseado em princípios ecológicos” (p.9). De mencionar os sete princípios fundamentais para a construção sustentável:

1. Redução do consumo de recursos;
2. Reutilização de recursos;
3. Utilização de recursos recicláveis;
4. Proteção da natureza;
5. Eliminação de materiais tóxicos;
6. Aplicação de análises de ciclo de vida;
7. Ênfase na qualidade.

Como referido em Rodrigues, Calheiros e Guerreiro (2020) passou-se de um modelo tradicional do setor da construção, baseado apenas em três fatores, nomeadamente, qualidade, tempo e custo associado, para um modelo mais abrangente onde se enquadra a minimização do consumo de recursos e de emissões poluentes, sendo a preservação da biodiversidade também uma prioridade, para que a partir de 2000 a qualidade, economia e a igualdade social fossem os principais suportes deste conceito (Figura 3).

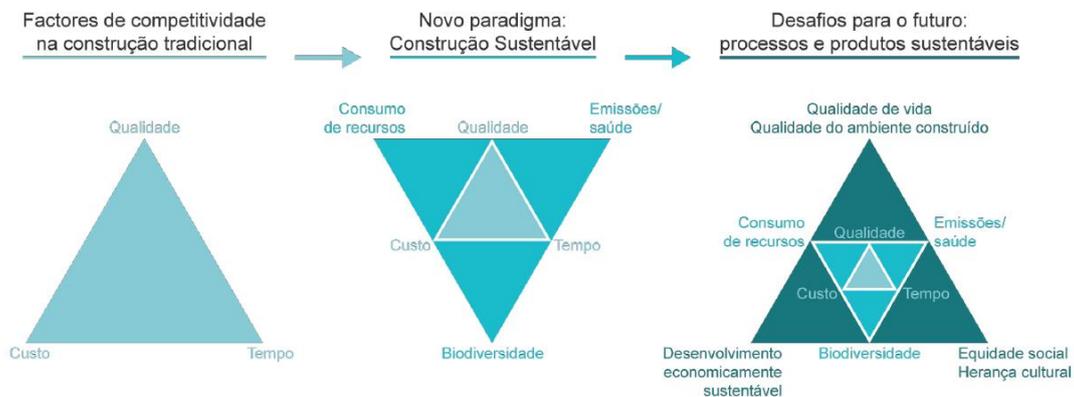


Figura 3: Evolução do modelo do setor da construção (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).

A construção sustentável procura, desta forma, “seguir as premissas do desenvolvimento sustentável de forma a não esgotar os recursos do planeta e a desenvolver métodos ambientalmente corretos de produção e consumo, que garantam a sobrevivência dos ecossistemas sem abdicar da evolução da tecnologia e, conseqüentemente, da poluição” (p.9-10). Baseia-se nos objetivos seguintes:

- “Minimizar a produção de resíduos: procura-se minimizar a produção de resíduos de forma a garantir menor quantidade de resíduos para deposição em aterro e contribuir para o aumento do tempo de vida útil destes sistemas de tratamento;
- Reciclagem de resíduos: reciclando a maior quantidade possível de resíduos reduz-se a poluição e a necessidade de extrair mais matéria-prima da natureza;
- **Poupar água e energia: a poupança de água e energia é importante não só por motivos ambientais, mas também económicos;**
- Maximizar a durabilidade: a durabilidade da construção deve ser maximizada de forma a adiar uma futura reabilitação ou até demolição, adiando a necessidade de novos consumos de recursos naturais e outras matérias-primas;
- Reduzir os custos: considera-se a redução de custos económicos e ambientais, com benefícios a todos os níveis;
- Garantir higiene e segurança: devem ser garantidas boas condições de higiene e segurança nos trabalhos, para bem dos trabalhadores e da construção em si” (p.10).

Ainda de acordo com as autoras, para ser sustentável, a construção deve basear-se num modelo de economia circular. De facto, como pode ser observado na **Figura 4**, a transição para uma economia circular redireciona o foco para a reutilização, reparação, renovação e reciclagem dos materiais e produtos existentes, em que o que era visto como “resíduo” pode ser transformado num recurso (Decreto-Lei n.º 73/2011, de 7 de junho).



Figura 4: Economia: de um modelo linear a um modelo circular (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).

De referir, que 12,3% das mortes à escala mundial são motivadas pela poluição (Relatório OMS 2016). A necessária e urgente descarbonização da sociedade exige ser participada cada vez por mais intervenientes, sendo o setor da construção um deles (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro, 2020). Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos produzidos pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. “A economia circular consiste num modelo económico regenerativo, em que os recursos (materiais, componentes, produtos e serviços) são geridos de forma a preservar o seu valor e utilidade pelo maior período de tempo possível, integrando os produtos em fim de vida em novos processos produtivos” (p.11).

A **Figura 5** elucida como os materiais fluem para um ciclo ambientalmente correto, quando as atividades de reutilização e reciclagem são implementadas.

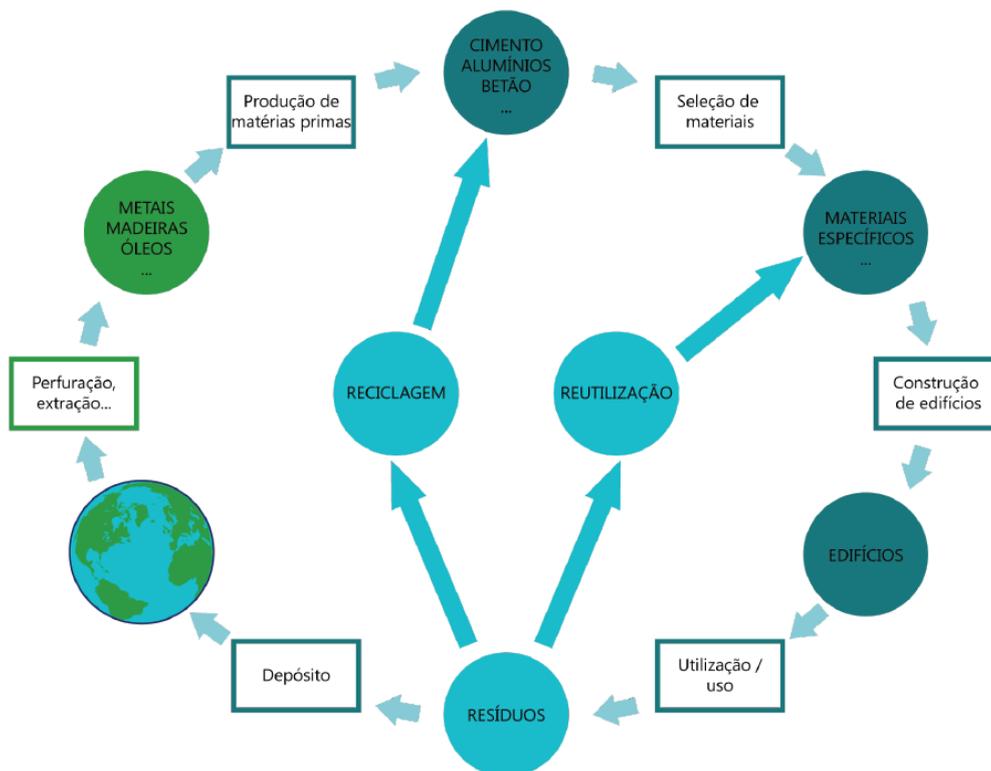


Figura 5: Fluxo dos materiais em ciclo (Rodrigues, Calheiros & Guerreiro (2020).

De facto, a otimização da utilização da água, sem condicionar a eficácia da sua utilização ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconómico, permitirá reduzir os volumes utilizados e contribuir para os objetivos da sustentabilidade (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O consumo de água em edifícios de habitação estimado para Portugal em ambiente urbano é próximo de 137 litros por pessoa e dia (AQUAPOR, 2009). Todavia, como este consumo depende das características do edifício e dos ocupantes, pelo que deve ser encarado em termos médios ponderados. De acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), embora “não estejam disponíveis dados mais atualizados, sabe-se que existe uma tendência para uma estabilização das capitações em Portugal, por razões económicas, por razões de consciencialização dos cidadãos para a importância da poupança de recursos e pela oferta no mercado de produtos mais eficientes, o que leva a admitir que este consumo *per capita* não se terá alterado significativamente nos últimos anos” (p.77).

A **Figura 6** apresenta a percentagem afeta a cada uso e que se considera válida para o setor residencial em Portugal, em termos médios. De notar que o valor de 137 L/(pessoa.dia) inclui perdas no edifício e usos exteriores com água potável, os quais se estimam em cerca de 14%.

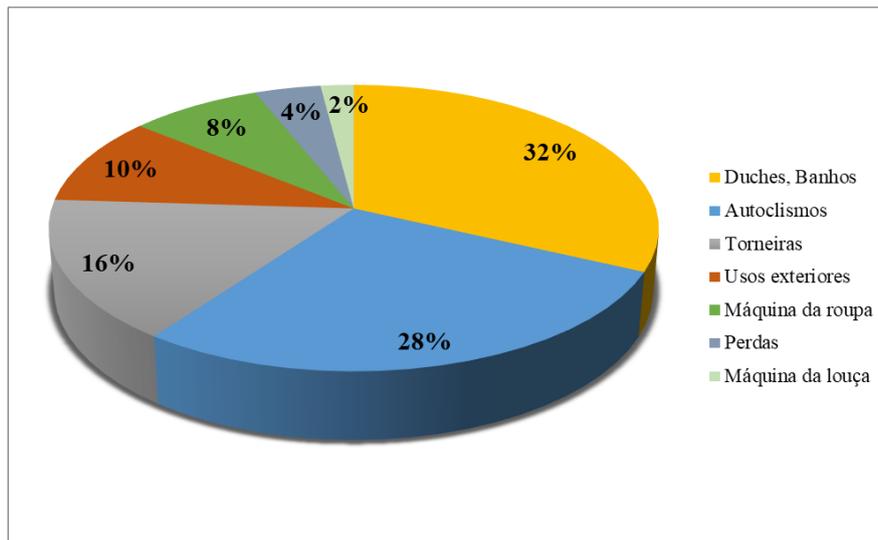


Figura 6: Percentagem afeta a cada uso em edifícios de habitação (Adaptada de Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A ANQIP tem uma metodologia para avaliar e classificar a eficiência hídrica de edifícios residenciais, recorrendo a uma tabela base e a diversas tabelas auxiliares. O modelo exige o conhecimento não só do valor do consumo médio no setor residencial,

mas também do modo como os consumos se repartem na habitação. Estabelecem um valor de 125 L/(hab.dia) como consumo médio “útil” de referência. Fazendo corresponder este valor a uma categoria “média” (letra C) e considerando uma proporção semelhante à adotada no modelo de certificação e rotulagem de produtos da ANQIP, como será referido mais à frente neste relatório, a metodologia que propõem estabelece as categorias de consumo seguintes (**Tabela 1**):

Tabela 1: Classificação dos edifícios de acordo com os padrões de consumo doméstico [L/(pessoa.dia)] (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Categoria	Consumo de água potável da rede pública [L/(pessoa.dia)]
A++	$0 < c \leq 60$
A+	$60 < c \leq 80$
A	$80 < c \leq 90$
B	$90 < c \leq 115$
C	$115 < c \leq 145$
D	$145 < c \leq 180$
E	$c > 180$

De acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), em qualquer uma das categorias se admite “o recurso a origens alternativas, reciclagem ou reutilização, em especial no que se refere às categorias A+ e A++” (p.77).

No modelo proposto pela ANQIP, as perdas não são consideradas, à partida, como um uso normal, pelo que se pode redistribuir o respetivo valor (4%) (ver **Figura 6**), adotando-se o mesmo critério em relação aos usos exteriores (10%) (ver **Figura 6**), que são contabilizados de forma separada. Em habitações correntes, auditorias realizadas pela ANQIP sugerem uma proporção próxima de 2/3 para torneiras de cozinha e 1/3 para torneiras de lavatório. Desta forma, sabendo que as perdas e os usos exteriores representam, de acordo com a **Figura 6**, cerca de 14% dos usos, as percentagens corrigidas consideradas no modelo para os restantes usos serão: Duches (37%); Autoclismos (33%); Torneiras de cozinha (12%); Torneiras de lavatório (6%); Máquinas de lavar roupa e loiça (12%) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

De ressaltar que estas percentagens podem ser ajustadas em qualquer altura a novos valores, mais rigorosos, que eventualmente venham a ser determinados para Portugal em estudos subsequentes (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

2.2. Impacto das mudanças climáticas nos edifícios

Cada vez são mais comuns as condições climáticas invulgares e extremas, quer em termos de precipitação quer em termos de secas. O termo “seca” designa uma redução temporária da disponibilidade de água devida, por exemplo, a uma precipitação insuficiente, o termo “escassez de água” significa que a procura de água excede os recursos hídricos exploráveis em condições sustentáveis (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017, p.28).

De acordo com as previsões do World Water Council, 23 países poderão enfrentar uma escassez absoluta de água no ano de 2025 e entre 46 e 52 países, totalizando cerca de 3000 milhões de pessoas, poderão sofrer um *stress* hídrico nessa data. Em países do mediterrâneo, como Portugal, as alterações climáticas poderão afetar significativamente as disponibilidades deste recurso a curto/médio prazo, pelo que se torna urgente desenvolver medidas em todos os setores (urbano, industrial e agrícola), apontando para um aumento de eficiência no uso de água, como referido por Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2011a). Grécia, Itália, Espanha e Portugal, estarão em risco de ter um *stress* hídrico igual ou superior a 40%, em parte do seu território.

De referir que, tem vindo a ser prestada uma atenção crescente a nível de potenciais impactos das mudanças climáticas no meio urbano. Segundo as Nações Unidas, cerca de 54% da população do planeta vive atualmente nas cidades, esperando que essa percentagem aumente para 66% em 2050. As projeções mostram que a urbanização, com o crescimento global da população do mundo, poderá adicionar mais de 2,5 mil milhões de pessoas às populações urbanas até 2050, concentrando um aumento de 90% na Ásia e África (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2016).

Para prevenir ou moderar os danos, é necessário fazer ajustamentos perante as alterações do clima e os seus efeitos, ou seja, desenvolver processos de adaptação e

aumentar a resiliência dos edifícios, gerir os eventos prejudiciais, fazendo com que os edifícios mantenham a sua função essencial, a identidade e a estrutura.

Existem dois possíveis impactos das mudanças climáticas que se podem relacionar diretamente com as instalações prediais de abastecimento de água e drenagem mencionados em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017):

- O aumento da intensidade das precipitações;
- As ondas de calor extremas (considerando as suas consequências ao nível de uma possível escassez de água).

Na **Tabela 2**, encontram-se as principais medidas que é possível adotar nestas instalações, para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas.

Tabela 2: Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas (Adaptada de Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tipo de impacto das alterações climáticas	Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência no edifício	
	Edifícios novos	Edifícios existentes
Aumento da intensidade de chuvas fortes	Revisão das regras de dimensionamento, com integração de novos dados meteorológicos ou coeficientes de segurança mais elevados	Revisão do dimensionamento da drenagem pluvial, especialmente tubos de queda e coletores prediais (em sistemas gravíticos) e da análise da necessidade de novas descargas de emergência (em especial em sistemas de drenagem sifónica) Instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (se possível)
Ondas de calor extremas (escassez de água)	Revisão das regras de dimensionamento, considerando maiores capacidades para os reservatórios prediais (quando existam) Instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e/ou de águas cinzentas Aplicação de dispositivos eficientes (de preferência obrigatório)	Realização de auditorias de eficiência hídrica Instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e/ou de águas cinzentas (se possível) Substituição dos dispositivos instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal ou de volume

No aumento da intensidade das precipitações, é necessário ajustar os padrões de dimensionamento da drenagem pluvial em novos edifícios e reavaliar os sistemas de drenagem nos edifícios existentes. Relativamente as ondas de calor extremas e ao risco inerente de escassez de água, é necessário também o ajuste das normas de projeto, especialmente no dimensionamento de reservatórios prediais, quando existentes, e aumento da eficiência no uso de água nos edifícios (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2015).

2.3. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) é um instrumento de política nacional, cujo principal objetivo é promover o Uso Eficiente da Água em Portugal, no período 2012-2020, nomeadamente nos setores urbanos, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios híbridos, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento socioeconómico do país (APA, 2012). No PNUEA são definidos objetivos estratégicos e específicos para os três setores, destacando-se, como objetivo estratégico para o setor urbano, a redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento. Como objetivos específicos destaca-se: “Promover a utilização de equipamentos normalizados e certificados para o uso eficiente da água, incentivando a sua produção e comercialização” (p. 21).

Importante mencionar, que no ano 2000 as estimativas apontavam para um desperdício no uso de água em cada setor abrangido pelo PNUEA de: 40% no setor agrícola, 30% na indústria e 40% no urbano (APA, 2012). No entanto, foram estabelecidas metas com o objetivo de se alcançar uma eficiência de uso de 80%, 65% e 85% para os setores urbanos, agrícola e industrial.

De referir que, para um consumo total anual estimado em 4 255 000 000 m³/ano as metas do PNUEA correspondem a uma poupança total de água superior a 100 000 000 m³/ano (APA, 2012).

A implementação do PNUEA baseia-se na concretização de um conjunto de medidas destinado a aumentar a eficiência no uso de água nos setores urbano (50 medidas), agrícola (23 medidas) e industrial (14 medidas). As medidas preveem a redução de perdas nos sistemas de condução de água e a redução dos consumos através da adequação tecnológica e adequação dos comportamentos. Na generalidade as medidas requerem a implementação em situação hídrica normal, prevendo também um conjunto de medidas para ser intensificado, ou implementado, durante períodos de escassez hídrica (APA, 2012).

Na **Tabela 3** far-se-á referência a algumas medidas aplicáveis ao uso urbano e de interesse para este trabalho.

Tabela 3: Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica normal (Adaptada de APA, 2012).

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Sistemas públicos		
Redução de consumos de água		
Medida 1	Otimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água	Redução do consumo de água, através da utilização de equipamentos e dispositivos mais eficientes
Medida 2	Redução de pressão no sistema público de abastecimento	Controle de pressões no sistema de distribuição pública, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 3	Utilização de sistema tarifário adequado	Estabelecimento de tarifas e escalões que permitam a aplicação de custos reais
Medida 4	Utilização de águas residuais urbanas tratadas	Uso da água tratada das ETAR's em usos adequados
Redução de perdas de água		
Medida 5	Redução de perdas de água no sistema predial de abastecimento	Redução do volume de água perdida na rede pública
Sistemas prediais de instalações coletivas		
Redução de consumos de água		
Medida 6	Redução de pressão nos sistema predial de abastecimento	Controle de pressões no sistema de distribuição predial, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 7	Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente	Reduzir o desperdício de água do banho, até que a temperatura ideal seja atingida
Medida 8	Reutilização ou uso de água de qualidade inferior	Utilização da água usada nos sistemas prediais, para fins adequados
Redução de perdas de água		

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 9	Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento	Redução do volume de água perdida na rede predial
Dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares		
Redução de consumos de água		
Autoclismos		
Medida 10	Adequação da utilização de autoclismos	Alteração de hábitos de uso do autoclismo para descargas mínimas
Medida 11	Substituição ou adaptação de autoclismos	Substituição de autoclismos por outros de menor consumo
Medida 12	Utilização de bacias de retrete sem uso de água	Substituição de retretes por outras que funcionem sem recurso a água
Medida 13	Utilização de bacias de retrete por vácuo	Substituição das retretes por outras que funcionem a vácuo
Chuveiros		
Medida 14	Adequação da utilização de chuveiros	Alteração de hábitos no duche e banho reduzindo o tempo de água corrente
Medida 15	Substituição ou adoção de chuveiros	Substituição de chuveiros por outros de menor gasto de água
Torneiras		
Medida 16	Adequação da utilização de torneiras	Alteração de hábitos da população de forma a evitar desperdícios de água
Medida 17	Substituição ou adaptação de torneiras	Substituição de torneiras por outras de menor gasto de água
Máquinas de lavar roupa		
Medida 18	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa	Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 19	Substituição de máquinas de lavar roupa	Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
Máquinas de lavar louça		
Medida 20	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça	Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 21	Substituição de máquinas de lavar louça	Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
Urinóis		
Medida 22	Adequação da utilização de urinóis	Garantir a regulação do volume em função do número de descargas
Medida 23	Adaptação da utilização de urinóis	Melhoria do funcionamento através da instalação de sistemas de controlo automático

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 24	Substituição de urinóis	Substituição de dispositivos convencionais por outros mais eficientes
Sistemas de aquecimento e refrigeração de ar		
Medida 25	Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar	Redução de consumos e perdas em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar
Usos exteriores		
Lavagem de pavimentos		
Medida 26	Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos	Alteração dos hábitos dos utilizadores de modo a reduzir a quantidade de água
Medida 27	Utilização de limpeza a seco de pavimentos	Substituição de água por métodos de limpeza a seco
Medida 28	Utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos	Substituição de água por água residual devidamente tratada
Lavagem de veículos		
Medida 30	Adequação de procedimentos na lavagem de veículos	Alteração de hábitos na forma de efetuar lavagens de veículos
Medida 31	Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos	Substituição de dispositivos convencionais por outros que funcionem a pressão
Medida 32	Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos	Utilização da água reciclada após tratamento adequado
Jardins e similares		
Medida 34	Adequação da gestão da rega em jardins e similares	Alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega
Medida 35	Adequação da gestão do solo em jardins e similares	Alteração das características do terreno para maior e melhor infiltração e armazenamento de água
Medida 36	Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares	Alteração das espécies plantadas para redução de água da rega
Medida 37	Substituição ou adaptação de tecnologias em jardins e similares	Substituição de sistemas de rega por outros de menor consumo
Medida 38	Utilização de água da chuva em jardins e similares	Alimentação de sistemas de rega por água da chuva
Medida 39	Utilização de água residual tratada em jardins e similares	Alimentação de sistemas de rega por água residual tratada
Piscinas, lagos e espelhos de água		
Medida 41	Adequação de procedimentos em piscinas	Alteração de comportamentos na lavagem de filtros e perdas por transbordo

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 42	Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água	Recirculação da água usada com um tratamento adequado
Medida 43	Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água	Realização periódica de ensaios de estanquidade e deteção de fugas
Medida 44	Redução de perdas por evaporação em piscinas	Instalação de uma cobertura na piscina quando não em uso
Medida 45	Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água	Utilização de água da chuva para suprir necessidades de reposição de água
Campos desportivos e outros espaços verdes de recreio		
Medida 47	Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Efetuar a rega de acordo com as necessidades da espécie vegetal semeada e com o tipo de solo existente
Medida 48	Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Utilização de água da chuva para suprir necessidades de rega
Medida 49	Utilização de água residual tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Utilização de água residual tratada para suprir necessidades de rega

As medidas 2, 3, 6, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 27, 30, 34, 41 e 47, são também aplicáveis em situações de escassez hídrica (seca). Na **Tabela 4** referem-se as medidas que só são aplicáveis em situação de escassez hídrica (seca).

Tabela 4: Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação de escassez hídrica (seca) (Adaptada de APA, 2012).

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 29	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 33	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de veículos	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 40	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 46	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 50	Limitação ou proibição total de rega de campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes com água potável	Utilização de água proveniente de outras fontes para lavagens

Para implementação das medidas definidas, o PNUEA foi estruturado em diferentes áreas programáticas, principalmente:

- Medição e reconversão de equipamentos de utilização de água;
- Sensibilização, informação e educação;
- Documentação, formação e apoio técnico;
- Regulamentação técnica, normalização, rotulagem e certificação.

As áreas programáticas estabelecidas, complementares entre si, visam a reconversão tecnológica e a adequação de comportamentos necessários à melhoria da eficiência do uso da água (APA, 2012).

2.4. Regulamento de atribuição de incentivos - Programa de apoio a edifícios mais sustentáveis

O Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro publicou o “Regulamento de Atribuição de Incentivos - Programa de Apoio a Edifícios Mais Sustentáveis” (**Figura 7**), que “tem como objetivo o financiamento de medidas que promovam a reabilitação, a descarbonização, a eficiência energética, a eficiência hídrica e a economia circular em edifícios, contribuindo para a melhoria do desempenho energético e ambiental dos

edifícios” (p.90). Neste sentido, são suscetíveis de financiamento através desta iniciativa ações a desenvolver em edifícios habitacionais existentes, construídos até 2006, que contribuam para as metas definidas no PNEC 2030 e na ELPRE, bem como para outros objetivos ambientais.



Figura 7: Regulamento de apoio a edifícios mais sustentáveis (Adaptada de Fundoambiental, s.d.).

O programa abrange todo o território nacional e tem como objetivo apoiar candidaturas que podem incluir uma ou mais das seguintes tipologias de projetos (p.90):

- a) *Substituição de janelas não eficientes por janelas eficientes, de classe igual ou superior a “A+”;*
- b) *Requalificação do isolamento térmico segundo o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), envolvente interior e exterior:*
 - i. *Em coberturas ou pavimentos exteriores e interiores;*
 - ii. *Em paredes exteriores ou interiores;*
- c) *Sistemas de aquecimento e/ou arrefecimento ambiente e de águas quentes sanitárias (AQS) que recorram a energia de fonte renovável, de classe A+ ou superior;*
- d) *Instalação de painéis fotovoltaicos e outros equipamentos de produção de energia renovável para autoconsumo;*
- e) *Intervenções que visem a eficiência hídrica, incluindo a substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes;*
- f) *Intervenções que promovam a incorporação de biomateriais, materiais reciclados, soluções de base natural, fachadas e coberturas verdes e soluções de arquitetura bioclimática, sobre prédios urbanos ou suas frações autónomas existentes.*

São elegíveis pessoas singulares proprietárias de edifícios de habitação existentes e ocupados, unifamiliares, de frações autónomas em edifícios multifamiliares ou de edifícios multifamiliares, construídos até ao final do ano de 2006 (data da entrada em vigor do regulamento onde é criado o certificado energético).

A dotação do incentivo é de 1.750.000 €, em 2020, e de 1.750.000 €, em 2021. Cada candidato está limitado a um incentivo total máximo de 15.000 €, sendo o limite máximo por edifício unifamiliar ou fração autónoma de 7.500 €.

A comparticipação e o limite máximo de despesas suportadas pelo Fundo Ambiental (FA) para cada projeto a apoiar no âmbito do Regulamento são os seguintes (**Tabela 5**):

Tabela 5: Tipologias de intervenção (Adaptada de Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro).

Número de tipologia	Tipologia de projeto (*)	Taxa de comparticipação	Limite
1	Janelas eficientes, de classe igual ou superior a “A”	70%	1.500 €
2	Isolamento térmico, desde que efetuado com ecomateriais ou materiais reciclados	-	-
2.1	Isolamento térmico em coberturas ou pavimentos exteriores e interiores	70%	1.500 €
2.2	Isolamento térmico em paredes exteriores ou interiores	70%	3.000 €
3	Sistemas de aquecimento e/ou arrefecimento ambiente e de águas quentes sanitárias (AQS) que recorram a energia de fonte renovável, de classe A+ ou superior:	-	-
3.1	Bomba de calor	70%	2.500 €
3.2	Sistema solar térmico	70%	2.500 €
3.3	Caldeiras e recuperadores a biomassa com elevada eficiência)	70%	1.500 €
3.4	Caldeiras elétricas quando acopladas a outros sistemas que recorram a energias renováveis (bombas de calor e painéis solares)	70%	750 €
4	Instalação de painéis fotovoltaicos e outros equipamentos de produção de energia renovável para autoconsumo	70%	2.500 €
5	Intervenções que visem a eficiência hídrica: substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes (torneiras - casas de banho, lava-loiças; chuveiros; autoclismos, autoclismos com dupla entrada de água (potável e não potável), fluxómetros, redutores de pressão, reguladores de caudal)	70%	500 €

Número de tipologia	Tipologia de projeto ^(*)	Taxa de participação	Limite
6	Intervenções que promovam a incorporação de biomateriais, materiais reciclados, soluções de base natural, fachadas e coberturas verdes e soluções de arquitetura bioclimática	70%	3.000 €

(*) As especificações de eficiência de cada uma das tipologias de projeto constam no anexo I do Regulamento.

Segundo o Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro, um candidato pode apresentar mais do que uma candidatura desde que as mesmas visem diferentes edifícios e/ou diferentes frações autónomas. Cada candidatura pode incluir uma ou mais tipologias de projetos.

Os fabricantes e instaladores das soluções apoiadas pelo Regulamento, empresas e respetivos técnicos, devem possuir alvará que os habilite a proceder a intervenção e estar inscritos nas plataformas existentes desenvolvidas para cada tipologia de projeto, sempre que aplicável (portal Casa eficiente, portal Casa+, portal Classe+, portal SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios), por forma a garantir a escolha de peritos qualificados para cada intervenção.

As condições específicas de elegibilidade para cada tipologia de projeto encontram-se no anexo I do Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro, destacando-se a tipologia 5:

- Intervenções que visem a eficiência hídrica: substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes:
 - Certificação ANQIP para todos os equipamentos;
 - Classe eficiência hídrica dos equipamentos igual ou superior a “A”.

De acordo com o referido Despacho, são consideradas com despesas elegíveis todas aquelas cujos custos foram faturados e pagos na sua totalidade e objeto de entrega ou de instalação e que observem os seguintes critérios:

- Despesas com data posterior a 7 de setembro de 2020;
- Serem utilizadas com o único propósito de alcançar o(s) objetivo(s) deste incentivo;
- Cumprirem com os requisitos da legislação tributária e contributiva.

O prazo para apresentação das candidaturas ao incentivo decorre desde o dia 7 de setembro de 2020 até às 23 horas e 59 minutos do dia 31 de dezembro de 2021 ou até esgotar a dotação prevista.

As candidaturas devem ser apresentadas ao FA através do preenchimento de um formulário disponível no sítio do FA (Fundoambiental, s.d.) dedicado a esta iniciativa.

2.5. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos

A redução de consumos pode ser obtida pela via económica, sociológica ou técnica. A via económica abrange, em regra, o aumento progressivo do preço da água, ou a aplicação de multas/prémios por consumo excessivo/reduzido em relação à média (como foi feito entre 2014 e 2016 em S. Paulo, no Brasil), enquanto a via sociológica (ou comportamental) compreende, por exemplo, a sensibilização dos cidadãos para a importância das medidas de eficiência hídrica e a informação ou formação neste domínio dos agentes que têm intervenção no setor (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). Também Silva, Erazo e Cruz (2012) consideram que os cidadãos devem ser sensibilizados e incentivados a usar a água de forma racional.

De uma forma geral, a rotulagem da eficiência hídrica de produtos tem sido implementada em diversos países de forma voluntária. A ANQIP, indo de encontro aos objetivos definidos no PNUEA, estabeleceu um sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica para produtos comercializados em Portugal, embora os seus rótulos possam ser considerados e aceites noutros países (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A ANQIP optou também por um modelo voluntário, representando-se, na **Figura 8**, o rótulo ANQIP e na **Figura 9** os rótulos genéricos que foram adotados (Pimentel-Rodrigues, 2008).



Figura 8: Rótulo ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, s.d).



Figura 9: Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; Pimentel-Rodrigues, 2008; ANQIP, s.d).

Tendo em atenção o conforto das utilizações, aspetos de saúde pública e a performance das redes prediais, a eficiência considerada ideal, corresponde à letra A, utilizando-se também uma indicação gráfica por gotas, para melhor compreensão do símbolo, bem como uma pequena barra lateral indicativa. A existência das classificações A+ e A++ tem em vista os produtos com eficiência muito elevada, mas com condicionantes de instalação ou de utilização, sendo, nestes casos, os rótulos gerais complementados com informações especiais, de acordo com a ETA (Especificação Técnica ANQIP) específica de cada produto (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O sistema é assim baseado em ETA desenvolvidas por Comissões Técnicas da ANQIP para os diversos produtos, estabelecendo os necessários valores de referência para atribuição a cada uma das letras e também as condições de realização dos ensaios. As condições de adoção do sistema encontram-se descritas na Especificação Técnica ANQIP ETA 0802 – Regulamento do Sistema Voluntário ANQIP de Certificação e Rotulagem

de Eficiência Hídrica de Produtos (ANQIP, ETA 0802, 2015). No âmbito do referido sistema, entende-se por produto tipo cada uma das seguintes categorias:

- Autoclismos;
- Chuveiros e sistemas de duche;
- Torneiras (exceto duche) e fluxómetros;
- Outros dispositivos não especificados nos itens anteriores.

A certificação e a autorização de rotulagem têm uma validade de 5 anos, sendo as características e condições de utilização dos rótulos definidas na Especificação Técnica ANQIP ETA 0803 – Rótulos de eficiência hídrica de produtos (ANQIP, ETA 0803, 2015). A ANQIP mantém um registo, que publicita, com todos os produtos certificados, a respetiva categoria de rotulagem e a validade da certificação. Periodicamente, edita também um catálogo digital, disponível no *site* (ANQIP, s.d).

A ANQIP desenvolveu as seguintes especificações técnicas, no âmbito da certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos:

- ETA 0804 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0804, 2015);
- ETA 0805 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0805, 2015);
- ETA 0806 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0806, 2015);
- ETA 0807 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0807, 2015);
- ETA 0808 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0808, 2015);
- ETA 0809 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0809, 2015).

2.5.1. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de autoclismos

Os autoclismos das bacias de retrete representam um dos maiores consumos de água no ciclo predial em Portugal (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2011b; 2010; Pimentel-Rodrigues, 2008). A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto poderá ser feita de acordo com as categorias e tolerâncias da **Tabela 6**.

Tabela 6: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (ANQIP, ETA 0804, 2015).

Volume nominal (L)	Tipo de descarga	Categoria de eficiência hídrica	Tolerância (volume máximo – descarga completa)	Tolerância (volume mínimo de descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 – 4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4,0	C/interrupção de descarga	A+	4,0 – 4,5	–
5,0	C/interrupção de descarga	A	4,5 – 5,5	–
6,0	C/interrupção de descarga	B	6,0 – 6,5	–
7,0	C/interrupção de descarga	C	7,0 – 7,5	–
9,0	C/interrupção de descarga	D	8,5 – 9,0	–
4,0	Completa	A	4,0 – 4,5	–
5,0	Completa	B	4,5 – 5,5	–
6,0	Completa	C	6,0 – 6,5	–
7,0	Completa	D	7,0 – 7,5	–
9,0	Completa	E	8,5 – 9,0	–

A ANQIP estabeleceu, para os autoclismos de pequeno volume, categorias de eficiência hídrica A+ e A++ (ou ainda A em alguns casos), a inclusão obrigatória no rótulo do aviso, relativo à necessidade de garantir a performance do conjunto e condições de drenagem compatíveis na rede predial (ANQIP, ETA 0804, 2015; ANQIP, ETA 0805, 2015; Pimentel-Rodrigues, 2008), adotando, por exemplo, inclinações superiores às mínimas regulamentares. O sistema de rotulagem da ANQIP, ao incluir os referidos avisos, é uma solução muito adequada, que não se observa noutros esquemas de

rotulagem existentes a nível europeu ou mesmo mundial (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Importa mencionar que a ANQIP tem vindo a desenvolver diversos estudos experimentais, de modo a estabelecer condições de conceção e dimensionamento das redes com dispositivos eficientes, a integrar em próxima revisão do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Neste sentido, pode considerar-se, para um autoclismo de 4 litros, um ramal de DN 90 com inclinação próxima de 2%, ou, no caso de um autoclismo de 6 litros, uma inclinação igual ou superior a 1%, com DN 90 ou DN 110. As configurações com DN 90 consideram-se adequadas em edifícios residenciais, mas em edifícios públicos pode ser adotada a segunda configuração com DN 110 (Silva-Afonso, Bernardo & Pimentel-Rodrigues, 2013).

2.5.2. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de chuveiros e sistemas de duche

Os sistemas de duche e os chuveiros representam, em Portugal, mais de 30% da média diária do consumo doméstico. A eficiência hídrica, neste âmbito, também reduz de forma considerável o consumo energético utilizado no aquecimento do sistema de água quente do edifício (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A ANQIP ETA 0806 esclarece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche. Consideram-se no âmbito desta especificação técnica citada anteriormente, os seguintes dispositivos ou conjuntos de dispositivos (ANQIP, ETA 0806, 2015):

- Chuveiro (cabeça de duche), isoladamente;
- Sistema de duche (torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa).

De acordo Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), “Em relação às banheiras, entendeu-se que as torneiras não devem ser classificadas, dado que o consumo de água depende do volume da banheira que se pretende encher e não do caudal do dispositivo”. Os interruptores de caudal colocados a jusante da torneira poderão ser equiparados a “eco-stop” para efeitos de aplicação da **Tabela 7**, desde que o produto seja acompanhado de

avisos sobre a necessidade de existirem válvulas de retenção ou sistemas equivalentes que impeçam a comunicação direta entre redes (água quente e água fria) durante a interrupção do escoamento (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tabela 7: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP ETA 0806, 2015).

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

(*) Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

2.5.3. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de torneiras e fluxómetros de mictórios

As torneiras são o dispositivo de utilização mais comum, quer em habitações quer em instalações coletivas (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A frequência de uso, de difícil quantificação e com grande variação temporal e espacial, é bastante elevada. Esta variação também se verifica em termos de duração da utilização, a qual pode variar entre poucos segundos até vários minutos. A Especificação Técnica ANQIP ETA 0808 (ANQIP, ETA 0808, 2015) estabelece as condições para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros. Assim, são considerados no âmbito da referida Especificação os seguintes dispositivos:

- Torneiras de lavatório;
- Torneiras de cozinha;
- Fluxómetros de mictórios.

Para as torneiras de lavatório (residências), o modelo implementado considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um consumo de água até 2,0 L/min (**Tabela 8**).

Tabela 8: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de lavatório (residências) (ANQIP, ETA 0808, 2015).

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

⁽¹⁾ Entende-se como arejador uma ponteira que, através de emulsão de ar, permita uma utilização cómoda da torneira com baixo caudal. A utilização de ponteira pulverizadora (*spray*) ou de fluxo laminado, considera-se equivalente ao arejador.

⁽²⁾ Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

Para as torneiras de cozinha, o modelo considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um consumo de água até 4,0 L/min (**Tabela 9**). De referir que nas zonas públicas pode ser recomendável a utilização de torneiras da letra B ou superior, por razões de saúde pública (maior eficácia na limpeza) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2015; ANQIP, ETA 0809, 2015).

Tabela 9: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de cozinha (ANQIP, ETA 0808, 2015).

Caudal (L/min)	Torneiras de cozinha	Torneiras de cozinha com “eco-stop” ou arejador ⁽¹⁾	Torneiras de cozinha com “eco-stop” e arejador ⁽¹⁾
$Q \leq 4,0$	A+	A++ ⁽²⁾	A++ ⁽²⁾
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 \leq Q \leq 9,0$	B	A	A+
$9,0 \leq Q \leq 12,0$	C	B	A
$12,0 \leq Q \leq 15,0$	D	C	B
$15,0 < Q$	E	D	C

⁽¹⁾ Entende-se como arejador uma ponteira que, através de emulsão de ar, permita uma utilização cómoda da torneira com baixo caudal. A utilização de ponteira pulverizadora (*spray*) ou de fluxo laminado, considera-se equivalente ao arejador.

⁽²⁾ Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

É recomendada a utilização de torneiras com arejador ou solução equivalente, por razões de conforto na utilização, para as categorias A++ e A+ (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

Relativamente aos fluxómetros de mictório, o modelo implementado considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um volume de descarga entre 2,0 e 4,0 litros (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017) (**Tabela 10**).

Tabela 10: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de fluxómetros de mictório (ANQIP, ETA 0808, 2015).

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

Os rótulos A+ e A++ aplicáveis a fluxómetros de mictórios deverão ter associada a indicação “Válido apenas para mictórios cuja performance seja garantida com estes volumes de descarga” (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017, p. 48).

Pretendendo dar um contributo para os objetivos específicos do setor urbano definidos no PNUEA (APA, 2012), estudos realizados por Morais (2019), Vale (2019) e Zavattieri (2020), pretenderam avaliar o potencial de eficiência hídrica em edifícios públicos da cidade de Bragança, propondo medidas para a redução do consumo de água potável. Fizeram ainda um estudo de viabilidade técnico-económica das várias soluções que apresentaram. De acordo com os referidos autores, todas as soluções propostas para a redução do consumo de água potável em centros escolares e piscinas municipais (e.g. regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização, tais como torneiras e chuveiros, bem como a mudança de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega), poderão, do ponto de vista do funcionamento hidráulico-sanitário e construtivo, bem como em termos económicos ser implementadas.

Na **Tabela 11** é apresentada uma estimativa dos valores de água consumida anualmente nos três edifícios, a partir de dados disponibilizados pela Câmara Municipal de Bragança (CMB) e medidos “in situ”, bem como uma estimativa da poupança anual de água e do tempo de retorno do investimento, associada à solução mais viável de

regulação/substituição de dispositivos de utilização convencionais, por outros certificados pela ANQIP.

Tabela 11: Estimativa anual de água potável consumida, de poupança de água e do tempo de retorno do investimento associada às soluções mais viáveis de regulação/substituição de dispositivos de utilização.

Edifícios	Centro Escolar da Sé	Centro Escolar de Santa Maria	Piscinas municipais
Consumo de água (m ³ /ano)	5.016,66	2,604,17	16.560,48
Poupança de água (%)	46,0	47,2	20,4
Investimento inicial (€)	6.072,29	5.229,59	3.149,48
Poupança na fatura de água (€/ano)	4.407,95	4.926,52	11.518,11
Tempo de retorno do investimento	2 anos	2 anos	3 meses
Autores	Morais (2019)	Vale (2019)	Zavattieri (2020)

3. Material e Métodos

No presente capítulo apresenta-se uma descrição dos edifícios residenciais, nomeadamente:

- Um edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1);
- Um apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2);
- Um apartamento T2 dos anos 2000 (caso de estudo 3), mais precisamente do ano de 2005.

São também apresentados os consumos de água nos edifícios em estudo.

3.1. Descrição dos edifícios residenciais e consumos de água

3.1.1. Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)

O caso de estudo 1, refere-se a uma moradia unifamiliar geminada (**Figura 10**), constituída por rés-do-chão e piso 1, localizada na Região Norte e sub-região de Terras de Trás-os-Montes de Portugal, mais precisamente no concelho de Mogadouro (**Figura 11**). O edifício em questão é habitado por uma família de três pessoas. O piso 1 contempla: três quartos; uma instalação sanitária com uma bacia de retrete, um bidé (o qual não é praticamente utilizado), um lavatório e uma banheira; uma cozinha com pia lava-loiça, uma máquina de lavar loiça e uma máquina de lavar roupa; uma sala de jantar e uma sala de estar.



Figura 10: Alçado principal do edifício de habitação unifamiliar dos anos 80.

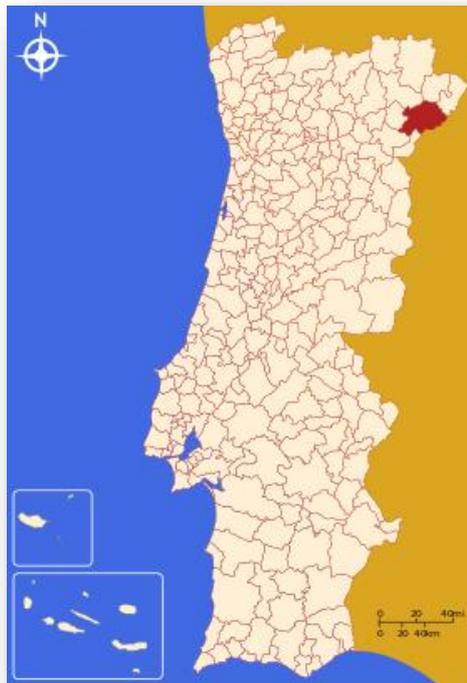


Figura 11: Localização do concelho de Mogadouro.

O autoclismo convencional instalado na instalação sanitária é de descarga completa (**Figura 12**), estimando-se que seja de 9 L, tal como referido pelo proprietário do edifício por análise de documentos do fabricante.



Figura 12: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 1.

Relativamente aos gastos das máquinas de lavar loiça e roupa, a informação foi obtida por consulta dos manuais dos equipamentos, sendo cerca de 12 L e 39 L por lavagem, respetivamente.

Para medição do caudal da torneira de lavatório (**Figura 13-(a)**), de monocomando, utilizou-se um copo graduado e um cronómetro. Colocou-se o copo graduado debaixo da torneira e mediu-se o tempo necessário para encher 1 litro, seguindo assim a metodologia de Morais (2019), Vale (2019), Zavattieri (2020) e Faria (2020). A mesma metodologia foi usada para medir o caudal da torneira de cozinha (**Figura 13-(b)**).

Para obtenção do valor do caudal do chuveiro, o ensaio foi realizado registando-se o tempo de duração de preenchimento de um certo volume “X” num balde de capacidade de 10 L, como mostra a **Figura 13-(c)**. Em seguida, com o auxílio de um copo graduado de 1 L, foi encontrado o valor desse volume “X” adquirido no balde.

Foram realizadas três medições em cada dispositivo de utilização.

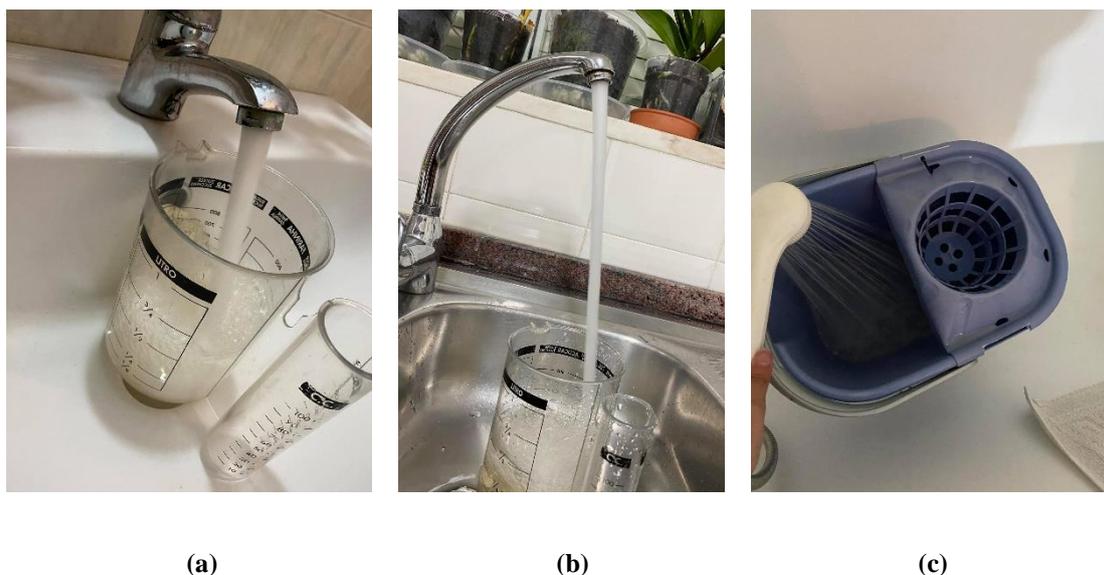


Figura 13: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 1: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.

O resultado das medições de caudais efetuadas aos dispositivos presentes no referido edifício apresenta-se na **Tabela 12**.

Tabela 12: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 1).

Dispositivo	Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)
	Consumo (L/min) ou (L/lavagem)
Autoclismo de bacia de retrete	9,0
Torneira de lavatório	5,7
Torneira de cozinha	4,5
Chuveiro	16,1
Máquina de lavar loiça	12
Máquina de lavar roupa	39

Com base nas faturas de água referentes ao período de julho de 2019 a junho de 2020, foi estimado o consumo mensal de água no edifício (**Figura 14**). A mediana do consumo é de cerca de **11 m³** por mês.

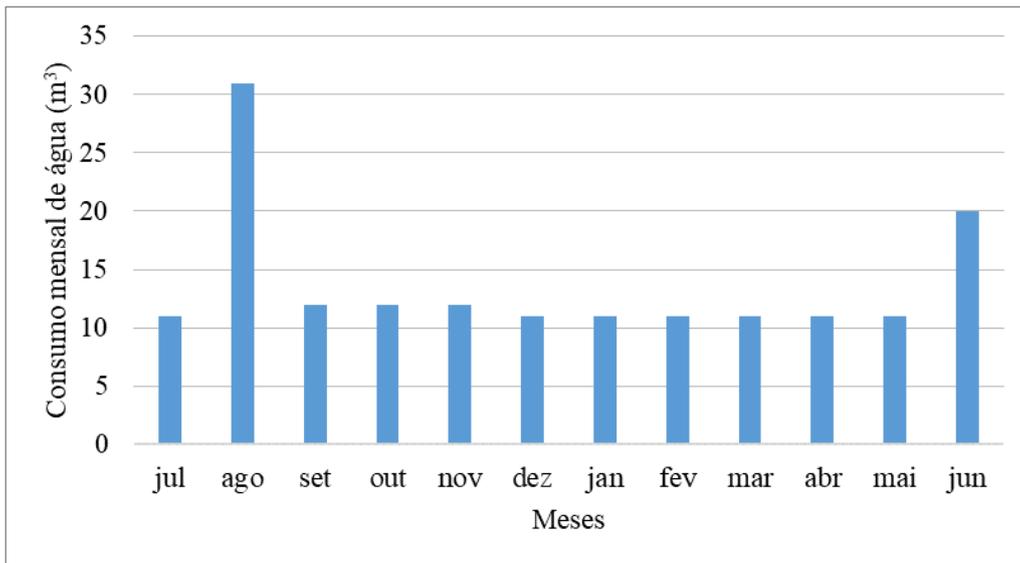


Figura 14: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 1).

A **Tabela 13** apresenta a distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício de habitação unifamiliar, o qual foi estimado com base nas faturas de água e pelos hábitos de consumo de água dos habitantes do edifício.

Tabela 13: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 1).

Dispositivo	Total (m³/ano)	Total (m³/mês)
Autoclismo de bacia de retrete	48,60	4,05
Torneira de lavatório	6,16	0,51
Torneira de cozinha	9,72	0,81
Chuveiro	55,06	4,59
Outros usos	12,46	1,04
Total	132,00	11,00

A **Figura 15** apresenta esses dados de forma mais visual, permitindo observar as maiores parcelas de consumo de água no edifício.

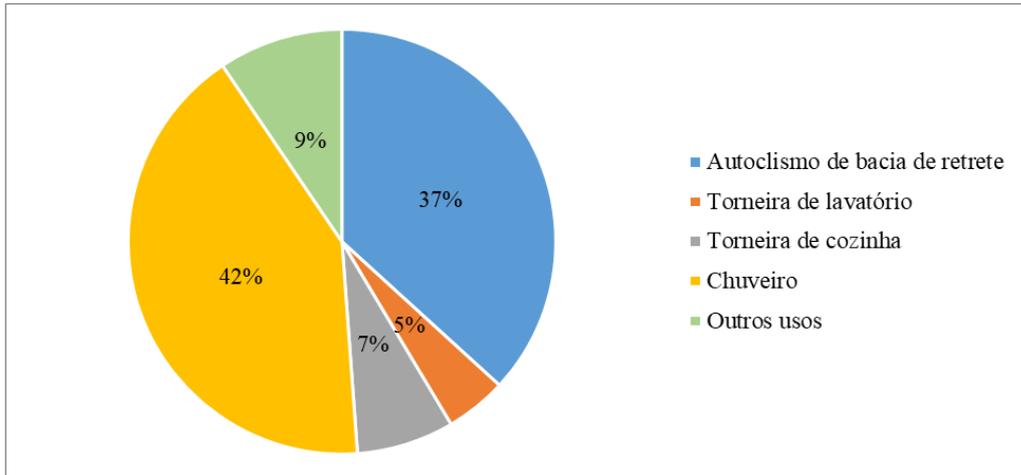


Figura 15: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 1).

3.1.2. Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)

O segundo caso de estudo foi desenvolvido com base num apartamento T1, também localizado no concelho de Mogadouro, com cerca de 22 anos (**Figura 16**), sendo habitado por uma pessoa. O apartamento tem cerca de 70 m² de área, sendo constituído por: um quarto, uma sala e uma instalação sanitária equipada com uma banheira, uma bacia de retrete e um lavatório. A cozinha tem uma pia lava-loiça e uma máquina de lavar roupa.



Figura 16: Alçado principal do apartamento T1 dos anos 90.

O autoclismo convencional instalado na instalação sanitária, é também de descarga completa (**Figura 17**), estimando-se que seja de 9 L, tal como referido pelo proprietário do edifício por análise de documentos do fabricante.



Figura 17: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 2.

Relativamente aos gastos da máquina de lavar a roupa, a informação foi obtida por consulta dos manuais dos equipamentos, sendo cerca 54 L por lavagem.

Tal como no caso de estudo 1, para medição do caudal da torneira de lavatório (**Figura 18-(a)**), misturadora com dois registos, utilizou-se um copo graduado e um cronómetro. Colocou-se o copo graduado debaixo da torneira e mediu-se o tempo necessário para encher 1 litro, seguindo assim a metodologia de Moraes (2019), Vale (2019), Zavattieri (2020) e Faria (2020). A mesma metodologia foi usada para medir o caudal da torneira de cozinha (**Figura 18-(b)**).

Para obtenção do valor do caudal do chuveiro, o ensaio foi realizado, tal como no caso de estudo 1, registando-se o tempo de duração de preenchimento de um certo volume “X” num balde de capacidade de 10 L, como mostra a **Figura 18-(c)**. Em seguida, com o auxílio de um copo graduado de 1 L, foi encontrado o valor desse volume “X” adquirido no balde.

Foram realizadas três medições em cada dispositivo de utilização.



Figura 18: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 2: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.

O resultado das medições de caudais efetuadas aos dispositivos presentes no referido edifício apresenta-se na **Tabela 14**.

Tabela 14: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 2).

Dispositivo	Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)
	Consumo (L/min) ou (L/lavagem)
Autoclismo de bacia de retrete	9,0
Torneira de lavatório	6,4
Torneira de cozinha	4,7
Chuveiro	12,9
Máquina de lavar roupa	54

Com base nas faturas de água referentes ao período de julho de 2019 a junho de 2020, foi estimado o consumo mensal de água no edifício (**Figura 19**). A mediana do consumo é de cerca de **5 m³** por mês.

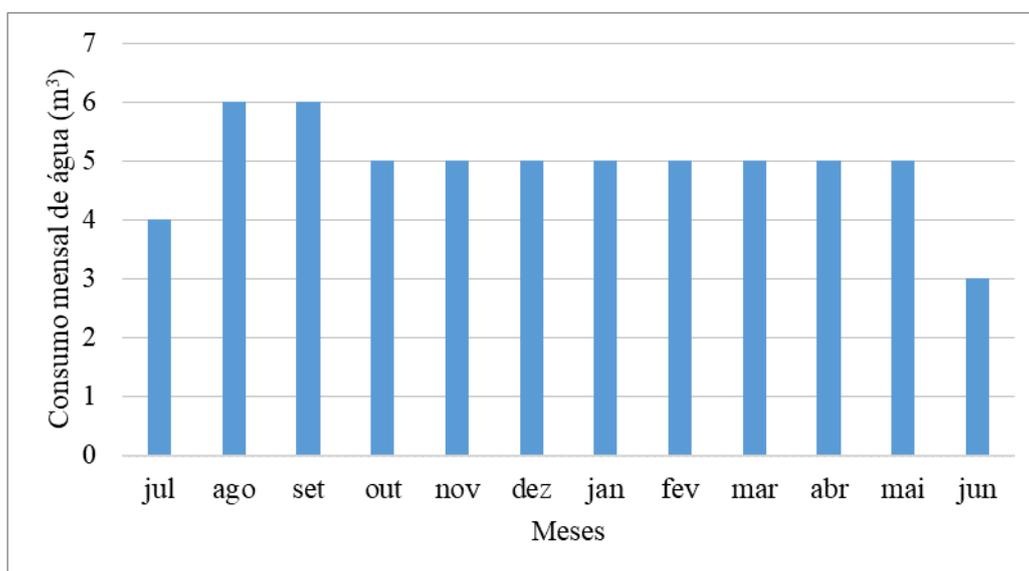


Figura 19: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 2).

A **Tabela 15** apresenta a distribuição do consumo anual e mensal de água no apartamento T1, o qual foi estimado com base nas faturas de água e pelos hábitos de consumo de água do habitante do edifício.

Tabela 15: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 2).

Dispositivo	Total (m³/ano)	Total (m³/mês)
Autoclismo de bacia de retrete	16,20	1,35
Torneira de lavatório	2,88	0,24
Torneira de cozinha	14,66	1,22
Chuveiro	20,90	1,74
Outros usos	5,36	0,45
Total	60,00	5,00

A **Figura 20** apresenta esses dados de forma mais visual, permitindo observar as maiores parcelas de consumo de água no edifício.

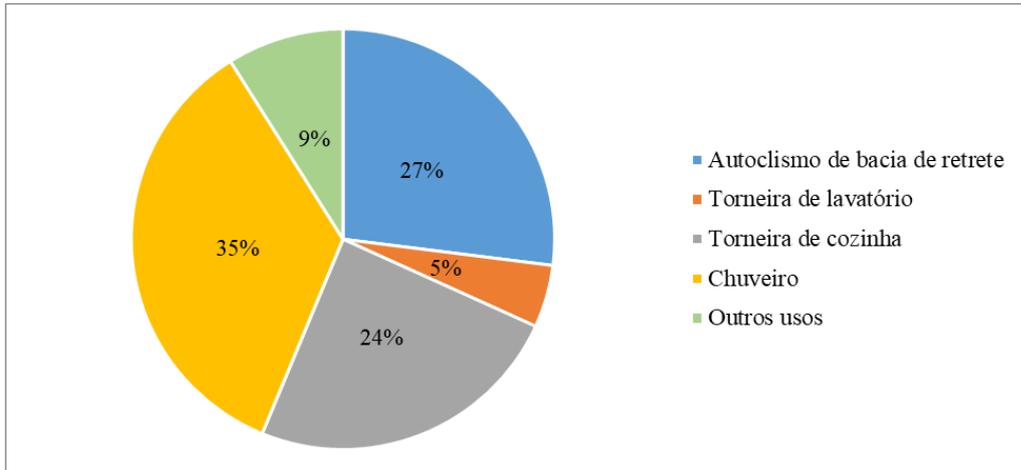


Figura 20: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 2).

3.1.3. Apartamento T2 dos anos 2000 (caso de estudo 3)

O terceiro caso de estudo foi desenvolvido com base num apartamento T2, com cerca de 15 anos (**Figura 21**), localizado na Região Norte de Portugal, no Porto, na zona residencial de Matosinhos (Padrão da Légua) (**Figura 22**), habitado por uma pessoa.



Figura 21: Alçado principal do apartamento T2 do ano de 2005.

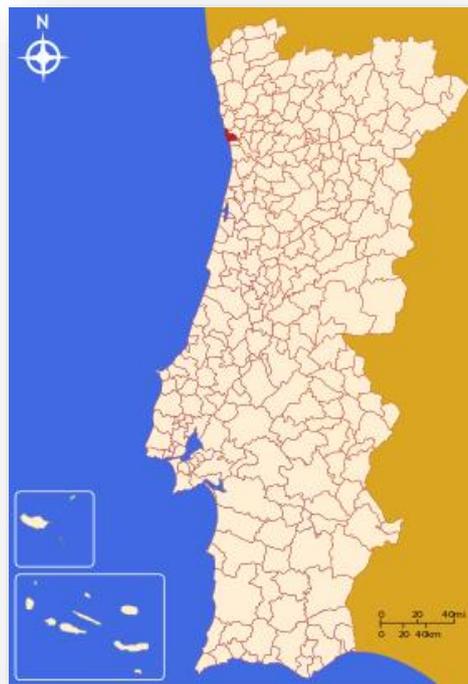


Figura 22: Localização do concelho de Matosinhos.

O apartamento tem cerca de 85,08 m² de área, tem dois quartos, existindo apenas uma instalação sanitária para uso comum, equipada com banheira, bidé (o qual não é praticamente utilizado, tal como no caso de estudo 1), lavatório e bacia de retrete. A cozinha tem um lava-loiça, uma máquina de lavar roupa, e uma máquina de lavar loiça.

O autoclismo convencional instalado é de descarga completa (**Figura 23**), estimando-se que seja de 9 L, tal como referido pelo proprietário do edifício por análise de documentos do fabricante.

Relativamente aos gastos das máquinas de lavar loiça e roupa, a informação foi obtida por consulta dos manuais dos equipamentos, sendo cerca de 10 L e 42 L por lavagem, respetivamente.



Figura 23: Autoclismo de bacia de retrete do caso de estudo 3.

Para medição do caudal da torneira de lavatório (**Figura 24-(a)**), de monocomando, utilizou-se um copo graduado e um cronómetro, tal como nos casos de estudo 1 e 2. Colocou-se o copo graduado debaixo da torneira e mediu-se o tempo necessário para encher 1 litro, seguindo assim a metodologia de Morais (2019), Vale (2019), Zavattieri (2020) e Faria (2020). A mesma metodologia foi usada para medir o caudal da torneira de cozinha (**Figura 24-(b)**).

Para obtenção do valor do caudal do chuveiro, tal como nos casos de estudo 1 e 2, o ensaio foi realizado registando-se o tempo de duração de preenchimento de um certo volume “X” num balde de capacidade de 10 L, como mostra a **Figura 24-(c)**. Em seguida, com o auxílio de um copo graduado de 1 L, foi encontrado o valor desse volume “X” adquirido no balde.

Foram realizadas três medições em cada dispositivo de utilização.

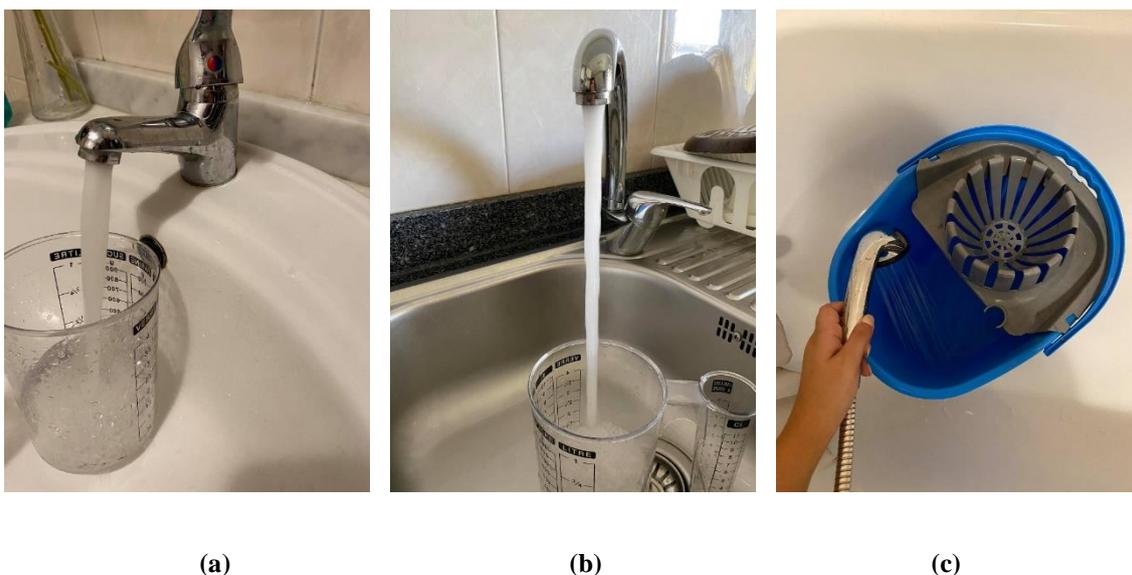


Figura 24: Medições realizadas nos dispositivos de utilização do caso de estudo 3: (a) Torneira de lavatório; (b) Torneira de cozinha; (c) Chuveiro.

O resultado das medições de caudais efetuadas aos dispositivos presentes no referido edifício apresenta-se na **Tabela 16**.

Tabela 16: Caracterização dos dispositivos do edifício (caso de estudo 3).

Dispositivo	Apartamento T2 dos anos 2000 (caso de estudo 3)
	Consumo (L/min) ou (L/lavagem)
Autoclismo de bacia de retrete	9,0
Torneira de lavatório	7,1
Torneira de cozinha	5,7
Chuveiro	7,8
Máquina de lavar loiça	10
Máquina de lavar roupa	42

Com base nas faturas de água referentes ao período de julho de 2019 a junho de 2020, foi estimado o consumo mensal de água no edifício (**Figura 25**). A mediana do consumo é de cerca de **4 m³** por mês.

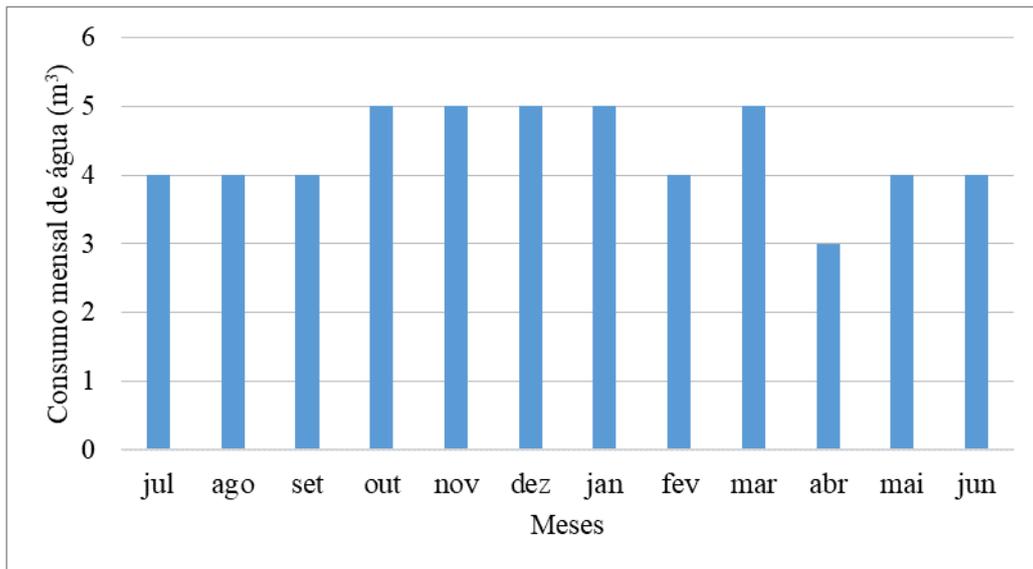


Figura 25: Estimativa do consumo mensal de água no período de julho de 2019 a junho de 2020 (caso de estudo 3).

A **Tabela 17** apresenta a distribuição do consumo anual e mensal de água no apartamento T2, o qual foi estimado com base nas faturas de água e pelos hábitos de consumo de água do habitante do edifício.

Tabela 17: Estimativa da distribuição do consumo anual e mensal de água no edifício (caso de estudo 3).

Dispositivo	Total (m³/ano)	Total (m³/mês)
Autoclismo de bacia de retrete	16,20	1,35
Torneira de lavatório	2,56	0,21
Torneira de cozinha	4,10	0,34
Chuveiro	19,66	1,64
Outros usos	5,48	0,46
Total	48,00	4,00

A **Figura 26** apresenta esses dados de forma mais visual, permitindo observar as maiores parcelas de consumo de água no edifício.

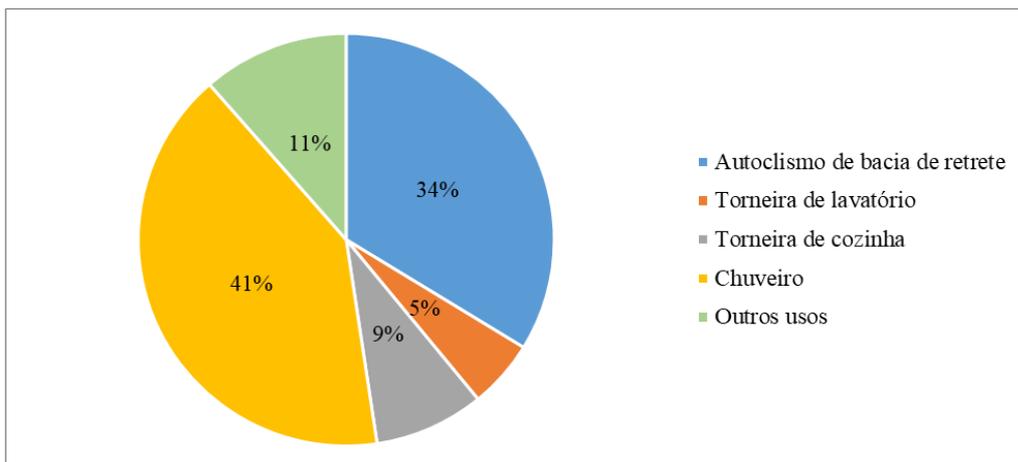


Figura 26: Estimativa da percentagem de água afeta a cada uso no edifício (caso de estudo 3).

As taxas fixas e variáveis para o abastecimento de água, saneamento urbano e resíduos sólidos urbanos de edifícios residenciais são as que se apresentam na **Tabela 18** e na **Tabela 19**, para o concelho de Mogadouro e Matosinhos, respetivamente.

Tabela 18: Tarifas fixas e variáveis para utilizadores domésticos no concelho de Mogadouro (Câmara Municipal de Mogadouro, s.d.)

Domésticos			
Tarifas fixas (€)			
	Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
	1,53	1,52	2,03
Tarifas variáveis (€/m³)			
	Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
1.º Escalão: 0 – 5 m ³	0,41	0,16	0,26
2.º Escalão: 6 – 15 m ³	0,70	0,26	
Recursos hídricos - Água		Recursos hídricos - Águas residuais	
0,0201		0,0134	

Tabela 19: Tarifas fixas e variáveis para utilizadores domésticos no concelho de Matosinhos
(INDAQUA, s.d.)

Domésticos			
Tarifas fixas (€)			
Abastecimento de água		Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
3,9454		1,4285	3,00
Tarifas variáveis (€/m³)			
Abastecimento de água		Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
1.º Escalão: 0 – 5 m ³	0,6375	0,1988	0,47
Recursos hídricos Água	Recursos hídricos Águas Residuais	Gestão de resíduos	
0,0364	0,0010	0,0270	

4. Resultados e Discussão

No presente capítulo apresenta-se e descreve-se uma proposta de soluções para redução do consumo de água potável nos edifícios, recorrendo à substituição de dispositivos de utilização existentes, por outros certificados pela ANQIP. Apresenta-se a redução do consumo de água e é feito um estudo de viabilidade técnico-económica dos cenários propostos.

No final, mostram-se os benefícios de uma possível candidatura ao Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis e que se enquadra na Tipologia 5: Intervenções que visem a eficiência hídrica, incluindo a substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes.

4.1. Proposta de soluções para redução do consumo de água potável nos edifícios

4.1.1. Soluções para redução do consumo de água

Tendo em vista a aplicação do primeiro R da eficiência hídrica em edifícios, e face aos consumos de água anteriormente apresentados, são propostas as seguintes soluções para redução do consumo de água potável nos três edifícios (**Tabela 20**).

Tabela 20: Soluções propostas para redução do consumo de água potável nos três edifícios.

Edifício	Cenários	Medidas
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	- Substituição do autoclismo
	1.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro
	1.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	- Substituição do autoclismo
	2.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro
	2.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	- Substituição do autoclismo
	3.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro
	3.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro

4.1.2. Descrição das soluções propostas

Nos três edifícios propõe-se a substituição dos autoclismos de descarga completa por autoclismos de dupla descarga (6 L/3 L), certificados pela ANQIP e que se encontram no catálogo digital, disponível no site (ANQIP, s.d.) (**Figura 27**). É uma medida que se enquadra na tipologia 5 do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 27: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Autoclismos (ANQIP, s.d.)

Face aos equipamentos existentes nas instalações sanitárias, foi escolhido da marca Sanitana, o autoclismo de dupla descarga (6 L/3 L), modelo “Regina”, referência “RGTC4MKF”, preço 88,00 €, sem IVA, para os edifícios dos casos de estudo 1 e 2 (**Figura 28 – (a)**). Para o edifício do caso de estudo 3, foi escolhido o autoclismo de dupla descarga (6 L/ 3 L), modelo “Munike”, referência MPTCLMKF, preço 60,00 €, sem IVA (**Figura 28 – (b)**). Os autoclismos são da categoria “A”, e estão de acordo com os requisitos do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 28: Autoclismos certificados pela ANQIP (ANQIP, s.d.).

Dados os caudais das torneiras de lavatório existentes nas instalações sanitárias dos edifícios (5,7 L/min, caso de estudo 1; 6,4 L/min, caso de estudo 2; 7,1 L/min, caso de estudo 3), propõe-se também a substituição das torneiras existentes por outras certificadas pela ANQIP e que se encontram no catálogo digital, disponível no site (ANQIP, s.d.) (**Figura 29**). Esta é também uma medida que se enquadra na tipologia 5 do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 29: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Torneiras (ANQIP, s.d.)

Face aos equipamentos existentes nas instalações sanitárias, foi escolhida da marca Erix, a torneira de lavatório com a referência “ET309”, preço 27,83 €, sem IVA, para os três edifícios. As torneiras são da categoria “A+”, com um caudal de 5,0 L/min (**Figura 30**) e está de acordo com os requisitos do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 30: Torneiras certificadas pela ANQIP (ANQIP, s.d.)

Dados os caudais dos chuveiros existentes nas instalações sanitárias dos edifícios (16,1 L/min, caso de estudo 1; 12,9 L/min, caso de estudo 2; 7,8 L/min, caso de estudo 3), também se propõe a substituição dos chuveiros existentes por outros certificados pela ANQIP e que se encontram no catálogo digital, disponível no site (ANQIP, s.d.) (**Figura 31**). É uma medida que se enquadra na tipologia 5 do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 31: Catálogo Nacional de Produtos Certificados 2020/2021 – Chuveiros (ANQIP, s.d.)

Face aos equipamentos existentes nas instalações sanitárias, foi escolhida da marca Ecofree, o sistema móvel com a referência “N2945CH”, preço 28,75 €, sem IVA, para os três edifícios. Os chuveiros são da categoria “A”, com um caudal de 5,7 L/min (**Figura 32**) e está de acordo com os requisitos do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis.



Figura 32: Chuveiros certificados pela ANQIP (ANQIP, s.d.)

4.2. Redução do consumo de água potável

Dadas as propostas e cenários possíveis apresentados para redução do consumo de água nos três edifícios, calculou-se a redução a partir dos consumos atuais apresentados na **Tabela 13**, na **Tabela 15** e na **Tabela 17**. Com isso, a **Tabela 21** representa uma estimativa das percentagens de redução para cada cenário proposto.

Tabela 21: Estimativa da percentagem de redução do consumo de água com aplicação dos cenários propostos.

Edifício	Cenários	Medidas	Redução (%)
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	- Substituição do autoclismo	12,3
	1.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro	27,5
	1.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro	39,8
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	- Substituição do autoclismo	9,0
	2.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro	20,5
	2.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro	29,5

Edifício	Cenários	Medidas	Redução (%)
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	- Substituição do autoclismo	11,3
	3.2	- Substituição da torneira de lavatório e chuveiro	12,6
	3.3	- Substituição do autoclismo, da torneira de lavatório e chuveiro	23,9

Da análise da **Tabela 21** é possível verificar que as maiores poupanças ocorrem nos cenários 1.3, 2.3 e 3.3 referentes à substituição de autoclismos, torneiras de lavatório e chuveiros.

4.3. Viabilidade técnico-económica dos cenários propostos

Para o estudo da viabilidade técnico-económica dos cenários propostos para cada edifício, calcularam-se os custos de investimento inicial para aplicação das medidas, a redução na fatura (com a economia de água) e o tempo de retorno do investimento.

Inicialmente obteve-se a redução hídrica anual referente a cada cenário, estando os dados exemplificados na **Tabela 22**.

Tabela 22: Estimativa da poupança anual e mensal de água em m³ com aplicação de cada cenário.

Edifício	Cenários	Consumo anual (m ³)		Redução anual (m ³)	Redução mensal (m ³)
		Sem aplicação de medidas	Com aplicação de medidas		
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	48,60	32,40	16,20	1,35
	1.2	61,22	24,89	36,32	3,03
	1.3	109,82	57,29	52,52	4,38
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	16,20	10,80	5,40	0,45
	2.2	23,78	11,48	12,29	1,02
	2.3	39,98	22,28	17,69	1,47
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	16,20	10,80	5,40	0,45
	3.2	22,21	16,16	6,05	0,50
	3.3	38,41	26,96	11,45	0,95

Analisando a **Tabela 22** é possível verificar que a redução do consumo de água é mais significativa no edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1).

Para estimar os custos de investimento inicial, foram pedidos orçamentos para a distribuição de todos os dispositivos de utilização e acessórios necessários para o cumprimento das propostas de solução. A aplicação dos dispositivos ficará a cargo do dono do edifício.

Além do mais, não foram considerados valores de custos de manutenção, já que dada a proporção de utilização e quantidade, não é possível prever o tempo de vida útil dos equipamentos e quais os reparos que serão necessários.

Para todos os cenários, solicitaram-se os valores unitários do preço dos autoclismos, torneiras de lavatório e chuveiros apresentados nas propostas de solução.

O orçamento detalhado está apresentado no **Anexo II** e os valores de custo (com IVA) de investimento inicial podem ser verificados na **Tabela 23**.

Tabela 23: Estimativa do custo de investimento inicial para cada cenário.

Edifício	Cenários	Investimento inicial (€)
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	121,04
	1.2	75,46
	1.3	196,50
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	121,04
	2.2	75,46
	2.3	196,50
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	86,60
	3.2	75,46
	3.3	162,06

O cálculo da redução na fatura foi determinado de acordo com a redução de água em m³ dado na **Tabela 22** e as tarifas de água municipal aplicáveis, fixas e variáveis. Estimou-se assim a redução alcançada em cada cenário ao final do mês e do ano, sendo os dados apresentados na **Tabela 24**.

Tabela 24: Estimativa da redução mensal e anual na fatura de água para cada cenário.

Edifício	Cenários	Poupança na fatura de água (€)	
		Mensal	Anual
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	2,66 €	31,89 €
	1.2	5,31 €	63,78 €
	1.3	6,64 €	79,72 €
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	0,92 €	10,98 €
	2.2	1,83 €	21,97 €
	2.3	1,83 €	21,97 €
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	1,45 €	17,44 €
	3.2	1,45 €	17,44 €
	3.2	1,45 €	17,44 €

Apesar da redução hídrica verificada na **Tabela 23**, a **Tabela 24** mostra que a poupança na fatura de água dos cenários 2.2 e 2.3 é igual. O mesmo se verifica nos cenários 3.1, 3.2 e 3.3. Tal acontece porque o valor obtido resulta da aplicação das tarifas ao consumo a inserir na fatura real de água.

Em relação ao valor da fatura de água, na **Figura 33**, **Figura 34** e **Figura 35** apresenta-se o valor mensal atual e o valor mensal com aplicação de medidas.

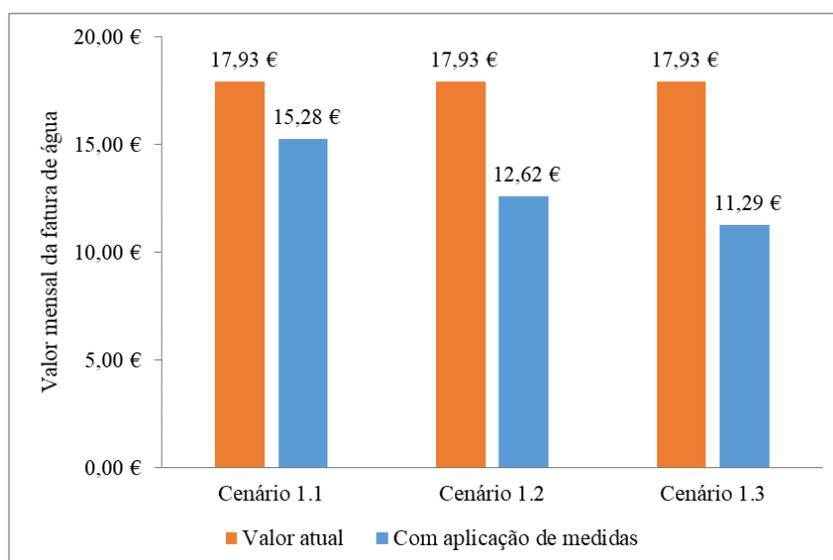


Figura 33: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 1).

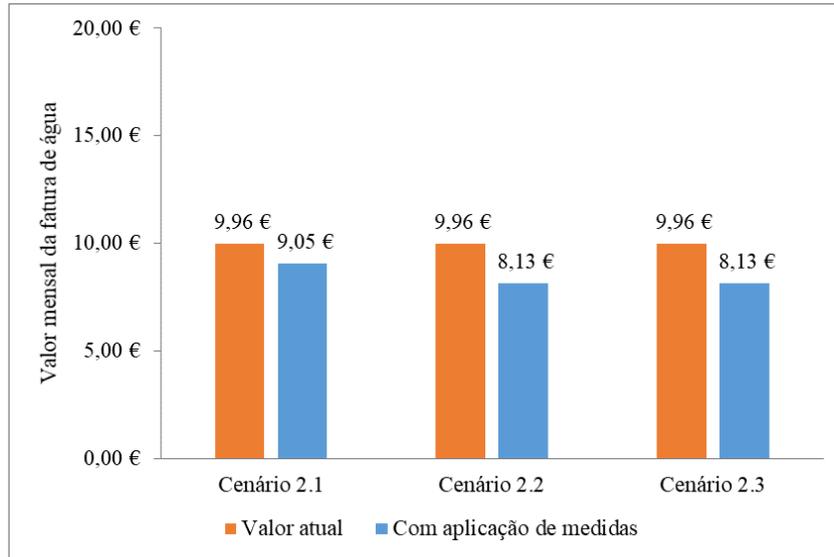


Figura 34: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 2).

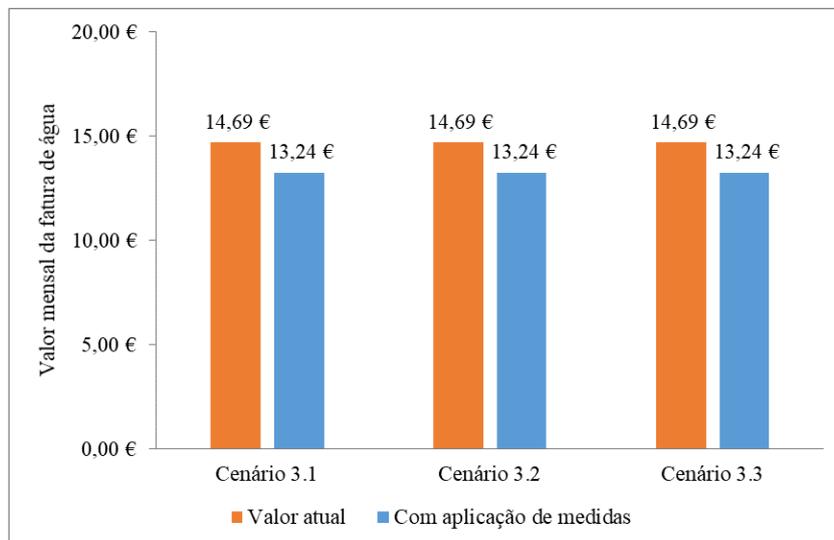


Figura 35: Valor mensal atual da fatura de água e estimativa do valor mensal da fatura com aplicação de medidas (caso de estudo 3).

Para determinar a aplicação do melhor cenário, o tempo de retorno do investimento é um critério utilizado. Para a sua determinação, foram utilizados os valores do investimento inicial e a poupança anual líquida na fatura de água e é apresentado na **Tabela 25**.

Tabela 25: Estimativa do tempo de retorno do investimento para cada cenário.

Edifício	Cenários	Tempo de retorno do investimento (anos)
Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 (caso de estudo 1)	1.1	3,8
	1.2	1,2
	1.3	2,5
Apartamento T1 dos anos 90 (caso de estudo 2)	2.1	11,0
	2.2	3,4
	2.3	8,9
Apartamento T2 do ano de 2005 (caso de estudo 3)	3.1	5,0
	3.2	4,3
	3.3	9,3

Com participação referente a uma possível candidatura ao Regulamento de atribuição de incentivos - Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis esperam-se os seguintes valores para o tempo de retorno do investimento (**Tabela 26**).

Tabela 26: Estimativa do investimento inicial e do tempo de retorno do investimento para cada cenário sem e com participação.

Edifício	Cenários	Investimento inicial (€)		Tempo de retorno do investimento (anos)	
		Sem participação	Com participação (70%)	Sem participação	Com participação (70%)
Caso de estudo 1	1.1	121,04	36,31	3,8	1,1
	1.2	75,46	22,64	1,2	0,4
	1.3	196,50	58,95	2,5	0,7
Caso de estudo 2	2.1	121,04	36,31	11,0	3,3
	2.2	75,46	22,64	3,4	1,0
	2.3	196,50	58,95	8,9	2,7
Caso de estudo 3	3.1	86,60	25,98	5,0	1,5
	3.2	75,46	22,64	4,3	1,3
	3.3	162,06	48,62	9,3	2,8

Da análise da **Tabela 26**, é possível verificar, que caso se potencie uma candidatura ao Programa de apoio a Edifícios mais Sustentáveis e visto a comparticipação na tipologia de intervenção 5 ser de 70% até um montante de 500,00 €, o tempo de retorno referente a todos os cenários desce consideravelmente.

5. Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros

5.1. Conclusões

A água é um recurso insubstituível para a vida humana, preservação do ambiente e o desenvolvimento económico das nações. Dada a sua importância, surgiu a necessidade de otimização da sua utilização, também conhecida como eficiência hídrica. Neste sentido, a aplicação do primeiro R da eficiência hídrica em edifícios, isto é, reduzir os consumos adotando produtos ou dispositivos eficientes e certificados, é uma medida que se enquadra no Regulamento de Atribuição de Incentivos - Programa de Apoio a Edifícios mais sustentáveis e valorizada neste trabalho.

Desta forma, neste estudo apresentam-se soluções para redução do consumo de água potável em três edifícios de habitação e analisa-se a viabilidade técnica e económica dessas soluções.

No caso de estudo 1, com a aplicação dos cenários 1.1 (substituição do autoclismo), 1.2 (substituição da torneira de lavatório e do chuveiro) e 1.3 (substituição do autoclismo, torneira de lavatório e do chuveiro), no **edifício de habitação unifamiliar dos anos 80** localizado no concelho de Mogadouro, estima-se obter poupanças de água de 12,3%, 27,5% e 39,8%, respetivamente. A redução no consumo, resulta numa redução na fatura mensal de água de 2,66 €, 5,31 € e 6,64 €, o que corresponde a 31,89 €, 63,78 € e 79,72 € na fatura anual. Para investimentos iniciais de 121,04 €, 75,46 € e 196,50 €, os tempos de retorno do investimento serão de 3,8; 1,2 e 2,5 anos, respetivamente. Caso se potencie uma candidatura ao Programa de apoio a Edifícios mais Sustentáveis, com

financiamento de 70%, os investimentos iniciais passam a ser de 36,31 €, 22,64 € e 58,95 €, com tempos de retorno do investimento de cerca de 1,1; 0,4 e 0,7 anos, respetivamente.

Para o caso de estudo 2, com a aplicação dos cenários 2.1 (substituição do autoclismo), 2.2 (substituição da torneira de lavatório e do chuveiro) e 2.3 (substituição do autoclismo, torneira de lavatório e do chuveiro), no **apartamento T1 dos anos 90**, estima-se obter poupanças de água de 9,0%, 20,5% e 29,5%, respetivamente. A redução no consumo, resulta numa redução na fatura mensal de água de 0,92 €, 1,83 € e 1,83 €, o que corresponde a 10,98 €, 21,97 € e 21,97 € na fatura anual. Para investimentos iniciais de 121,04 €, 75,46 € e 196,50 €, os tempos de retorno do investimento serão de cerca de 11; 3,4 e 8,9 anos, respetivamente. Caso se potencie uma candidatura ao Programa de apoio a Edifícios mais Sustentáveis, com financiamento de 70%, os investimentos iniciais passam a ser de 36,31 €, 22,64 € e 58,95 €, com tempos de retorno do investimento de 3,3; 1 e 2,7 anos, respetivamente.

Para o caso de estudo 3, com a aplicação dos cenários 3.1 (substituição do autoclismo), 3.2 (substituição da torneira de lavatório e do chuveiro) e 3.3 (substituição do autoclismo, torneira de lavatório e do chuveiro), no **apartamento T2 do ano de 2005**, estima-se obter poupanças de água de 11,3%, 12,6% e 23,9%, respetivamente. A redução no consumo, resulta numa redução na fatura mensal de água de 1,45 €, o que corresponde a 17,44 €, na fatura anual. Para investimentos iniciais de 86,60 €, 75,46 € e 162,06 €, os tempos de retorno do investimento serão de cerca de 5,0; 4,3 e 9,3 anos, respetivamente. Caso se potencie uma candidatura ao Programa de apoio a Edifícios mais Sustentáveis, com financiamento de 70%, os investimentos iniciais passam a ser de 25,98 €, 22,64 € e 48,62 €, com tempos de retorno do investimento de 1,5; 1,3 e 2,8 anos, respetivamente.

Considera-se que as medidas propostas são técnica e economicamente viáveis nos três casos de estudo, sendo a sua aplicação vantajosa em qualquer um destes três edifícios desde que haja uma candidatura ao Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis e respetiva participação. Todavia, as intervenções que visem a eficiência hídrica em edifícios devem ser promovidas.

5.2. Proposta para trabalhos futuros

A realização deste trabalho pode ser complementada no futuro, nomeadamente no que respeita aos seguintes tópicos:

- Avaliar a viabilidade de reutilizar as águas cinzentas provenientes de chuveiros, dado ser o dispositivo de utilização que mais água consome nos três edifícios;
- Potenciar o aproveitamento de águas pluviais no edifício de habitação unifamiliar dos anos 80, quer para recarga de autoclismos de bacias de retrete, quer para rega.

Referências bibliográficas

- ANQIP (s.d.). www.anqip.pt, Acedido em novembro 2020.
- ANQIP, ETA 0802 (2015). Regulamento do sistema voluntário ANQIP de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos, Versão 6.
- ANQIP, ETA 0803 (2015). Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0804 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0805 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0806 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0807 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0808 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros de mictórios, Versão 3.
- ANQIP, ETA 0809 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de torneiras e fluxómetros de mictórios, Versão 3.
- APA. (2012). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, www.apambiente.pt, Acedido em abril 2020.
- Aqua eXperience, www.aquaexperience.pt, Acedido em abril 2020.
- AQUAPOR. (2009). Análise do consumo de água em Portugal – Perfil de consumidores e consumos.

Câmara Municipal de Mogadouro. (s.d.). www.mogadouro.pt, Acedido em outubro 2020.

Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho. Diário da República n.º 120/2012 – I Série, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 73/2011 de 7 de junho. Diário da República n.º 116/2011 – Série I, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Despacho n.º 8745/2020 de 11 de setembro. Diário da República n.º 178/2020, Série II, Ambiente e Ação Climática - Gabinete do Ministro, Lisboa.

Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 23 de outubro de 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

Faria, H. (2020). Uso eficiente de água na residência Gulbenkian do Instituto Politécnico de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

Fundo Ambiental (s.d.). www.fundoambiental.pt, Acedido em outubro 2020.

INDAQUA. (s.d.). www.indaquamatosinhos.pt, Acedido em outubro 2020.

Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro. Diário da República n.º 249/2005 – I Série A, Assembleia da República, Lisboa.

Marecos do Monte, H. & Albuquerque, A. (2010). *Reutilização de águas residuais*. Guia técnico n.º 14. Lisboa: ERSAR.

Morais, T. (2019). Avaliação do potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança: o caso do Centro Escolar da Sé (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

OMS. (2016). Burden of disease from the joint effects of household and ambient Air pollution for 2016, Disponível em: https://www.who.int/airpollution/data/AP_joint_effect_BoD_results_May2018.pdf

Pimentel-Rodrigues, C. (2008). Um modelo para a avaliação da eficiência hídrica de produtos (Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro).

RCM n.º 53/2020 de 10 de julho. Diário da República n.º 133/2020 – Série 1, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

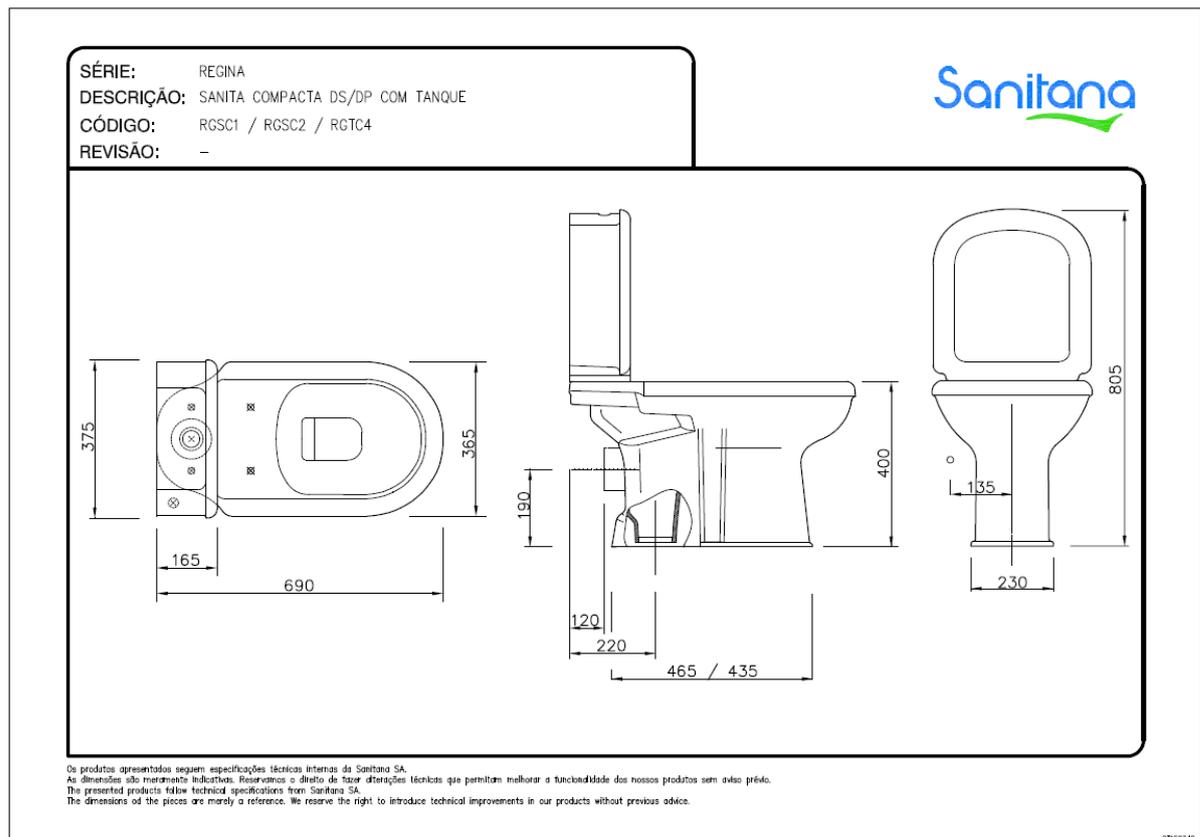
Rodrigues, A. C., Calheiros, C., Guerreiro, A. (Eds.). 2020. Guia para o Saneamento Ecológico Integral, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

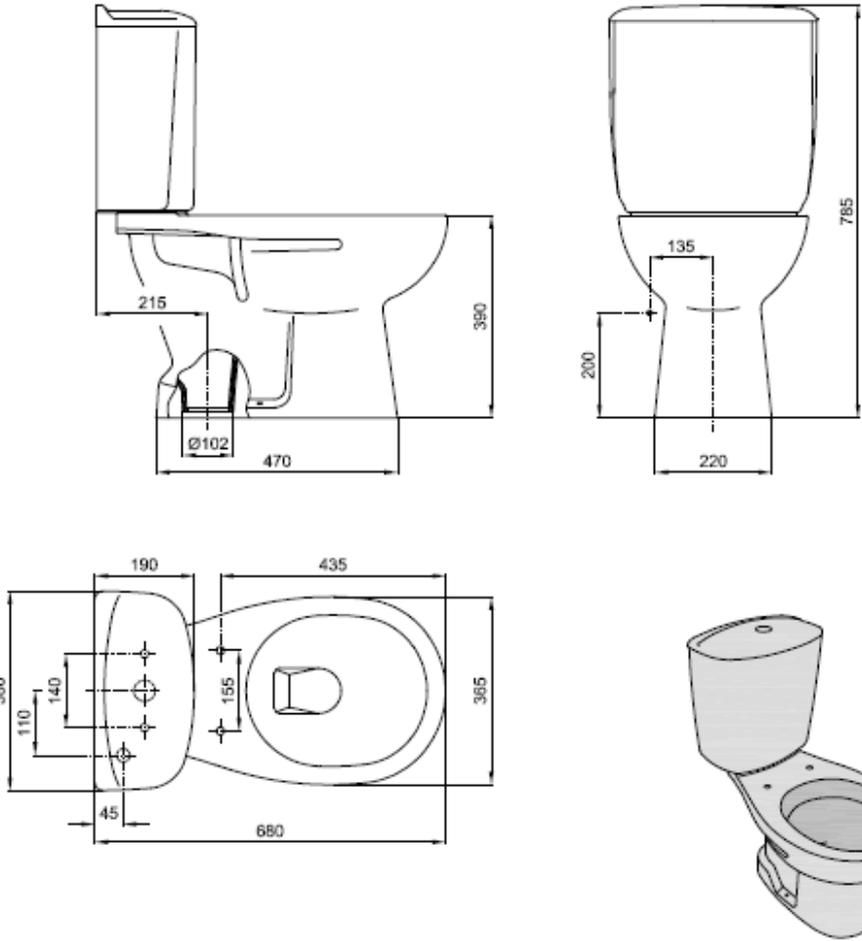
- Silva, A., Portes, A., Faria, P., Andrade, R., & Teixeira, C. (2016). Aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza em uma edificação comercial. *Revista Engenharia e Construção Civil*, 3(1), 57-65.
- Silva, D., Erazo, J., & Cruz, A. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías*, 11(21), 23-38.
- Silva-Afonso, A. & Abrantes, V. (2008). Water-efficiency in the housing sector. The implementation of certification and labelling measures in Portugal. *XXXVI IAHS – World Congress on Housing Science*, Kolkata, Índia.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2010). Water efficiency of products. The Portuguese system of certification and labeling. *Journal AWWA – American Water Works Association*, 102(2), 52-56.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2011b). The importance of water efficiency in buildings in Mediterranean countries. The Portuguese experience. *International Journal of System Applications, Engineering & Development*, 5(2), 17-24.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2017). *Manual de eficiência hídrica em edifícios*. Aveiro: ANQIP.
- Silva-Afonso, A. (2009). Building rainwater harvesting systems. Doubts and certainties. *35th CIB W062*, Dusseldorf, Alemanha.
- Silva-Afonso, A., Bernardo, J. & Pimentel-Rodrigues, C. (2013). Implications of reduce flush volumes in building drainage: An experimental study. *39th CIB W062*, Nagano, Japão.
- Silva-Afonso, A., Rodrigues, F. & Pimentel-Rodrigues, C. (2011a). Assessing the impact of water efficiency in buildings in energy efficiency and reducing GHG emissions. A case study. *Recent research in energy & environment – EE11 – Energy and Environment – 6th IASME – WEAS International Conference*, Cambridge.
- Vale, P. (2019). Estudo de viabilidade de eficiência hídrica no Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).
- Zavattieri, C. (2020). Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

Anexos

Anexo I

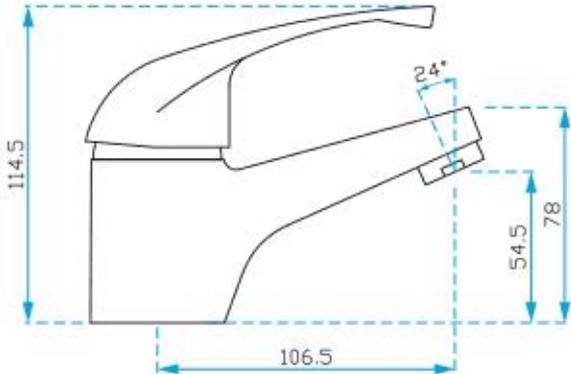
I.1 Ficha técnica/certificado dos autoclismos



	<p>CARACTERÍSTICAS DO MODELO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MATERIAL: VITREOUS CHINA - SANITA COMPACTA COM DESCARGA DIRECTA E SAÍDA VERTICAL - PROVIDA DE TANQUE BAIXO DE ALIMENTAÇÃO INFERIOR E TAMPA COM FURO - S/EN 33: EN 997; UNE - EN 33; UNE - EN 997; NF - EN 33; NF - EN 997; NF D 12 - 101; S/NF D 12 - 203 - GARANTIA DE 2 ANOS - PESO SANITA: 21.0KG - PESO TANQUE: 13.5KG
<p>PEÇA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - DESCRIÇÃO: SANITA COMPACTA - SERIE: MUNIQUE - VERSÃO: SAÍDA VERTICAL (S/V) - REF: S100126236...00 / S100737666...00 	<p>CROQUIS COM DIMENSÕES GERAIS E DE LIGAÇÃO:</p> 
<p>COMPONENTES INCLUÍDOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - KIT DE FIXAÇÃO SANITA Ref: TNR1000000001003 	<p>PRODUTOS ASSOCIADOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TANQUE ALIMENTAÇÃO INFERIOR Ref: S100737666...00 - TAMPO - (OPCIONAL, CONSULTAR CATALOGO GERAL)
<p><small>Os produtos apresentados seguem especificações técnicas Internas da Sanitana SA. As dimensões são meramente indicativas. Para instalação a medida apenas devem ser consideradas as dimensões reais da peça a ser aplicada. Reservamos o direito de fazer alterações técnicas que permitam melhorar a funcionalidade dos nossos produtos sem aviso prévio.</small></p>	

FICHA Nº SDRN-0004-0252-0

I.2 Ficha técnica/certificado das torneiras de lavatório

	<h3>FICHA TÉCNICA</h3> <p>Misturadora para lavatório Referência: ET309</p>
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perlator limitador de caudal a 5 lt/min- Cartucho de discos cerâmicos 40mm- Classe de pressão: 1 a 5 bar- Acabamento cromado resistente a corrosão	
<p>DIMENSÕES (MM)</p>  <p>114.5 106.5 54.5 78 24°</p>	

FT_ET309_08.18 PT

A Erix reserva-se o direito de introduzir alterações técnicas que melhorem o desempenho e funcionalidade do produto a qualquer momento e sem aviso prévio.

I.3 Ficha técnica/certificado dos chuveiros

CERTIFICADO Nº **EFC001-122009**

A ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, com sede na Avenida Fernão de Magalhães nº 151 4º B 3000-176 Coimbra, contribuinte número 507267354, certifica que o chuveiro com a referência comercial N2945CH, modelo MÓVEL CROMADO, da marca Niagara, comercializado pela Ecofree – Comércio de Economizadores de Água e Energia, Lda., satisfaz a Especificação Técnica 0806 no que se refere à categoria “A” de eficiência hídrica, estando a Ecofree – Comércio de Economizadores de Água e Energia, Lda., autorizada a utilizar o rótulo ANQIP correspondente, abaixo representado.

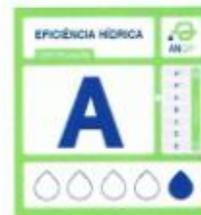
Coimbra, 15 de Dezembro de 2009

O Presidente da Direcção,



Associação Nacional para a
Qualidade nas Instalações Prediais
Contribuinte nº 507267354

Prof. Doutor Armando B. Silva Afonso



Anexo II

II.1. Orçamento para cada caso de estudo

Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80 - Caso de estudo 1				
Cenários	Descrição dos trabalhos	Quantidade (un)	Valor unitário (€)	Valor total (€)
1.1	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	88,00	88,00
	Desmontagem de autoclismo existente e montagem de autoclismo certificado, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	1	(1)	(1)
	Total com IVA			121,04 ⁽²⁾
1.2	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de torneira e chuveiro existentes e montagem de torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	2	(1)	(1)
	Total com IVA			75,46 ⁽²⁾
1.3	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	88,00	88,00
	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de autoclismo, torneira e chuveiro existentes e montagem de autoclismo, torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	3	(1)	(1)
	Total com IVA			196,50 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Os trabalhos de montagem e desmontagem dos dispositivos de utilização mencionados ficará a cargo do dono do edifício, pelo que não é estabelecido um valor unitário (€) para os trabalhos em questão.

⁽²⁾ A este valor foi acrescentado o valor dos portes de envio dos dispositivos de utilização.

Apartamento T1 dos anos 90 - Caso de estudo 2				
Cenários	Descrição dos trabalhos	Quantidade (un)	Valor unitário (€)	Valor total (€)
2.1	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	88,00	88,00
	Desmontagem de autoclismo existente e montagem de autoclismo certificado, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	1	(1)	(1)
	Total com IVA			121,04 ⁽²⁾
2.2	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de torneira e chuveiro existentes e montagem de torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	2	(1)	(1)
	Total com IVA			75,46 ⁽²⁾
2.3	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	88,00	88,00
	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de autoclismo, torneira e chuveiro existentes e montagem de autoclismo, torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	3	(1)	(1)
	Total com IVA			196,50 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Os trabalhos de montagem e desmontagem dos dispositivos de utilização mencionados ficará a cargo do dono do edifício, pelo que não é estabelecido um valor unitário (€) para os trabalhos em questão.

⁽²⁾ A este valor foi acrescentado o valor dos portes de envio dos dispositivos de utilização.

Apartamento T2 do ano de 2005 - Caso de estudo 3				
Cenários	Descrição dos trabalhos	Quantidade (un)	Valor unitário (€)	Valor total (€)
3.1	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	60,00	60,00
	Desmontagem de autoclismo existente e montagem de autoclismo certificado, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	1	(1)	(1)
	Total com IVA			86,60 ⁽²⁾
3.2	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de torneira e chuveiro existentes e montagem de torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	2	(1)	(1)
	Total com IVA			75,46 ⁽²⁾
3.3	Substituição de autoclismo existente para autoclismo da marca Sanitana e certificado pela ANQIP	1	60,00	60,00
	Substituição de torneira de lavatório existente para torneira da marca Erix e certificada pela ANQIP	1	27,83	27,83
	Substituição de chuveiro existente para chuveiro da marca Ecofree e certificado pela ANQIP	1	28,75	28,75
	Desmontagem de autoclismo, torneira e chuveiro existentes e montagem de autoclismo, torneira e chuveiro certificados, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para a sua perfeita execução	3	(1)	(1)
	Total com IVA			162,06 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Os trabalhos de montagem e desmontagem dos dispositivos de utilização mencionados ficará a cargo do dono do edifício, pelo que não é estabelecido um valor unitário (€) para os trabalhos em questão.

⁽²⁾ A este valor foi acrescentado o valor dos portes de envio dos dispositivos de utilização.