



Andreia Filipa Almeida Oliveira **Eficiência hídrica em edifícios escolares. Análise económica e do conforto.**



Andreia Filipa Almeida Oliveira **Eficiência hídrica em edifícios escolares. Análise económica e do conforto.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Inês Osório de Castro Meireles, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Professor Doutor Armando Baptista Silva Afonso, Professor Catedrático Convidado (Aposentado) do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Aos meus Pais e irmãos.

“No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.”

(Albert Einstein)

o júri

presidente

Prof. Doutor Joaquim Miguel Gonçalves Macedo
Professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Carla Pimentel Rodrigues
ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Prof. Doutora Inês Osório de Castro Meireles
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro (orientadora)

agradecimentos

O desenvolvimento da presente dissertação de mestrado representa o encerramento do meu percurso académico que tanto me enriqueceu. Resta portanto agradecer a todos os que fizeram parte desta longa caminhada, que de uma maneira ou de outra deixaram marcas, que certamente irei recordar.

Assim, começo por agradecer à Professora Inês Meireles, que foi sem dúvida das pessoas que mais contribuiu para a realização da presente dissertação. A começar pela sugestão do tema, assim como por toda a partilha de conhecimento, experiências e por todos os conselhos que me transmitiu. No entanto, gostaria de salientar o facto de ter sido uma orientadora sempre muito presente, e de ter tido a oportunidade de dialogar e discutir ideias frequentemente, o que me enriqueceu não só a nível de conteúdo científico, mas que me fez crescer e adquirir valores tão ou mais importantes num futuro próximo.

Deixo também um agradecimento ao Professor Silva-Afonso pela partilha do seu vasto conhecimento científico.

Queria deixar ainda um especial agradecimento à Engenheira Carla Rodrigues que tão prontamente me ajudou em diversas ocasiões ao longo do desenvolvimento desta dissertação. Agradeço por toda a informação partilhada, assim como pela constante prontidão em me receber na ANQIP.

Sem menos importância, agradeço também a toda a comunidade do DECivil, que contribuiu activamente para a realização deste trabalho, sem a qual grande parte desta dissertação não teria sido possível de realizar.

Agradeço ainda ao Pedro Gonçalves por todos os documentos enviados, e pelos momentos de discussão de ideias partilhados, bem como por todo o apoio prestado.

Deixo ainda um agradecimento muito especial à empresa Ecofree, em particular ao Engenheiro Manuel Falcão, por todo o material oferecido para a realização desta dissertação, desde os economizadores às peças auxiliares à sua instalação. Sem a sua colaboração, a realização deste estudo não teria sido possível.

Gostaria ainda de deixar um agradecimento a todas as empresas que se mostraram disponíveis e que de alguma forma colaboraram neste estudo. Assim, agradeço à B&MPlast, à Erix, à OLI, à Sanindusa e à Sanitana por toda a informação enviada e por todos os esclarecimentos prestados.

Ao meu namorado Helder Gafanhão por toda a ajuda, companhia, carinho, motivação e sobretudo pelo apoio incondicional que demonstrou durante grande parte do meu percurso académico e sobretudo durante a realização deste trabalho.

A quem dedico este trabalho, aos meus Pais um especial agradecimento pela oportunidade que me deram ao investir na minha formação, assim como por tudo o que fizeram por mim. Sem esquecer os meus Irmãos, um agradecimento especial por todos os momentos de descontração que tanto contribuíram para ultrapassar fases mais difíceis.

Em geral a todos os meus colegas e amigos que direta ou indiretamente, através de conversas e convívios me ajudaram a crescer como pessoa e me apoiaram nos momentos mais difíceis. Ao Luís Capela e ao Sérgio Franco, agradeço pela companhia e apoio prestado ao longo dos últimos meses de trabalho.

palavras-chave

Eficiência hídrica; Dispositivos eficientes; Edifícios escolares; Análise económica de dispositivos eficientes; Avaliação do conforto de dispositivos eficientes.

resumo

Atualmente, cerca de 40% da população do planeta sofre com a escassez de água, proporção que se prevê aumentar, colocando em risco os recursos hídricos existentes.

De acordo com estas previsões, é imperativo criar medidas sustentáveis que ajudem a salvaguardar os recursos hídricos e a aumentar a resiliência das populações à escassez de água.

Das inúmeras medidas consideradas eficientes encontra-se a utilização de dispositivos e acessórios hidricamente eficientes, rotulados com Classe A, que potenciam significativas reduções de consumos.

No entanto, para o apoio à decisão, é importante aferir a ordem de grandeza das potenciais reduções de consumos com a sua utilização, uma vez que a redução de caudais ou volumes debitados não implica, necessariamente, igual redução dos consumos.

Em acréscimo, o consumidor encontra-se cada vez mais exigente, sobretudo ao nível do conforto proporcionado pelos dispositivos existentes no mercado, pelo que a escolha dos dispositivos ótimos recai, necessariamente, sobre dispositivos eficientes com elevado nível de conforto.

Tendo como objeto de estudo o edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, a presente dissertação apresenta um estudo económico associado à utilização de dispositivos e acessórios eficientes e um estudo relativo ao conforto associado à utilização desses mesmos dispositivos e acessórios.

keywords

Water efficiency; Efficient devices; School buildings; Economical analysis of efficient devices; Comfort evaluation of efficient devices.

abstract

Currently, about 40% of the world population suffers from water shortages, and the proportion is expected to increase, endangering existing water resources. According to these forecasts, it is imperative to create sustainable measures to help safeguard water resources and increase the resilience of populations to water scarcity.

One of the numerous measures considered effective is the usage of water efficient devices and accessories, labeled with class A, which can increase the reduction of consumption significantly.

However, to support the decision, it is important to check the magnitude of the potential reductions of consumption with their use, knowing that the flow or volume reduction charged does not necessarily imply equal reduction of consumption.

In addition, the consumer is increasingly more demanding, especially at the level of comfort provided by the devices on the market, so the choices of the greatest devices falls, necessarily, on the ones with high level of comfort.

Having as object of study the building of the Civil Engineering Department of the University of Aveiro, this dissertation presents the economic study associated with the use of efficient devices accessories and a study on the comfort associated with those devices and accessories.

Índice de texto

Índice de figuras.....	XX
Índice de tabelas.....	XXIII
1. Introdução.....	3
1.1. Enquadramento geral	3
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Estrutura e organização da dissertação	5
2. Estado da Arte. O recurso água e a eficiência hídrica.	9
2.1. O recurso água	9
2.1.1. A situação de <i>stress</i> hídrico	9
2.1.2. Distribuição do consumo de água.....	10
2.1.2.1. Situação em Portugal	11
2.2. Eficiência hídrica	12
2.2.1. O conceito de eficiência hídrica	13
2.2.2. A ANQIP.....	14
2.2.2.1. Sistema de certificação e rotulagem de produtos eficientes.....	14
2.2.2.2. Produtos eficientes.....	15
2.2.3. Otimizar o consumo do recurso água	18
2.2.3.1. Instalação de equipamentos eficientes	19
2.2.3.2. Aplicação de acessórios eficientes.....	19
2.2.3.3. Substituição por equipamentos eficientes	21
2.2.3.4. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP)	23
2.2.3.5. Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)	26
2.2.4. Minimizar perdas e custos de água	28
2.3. Estudos de referência nacionais	30
2.4. Estudos de referência internacionais.....	35
3. Caso de estudo – O edifício do DECivil da UA	45
3.1. Caracterização geral.....	45
3.2. Dispositivos de utilização do DECivil	45
3.3. Dispositivos de utilização estudados.....	47
3.4. Caracterização do universo de utilizadores do DECivil.....	49
3.4.1. Comunidade do DECivil	49
3.4.2. Taxa de ocupação	50
4. Metodologia e procedimento do caso de estudo.....	55
4.1. Enquadramento geral	55
4.2. Monitorização direta	55
4.2.1. Situação existente	55
4.2.1.1. Caracterização dos dispositivos de utilização	56
4.2.1.2. Procedimento efetuado	57
4.2.2. Situação eficiente.....	57
4.2.2.1. Caracterização dos dispositivos de utilização	58
4.2.2.2. Procedimento efetuado	62
4.3. Inquéritos	64
4.3.1. Presenciais	64

4.3.2. Não presenciais.....	66
5. Análise de resultados.....	73
5.1. Análise económica.....	73
5.1.1. Torneiras de lavatório.....	73
5.1.1.1. Análise do consumo dos utilizadores.....	73
5.1.1.2. Relação de consumos com e sem economizadores.....	76
5.1.1.3. Relação entre a redução de caudal e a redução de consumo.....	78
5.1.1.4. Estimativa de poupança global.....	81
5.1.2. Autoclismos.....	82
5.1.2.1. Estimativa de poupança global com aplicação de sacos economizadores.....	82
5.1.2.2. Estimativa de poupança global com substituição dos autoclismos existentes por autoclismos eficientes.....	83
5.2. Análise do conforto.....	87
5.2.1. Inquéritos presenciais.....	87
5.2.1.1. Análise à alteração de caudal.....	87
5.2.1.2. Análise ao grau de conforto.....	89
5.2.2. Inquéritos não presenciais.....	91
5.2.2.1. Análise do conforto por género.....	92
5.2.2.2. Análise do conforto por faixa etária.....	94
5.2.2.3. Análise do conforto por atividade profissional no DECivil.....	96
5.2.2.4. Análise do conforto consoante o tipo de fluxo.....	98
5.2.2.5. Análise do conforto global.....	100
6. Conclusões gerais e trabalhos futuros.....	107
6.1. Conclusões gerais.....	107
6.2. Trabalhos futuros.....	108
Bibliografia.....	113
Anexo A.....	119
Anexo B.....	124

Índice de figuras

Figura 2.1 - <i>Stress</i> Hídrico. Cenário previsto para 2025 segundo o World Water Council.	9
Figura 2.2 - Distribuição da escassez de água no Mundo (adaptado de IWMI, 2007).	10
Figura 2.3 - Distribuição dos diferentes tipos de consumo de água doce no Mundo (Consultoria Solaris, 2014).	11
Figura 2.4 - Procura de água por setor a nível nacional (APA, 2012).	11
Figura 2.5 - Ineficiência (desperdício) nacional no uso da água por setor (adaptado de APA, 2012).....	12
Figura 2.6 - Exemplo de rotulagem de um produto certificado pela ANQIP, com eficiência hídrica (ANQIP, 2015).....	15
Figura 2.7 - Escala de eficiência hídrica dos produtos certificados (ANQIP, 2015).	15
Figura 2.8 - Princípio de Funcionamento dos economizadores de torneiras, (Ecofree, 2013).	20
Figura 2.9 - Fluxo aparente do caudal com e sem economizador (SmartAqua, 2011).	20
Figura 2.10 - Exemplo dos sacos redutores do volume armazenado em autoclismos (Cardoso, 2015).	21
Figura 2.11 - Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas pluviais com cisterna no sótão e enterrada, respetivamente (M. Valente Neves <i>et al.</i> , 2006).....	25
Figura 2.12 - Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas (Sella, 2011).	28
Figura 2.13 – Consumo de água registado por visitante (utilizador) consoante o tipo de torneira utilizada (Hills <i>et al.</i> , 2002).....	36
Figura 2.14 – Registo do consumo de água com torneiras manuais e torneiras automáticas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).....	37
Figura 2.15 - Consumo de água registado nas instalações sanitárias do primeiro piso – IS Masculinas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).	38
Figura 2.16 – Consumo de água registado nas instalações sanitárias do primeiro piso – IS Femininas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).	38
Figura 2.17 - Consumo de água registado nas instalações sanitárias do segundo piso, género feminino (A – C) e género masculino (D – F) (EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).....	38
Figura 2.18 – Torneiras existentes no edifício em estudo a) Torneiras manuais; b) Torneiras eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).	39
Figura 2.19 – Comparação entre o consumo registado pelas torneiras manuais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).	39
Figura 2.20 – Comparação entre o consumo registado pelos urinóis tradicionais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).	40
Figura 2.21 – Comparação entre o consumo registado pelos autoclismos tradicionais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).	40
Figura 3.1 - Localização do edifício em estudo - DECivil (DigitalGlobe, 2015).	45
Figura 3.2 - Planta Piso 1 - Localização da Instalação Sanitária IS1 e dos respetivos dispositivos de utilização.	48
Figura 3.3 - Planta Piso 2 - Localização das Instalações Sanitárias IS2 e IS3 e dos respetivos dispositivos de utilização.	48
Figura 4.1 – a) Medição do volume através de um copo graduado; b) Medição do tempo de abertura das torneiras com o auxílio de um cronómetro.	59
Figura 4.2 – Exemplo de um economizador do tipo A.	59
Figura 4.3 – Exemplo de um economizador do tipo B.	60
Figura 4.4 – Exemplo de um economizador do tipo C.	61
Figura 4.5 – Exemplo de um economizador do tipo D.	61
Figura 4.6 – a) Exemplo de um economizador a instalar; b) Exemplo de um economizador com aplicador. .	63
Figura 4.7 – a) Aplicação de um economizador com chave anti-roubo; b) Exemplo de um economizador aplicado numa torneira.	63
Figura 5.1 – Análise do nº de vezes que o utilizador pressionou a torneira – IS2 feminina.	74
Figura 5.2 – Análise do nº de vezes que o utilizador pressionou a torneira – IS2 masculina.	75
Figura 5.3 – Análise do consumo por utilização com e sem a instalação de economizadores.	77
Figura 5.4 – Análise da estimativa de poupança por utilização associada a cada economizador em estudo...	78
Figura 5.5 – Exemplos de sacos economizadores de autoclismo.	82

Figura 5.6 – Exemplo de um autoclismo existente no DECivil.....	84
Figura 5.7 - Intervalo de custo de um autoclismo com características semelhantes consoante várias marcas de fabricantes.	85
Figura 5.8 – Análise da sensibilidade dos utilizadores usuais da IS2 – feminina à alteração do caudal através da pergunta: “Sentiu alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras?”.....	87
Figura 5.9 - Análise da sensibilidade dos utilizadores usuais da IS2 – masculina à alteração do caudal através da pergunta: “Sentiu alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras?”.....	89
Figura 5.10 – Análise da avaliação do grau de conforto dos utilizadores da IS2 – feminina.	90
Figura 5.11 – Análise da avaliação do grau de conforto dos utilizadores da IS2 – masculina.	91
Figura 5.12 – Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por género.	92
Figura 5.13 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por género.....	93
Figura 5.14 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por género.....	94
Figura 5.15 - Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por faixa etária.	94
Figura 5.16 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por faixa etária.....	95
Figura 5.17 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por faixa etária.....	96
Figura 5.18 - Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por atividade profissional no DECivil.....	96
Figura 5.19 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por atividade profissional no DECivil.	97
Figura 5.20 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por atividade profissional no DECivil.	97
Figura 5.21 – Tipos de fluxo existentes a) fluxo laminado (economizador D); b) fluxo normal (economizador C).....	98
Figura 5.22 – Preferência pelo tipo de fluxo, por género.	99
Figura 5.23 – Preferência pelo tipo de fluxo, por faixa etária.	99
Figura 5.24 - Preferência pelo tipo de fluxo, por atividade profissional no DECivil.	100
Figura 5.25 – Avaliação global dos níveis de conforto dada pelos utilizadores do DECivil.....	101
Figura 5.26 – Avaliação global consoante o tipo de fluxo.	101

Anexos

Figura A.1 – Análise do tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por utilizador.	120
Figura A.2 - Análise do tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por género.	121
Figura A.3 – Análise da variação percentual entre tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por género.	121
Figura A.4 - Análise do volume de água gasto por utilizador, com e sem economizador.....	122
Figura A.5 - Análise do volume de água gasto por utilizador, com e sem economizador, por género.	122
Figura B.1 – Análise do conforto causado pelo caudal debitado com e sem economizadores, por género.	124
Figura B.2 – Análise do conforto global causado pelo caudal debitado com e sem economizadores.	125

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica em autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, 2015).	16
Tabela 2.2 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, 2015).	17
Tabela 2.3 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (ANQIP, 2015).	17
Tabela 2.4 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (ANQIP, 2015).	17
Tabela 2.5 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (ANQIP, 2015).	18
Tabela 2.6 - Avaliação da viabilidade económica (Santos <i>et al.</i> , 2011).	31
Tabela 2.7 - Poupanças obtidas nos consumos de água em auditorias realizadas pela ANQIP (Silva-Afonso, 2013).	33
Tabela 3.1 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso -1.	46
Tabela 3.2 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 0.	46
Tabela 3.3 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 1.	47
Tabela 3.4 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 2.	47
Tabela 3.5 – Número de dispositivos considerados no presente estudo.	49
Tabela 3.6 – Comunidade do DECivil – anos letivos 2013/2014 e 2014/2015.	49
Tabela 3.7 - Taxa de ocupação do DECivil – Ano letivo 2013/2014.	50
Tabela 3.8 – Taxa de ocupação do DECivil – Ano letivo 2014/2015.	50
Tabela 4.1 - Caracterização dos dispositivos de utilização - Lavatórios, (Gonçalves, 2014).	56
Tabela 4.2 - Caracterização dos dispositivos de utilização - Bacias de Retrete, (Gonçalves, 2014).	56
Tabela 4.3 – Calendarização das monitorizações diretas – situação existente.	57
Tabela 4.4 – Exemplo do inquérito realizado durante as monitorizações diretas – situação existente (Gonçalves, 2014).	57
Tabela 4.5 – Caudal debitado em cada lavatório sem economizadores (Gonçalves, 2014).	58
Tabela 4.6 – Caudal debitado em cada lavatório com o economizador A.	60
Tabela 4.7 – Caudal debitado em cada lavatório com economizador B.	60
Tabela 4.8 – Caudal debitado em cada lavatório com economizador C.	61
Tabela 4.9 - Caudal debitado em cada lavatório com economizador D.	62
Tabela 4.10 – Caracterização geral do caudal debitado nas diferentes situações.	62
Tabela 4.11 – Calendarização das monitorizações diretas – situação eficiente.	63
Tabela 4.12 – Exemplo de um inquérito presencial usado durante as monitorizações diretas.	65
Tabela 4.13 – Exemplo do inquérito realizado durante as monitorizações diretas relativo ao consumo – situação eficiente.	65
Tabela 4.14 – Caracterização do número de respostas aos inquéritos presenciais.	66
Tabela 4.15 – Exemplo do 1º inquérito publicado online.	67
Tabela 4.16 – Exemplo do 2º inquérito publicado online.	68
Tabela 4.17 – Exemplo do 3º inquérito publicado online.	69
Tabela 4.18 – Caracterização do número de respostas aos inquéritos não presenciais (online).	70
Tabela 5.1 – Relação dos consumos com e sem a instalação de economizadores.	76
Tabela 5.2 – Redução do caudal debitado nas torneiras monitorizadas.	79
Tabela 5.3 - Consumo por torneira com e sem economizador no DECivil.	79
Tabela 5.4 - Volume médio gasto por utilização nas torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.	79
Tabela 5.5 – Consumo total anual estimado das torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.	80
Tabela 5.6 – Redução do consumo de água nas torneiras monitorizadas.	80
Tabela 5.7 – Relação entre a redução do caudal e a redução do consumo de água nas torneiras monitorizadas.	80
Tabela 5.8 - Estimativa da poupança nas torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.	81

Tabela 5.9 - Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento de economizadores nas torneiras dos lavatórios no DECivil.....	81
Tabela 5.10 - Estimativa da poupança com sacos economizadores de autoclismo no DECivil.	83
Tabela 5.11 - Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento com sacos economizadores de autoclismo no DECivil.....	83
Tabela 5.12 – Diferença percentual entre o autoclismo mais barato e o mais caro segundo várias marcas de fabricantes.	85

Capítulo 1

Introdução

1. Introdução

1.1. Enquadramento geral

O planeta Terra, também denominado por Planeta Azul, possui três quartos da sua superfície coberta por água. No entanto, 97% dessa água é salgada, ou seja, não serve para consumo humano direto e dos restantes 3% de água doce, grande parte está congelada ou em lençóis freáticos inacessíveis, restando apenas 1% para consumo humano (FAGAR, 2011).

Devido não só ao crescimento demográfico mas, fundamentalmente, ao desenvolvimento económico e ao estilo de vida que se tem adotado, a água potável está a tornar-se um recurso escasso a nível global. De acordo com o Programa da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Ambiente, cada habitante do nosso planeta dispunha de 9.000 m³ de água doce há cerca de 20 anos, 7.800 m³ há cerca de 10 anos e disporá apenas de 5.100 m³ em 2025. Estes valores podem parecer ainda assim elevados, mas a sazonalidade, a irregularidade da distribuição da população, a poluição e os prováveis efeitos das alterações climáticas justificam que cerca de 40% da população do planeta viva atualmente em áreas com stress hídrico, sendo que esta percentagem subirá previsivelmente para 65% em 2025 (Silva-Afonso, 2013).

O *stress* hídrico é um assunto que muito se tem debatido atualmente. Para além de problemas para o consumo humano, este cenário, caso se confirme, colocará em risco as produções agrícola e industrial, uma vez que a água e o crescimento económico são interdependentes (Segala, 2012).

Tal como acontece um pouco por toda a Europa, em Portugal continua-se a gerir mal este valioso recurso tão intimamente relacionado com a saúde pública. Apesar de Portugal ser um dos países da União Europeia com maiores disponibilidades hídricas *per capita*, continua a apresentar índices de abastecimento público de água abaixo da média europeia e nítidas insuficiências em infraestruturas hidráulicas (Leitão, 2001).

A melhoria dos padrões de vida da população está também a mudar os parâmetros de consumo de água. Isto refletiu-se principalmente no aumento do consumo de água, especialmente para a higiene pessoal. Praticamente toda a população europeia tem instalações sanitárias, com chuveiros e/ou banheiras para uso diário. A maioria do consumo de água urbano é para uso doméstico, sendo que a maior parte do uso de água em agregados familiares é para autoclismos e banhos. Por exemplo, em Portugal, o consumo do autoclismo da bacia de retrete e do chuveiro é de respetivamente, cerca de 31% e 37% do consumo de

água total. A proporção a nível global de água utilizada para cozinhar e beber (3%) é mínima, quando comparada com outros usos (Miranda, 2012).

A redução das perdas de água e a otimização do uso da água são cada vez mais, instrumentos de gestão imprescindíveis na sustentabilidade dos recursos hídricos. Mediante a instalação de medidas para a promoção do uso eficiente da água através da utilização de dispositivos mais eficientes, classificados na sua vertente de eficiência hídrica, será possível fazer-se uma racionalização dos recursos naturais num edifício, do ponto de vista hídrico.

Atualmente, com a implementação da certificação de eficiência hídrica de produtos por entidades competentes, existe um potencial elevado de poupança expectável a nível de consumos, sendo esta uma das medidas de maior potencial, com um custo associado somente no momento de aquisição dos diversos dispositivos economizadores de água. A estimativa do período de retorno é uma das mais favoráveis entre as possíveis medidas de otimização da sustentabilidade hídrica, estimando-se que este valor seja inferior a dois anos. De salientar que este potencial é extensível ao mercado da reabilitação (Miranda, 2012).

Assim, existem dois pontos fundamentais para reduzir os consumos domésticos de água, que passam pela utilização de dispositivos eficientes, bem como mudar a atitude dos consumidores perante os gastos excessivos de água a que se tem assistido.

1.2. Objetivos

A presente dissertação pretende estudar o efeito da instalação de acessórios economizadores de água em torneiras de lavatórios e autoclismos, bem como autoclismos eficientes, em instalações sanitárias de edifícios escolares, sendo que o caso de estudo centrar-se-á principalmente no edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil).

Ao nível das torneiras de lavatório será feita uma análise económica de quatro tipos de economizadores de caudal, bem como uma análise ao grau de conforto que causa nos seus utilizadores. Dentro da análise económica serão estabelecidas a relação de consumos com e sem a utilização de economizadores, a relação entre a redução de caudal e a redução de consumo e por fim será feita uma estimativa de poupança global. A análise de conforto será efetuada por género, faixa etária, atividade profissional e consoante o tipo de fluxo debitado.

Ao nível dos autoclismos, será feita uma avaliação económica relativa ao uso de acessórios economizadores de autoclismos e à substituição de autoclismos existentes por autoclismos eficientes, sendo efetuadas estimativas de poupança global.

1.3. Estrutura e organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. No presente capítulo é apresentada uma introdução ao trabalho elaborado, onde é feito um enquadramento geral do tema desenvolvido. São definidos os principais objetivos a desenvolver e é apresentada a estrutura e organização da dissertação.

No segundo capítulo é abordada a temática do recurso Água e o conceito de eficiência hídrica, onde é descrita a situação de *stress* hídrico vivida atualmente a nível mundial. Será apresentada ainda a distribuição dos consumos de água, focando essencialmente a situação registada em Portugal. É apresentada a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) e o seu sistema de rotulagem de dispositivos eficientes e ainda várias medidas que visam a otimização do consumo de água, bem como soluções para minimizar as perdas e desperdícios de água. Por fim, foi feita uma revisão bibliográfica, onde constam vários estudos de referência, nacionais e internacionais.

Segue-se o capítulo três, onde consta o caso de estudo desenvolvido no edifício do DECivil da Universidade de Aveiro. Neste capítulo serão apresentados os dispositivos de utilização existentes e os considerados no presente estudo, assim como a sua caracterização. Será ainda feita a caracterização dos utilizadores do DECivil e da respetiva taxa de ocupação.

O quarto capítulo descreve qual a metodologia adotada no presente caso de estudo e todo o procedimento efetuado.

No quinto capítulo será apresentada a análise aos resultados obtidos. Esta análise será dividida em dois subcapítulos, em que o primeiro diz respeito a uma análise económica das soluções adotadas no estudo e o segundo aborda uma análise ao nível do conforto. Será ainda apresentado um estudo preliminar desenvolvido na Escola Básica do 1º Ciclo de Santiago que consta no Anexo A.

O corpo da dissertação termina com o capítulo seis, onde serão apresentadas as conclusões mais relevantes do presente estudo, assim como algumas sugestões de trabalhos futuros a realizar no âmbito desta temática.

Capítulo 2

Estado da Arte. O recurso água e a eficiência hídrica.

2. Estado da Arte. O recurso água e a eficiência hídrica.

2.1. O recurso água

2.1.1. A situação de *stress* hídrico

O *stress* hídrico ocorre quando a procura de água por habitante é superior à capacidade de oferta dos recursos hídricos. Recentemente foi realizado um estudo por McDonald *et al.*, (2014) em mais de 500 cidades mundiais, baseado na quantidade de água disponível para determinar os níveis de *stress* hídrico. Os dados compilados no estudo, fundamentaram-se essencialmente na quantidade de água disponível para cada cidade, sendo que os resultados revelaram o quanto a globalização tem exacerbado os impactos das alterações climáticas no quotidiano. O estudo concluiu que a cidade de Tóquio, no Japão é a que ocupa o primeiro lugar da lista das cidades com maior nível de *stress* hídrico.

A nível global, o estudo permitiu concluir que atualmente uma em cada quatro cidades mundiais estão sob *stress* hídrico, sendo que o cientista Rob McDonald aponta que uma das soluções para estas cidades sob grande *stress* hídrico será a construção de infraestruturas de dessalinização.

Na Figura 2.1 é apresentado o cenário de *stress* hídrico que se prevê para 2025, de acordo com o World Water Council.

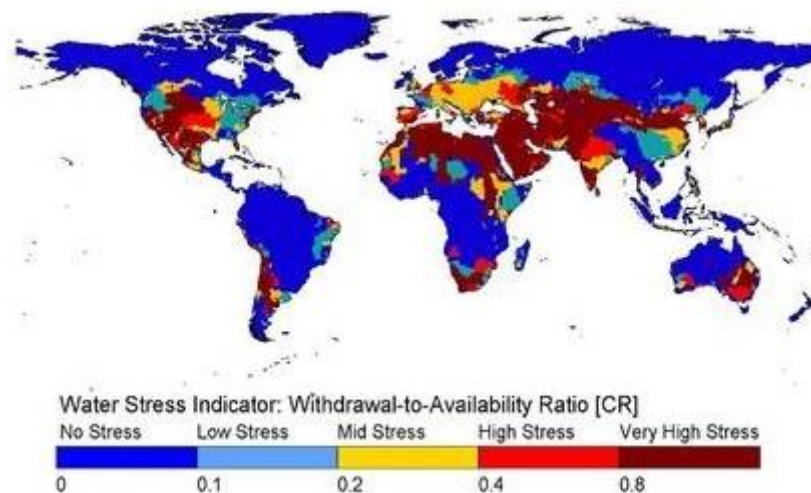


Figura 2.1 - *Stress* Hídrico. Cenário previsto para 2025 segundo o World Water Council.

2.1.2. Distribuição do consumo de água

Apesar de a água ser um recurso abundante à superfície da Terra, os especialistas alertam para um possível colapso das reservas de água doce, sendo que em vários países já é um recurso muito escasso.

A quantidade de água doce no mundo permanece constante, no entanto a sua procura aumenta a cada dia que passa e, somada a essa procura, assiste-se a atitudes e comportamentos por parte do Homem, desde o desperdício à poluição, que resultam numa relação desigual entre a natureza e os seres humanos.

De todos os países existentes no mundo, são os países em vias de desenvolvimento que se encontram mais afetados pela escassez de água. Para alguns a água potável parece ser um recurso ilimitado enquanto, para outros, nem existe em quantidades necessárias para suprimir as necessidades básicas diárias. Algumas regiões do Médio Oriente, África, Índia e China já notam a escassez de água desde algum tempo atrás (Figura 2.2), (IWMI, 2007).

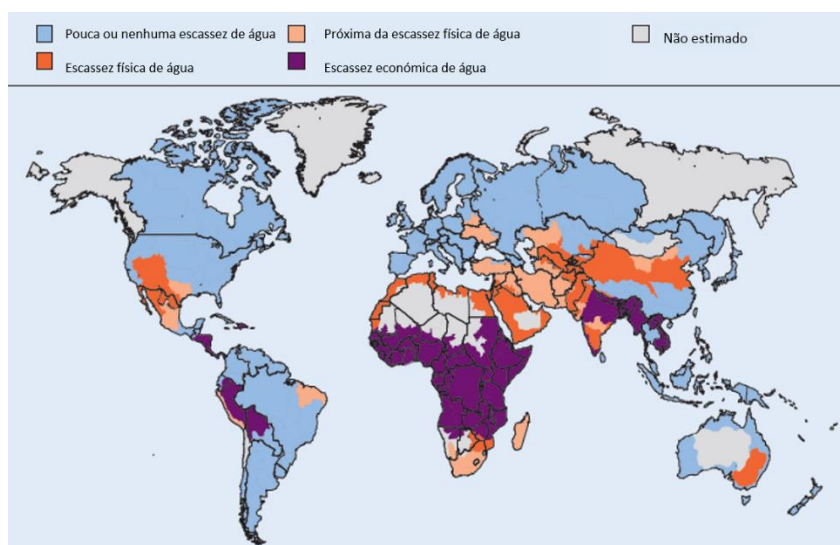


Figura 2.2 - Distribuição da escassez de água no Mundo (adaptado de IWMI, 2007).

Em todo o mundo, a maior parte da água utilizada destina-se à prática agrícola. Cerca de 70% de toda a água doce é utilizada em irrigação de plantações e, a maior parte dessa água não pode ser reaproveitada, pois encontra-se contaminada por fertilizantes e pesticidas químicos. Dos 30% restantes, aproximadamente 22% são utilizados pela atividade industrial nos processos de produção. Os restantes 8% são utilizados pela população mundial para consumos domésticos, que vão desde o próprio consumo até à sua utilização na higiene pessoal, limpezas, entre outros, Figura 2.3 (World Energy Council, 2010).

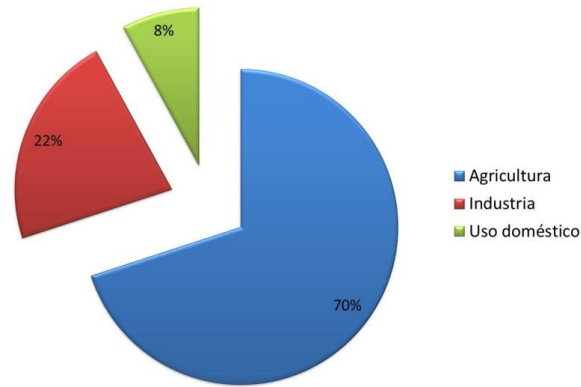


Figura 2.3 - Distribuição dos diferentes tipos de consumo de água doce no Mundo (Consultoria Solaris, 2014).

2.1.2.1. Situação em Portugal

Segundo Silva-Afonso (2013), Portugal apresenta a sexta maior pegada hídrica do mundo, com um preocupante indicador de 2,26 milhões de litros por habitante, por ano.

A nível nacional, e em termos quantitativos, a utilização de água (superior a 10 km³) é ainda inferior à sua disponibilidade (16 km³), no entanto, a sazonalidade e a irregularidade da distribuição espacial deste recurso, agravadas pelas alterações climáticas, bem como a poluição crescente, levam a que em algumas regiões do país se verifiquem já, situações crescentes de carência de água potável (Silva-Afonso, 2013).

De acordo com o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), Portugal iniciou o século XXI com uma procura anual de água no território continental estimada em cerca de 7.500 milhões m³, no conjunto dos três setores: urbano, agrícola e industrial. O setor agrícola é, em termos de volume, o maior consumidor. Em termos de custos de abastecimento, o setor urbano é o mais representativo, uma vez que a água para consumo humano requer tratamento prévio, Figura 2.4 (APA, 2012).

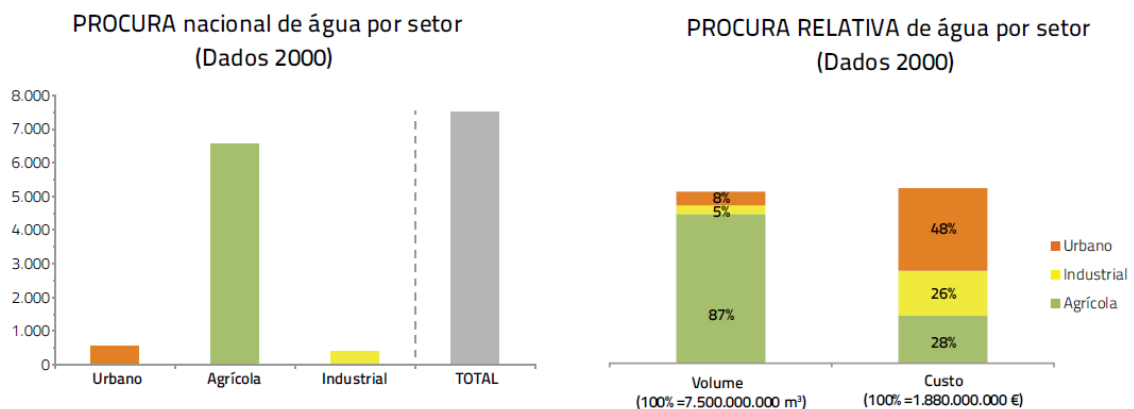


Figura 2.4 - Procura de água por setor a nível nacional (APA, 2012).

Contudo, nem toda a água captada é realmente aproveitada, uma vez que existe uma parcela importante de desperdício associada a perdas no sistema de armazenamento, transporte e distribuição, e ao uso ineficiente da água para os fins previstos.

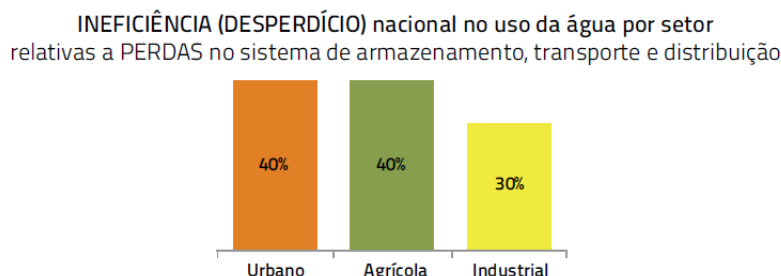


Figura 2.5 - Ineficiência (desperdício) nacional no uso da água por setor (adaptado de APA, 2012)

É com base nestes valores de desperdícios que surgem não só a nível nacional, programas e planos para promover e alertar para a importância de se fazer um uso eficiente da água. Por exemplo o PNUEA tem como principal objetivo a promoção de um uso eficiente da água em Portugal, especialmente nos setores urbano, agrícola e industrial, contribuindo desta forma para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios hídricos, sem colocar em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento socioeconómico do país (APA, 2012).

2.2. Eficiência hídrica

De acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2014b), o crescimento demográfico e, principalmente, o desenvolvimento económico e o atual estilo de vida, tornaram a água potável um recurso escasso, sendo que as alterações climáticas irão agravar esta situação em muitos países. Por isso, as políticas de uso eficiente da água são cada vez mais importantes e podem ser resumidas pelo princípio dos 5Rs:

- Reduzir o consumo;
- Reduzir as perdas e os desperdícios;
- Reutilizar a água;
- Reciclar a água;
- Recorrer a origens alternativas.

O primeiro R - *Reduzir o consumo*, inclui a adoção de produtos e dispositivos eficientes, sem prejuízo de outras medidas de natureza económica, fiscal ou sociológica. Para tal, a rotulagem da eficiência hídrica dos produtos constitui um meio essencial de informação dos consumidores. O segundo R - *Reduzir as perdas e os desperdícios*, pode envolver intervenções, como o controlo das perdas em edifícios (autoclismos, sprinklers, etc.) ou a instalação de circuitos de retorno de água quente sanitária. A reutilização ou a reciclagem das águas residuais podem ser interessantes e viáveis em edifícios, em particular em relação ao aproveitamento de águas cinzentas. No entanto, isso não exclui a possibilidade de utilização de águas residuais para fins como a rega de jardins ou até mesmo a produção de energia (através de biogás). O último R - *Recurso a origens alternativas*, pode envolver a utilização de águas pluviais, águas subterrâneas ou mesmo água salgada. Importa salientar que estas medidas podem ser facilmente tomadas em consideração tanto em edifícios novos como em projetos de remodelação.

2.2.1. O conceito de eficiência hídrica

O conceito de eficiência hídrica surge no seguimento do termo "sustentabilidade", termo este que tem vindo a sofrer diversas evoluções ao longo dos anos, no entanto o ponto de viragem deu-se em 1987 com a elaboração do Relatório de Brundtland (ou "O Nosso Futuro Comum"), na sequência da conferência sobre o Ambiente Humano, realizada pelas Nações Unidas em Estocolmo, em 1972.

Este conceito, aplicado à gestão da água é relativamente recente. Anteriormente foram usados outros termos que refletem a mesma intenção, como a noção de "uso racional", a "redução de consumos" ou a "redução de desperdícios" de água. Mas, entende-se por eficiência hídrica a criação de condições favoráveis para a redução do consumo do recurso água ou seja, na realização de qualquer tarefa que envolva água, deve-se usar sempre a quantidade mínima possível assegurando um nível de conforto adequado.

Pode-se dizer que a eficiência hídrica é um imperativo ambiental, visto a água ser um recurso limitado que é necessário proteger, conservar e gerir para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços que estes proporcionam à sociedade em geral e para garantir a sustentabilidade de outros recursos intrinsecamente associados. É também uma necessidade estratégica, visto que o aumento das disponibilidades e das reservas de água no país ser fundamental.

De acordo com a APA (2012), a melhoria da eficiência hídrica corresponde também a um interesse económico a diversos níveis, nacional, empresarial, entidades gestoras da água e consumidores. A nível nacional, os desperdícios de água representam uma "deseconomia" para o país. Empresarialmente, a água apresenta-se como um importante fator de produção, sendo que para as entidades gestoras da água, um uso eficiente da água permite uma maior racionalidade dos investimentos. Para os consumidores, a eficiência hídrica vem fazer com que haja uma redução dos encargos com a água.

A mesma fonte considera ainda que a melhoria da eficiência hídrica constitui uma obrigação para o país, em termos de normativo nacional e comunitário. Constitui sobretudo um imperativo ético, pois a água sendo um bem fundamental para a vida, precisa de ser gerida tendo em conta as gerações seguintes.

2.2.2. A ANQIP

A ANQIP é uma Associação técnico-científica da Sociedade Civil, sem fins lucrativos, que tem como objetivos gerais a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase nas instalações prediais de águas e esgotos e nas questões de sustentabilidade, pela importância que têm no contexto da qualidade e conforto na habitação e pela dimensão dos problemas que geralmente lhes estão associados. Esta associação apresenta assim como principal missão, a promoção do uso eficiente de água nos edifícios.

2.2.2.1. Sistema de certificação e rotulagem de produtos eficientes

A ANQIP criou um Sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos de modo a que os consumidores possam conhecer a eficiência dos dispositivos de utilização de água.

O sistema de classificação proposto pela ANQIP divide-se em sete classes de eficiência hídrica, que variam entre A⁺⁺ e E, permitindo ao consumidor distinguir os vários equipamentos de acordo com o respetivo consumo de água. Este sistema é baseado em Especificações Técnicas (ETA) desenvolvidas por Comissões Técnicas da ANQIP e em ensaios realizados por Laboratórios Acreditados pelo IPAC ou aprovados pela ANQIP.

As Especificações Técnicas (ETA) elaboradas pela ANQIP para os diversos produtos, foram criadas para estabelecer os necessários valores de referência para atribuição de cada uma das

letras e também as condições de realização dos ensaios de certificação. As empresas aderentes ao sistema estabelecem um protocolo com a ANQIP através do qual são definidas as condições em que podem emitir e utilizar rótulos. A ANQIP tem a função de controlar o processo, através de ensaios periódicos e de caráter aleatório dos produtos colocados no mercado com rotulagem.

Na rotulagem dos produtos constam várias áreas com informações relativas à eficiência hídrica atribuída ao produto em causa, conforme se ilustra na Figura 2.6.



Figura 2.6 - Exemplo de rotulagem de um produto certificado pela ANQIP, com eficiência hídrica (ANQIP, 2015).

No canto superior direito está referenciada a entidade que certifica os produtos em causa. À direita do rótulo consta a escala de eficiência dos produtos certificados, quanto mais aproximada da letra A for a classificação do produto em causa, maior será a eficiência hídrica do mesmo. À esquerda encontra-se a letra atribuída consoante o gasto de água do dispositivo em causa. Na parte inferior do rótulo apresenta-se uma série de "gotas", que indicam a quantidade de água que se irá gastar, ou seja, quantas mais "gotas" estiverem preenchidas, maior será a quantidade de água que o dispositivo irá consumir.

A Figura 2.7 apresenta a escala de eficiência hídrica considerada na classificação dos diversos produtos a certificar.



Figura 2.7 - Escala de eficiência hídrica dos produtos certificados (ANQIP, 2015).

2.2.2.2. Produtos eficientes

Os produtos considerados eficientes são dispositivos que obedecem a critérios estabelecidos por entidades competentes, de modo a criar e a estabelecer os necessários valores de referência para atribuição de uma letra da escala referida anteriormente.

Autoclismos de bacias de retrete

De acordo com a ETA 0804, o rótulo atribuído aos autoclismos de bacias de retrete é feito em conformidade com as tolerâncias estabelecidas para cada categoria (Tabela 2.1), (ANQIP, 2012b).

Tabela 2.1 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica em autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, 2015).

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo – descarga completa)	Tolerância (Volume mín. 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/ interrup. de desc.	A+	4,0 – 4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5 – 5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0 – 6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0 – 7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	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	-

No entanto, a ETA 0804 refere ainda que deve ter-se em atenção as exigências funcionais estabelecidas na EN 997:2012 e as limitações de dimensionamento das redes impostas pela EN 12056-2:2000. Todos os autoclismos com volume nominal igual a 4 litros ou com rótulo “A+” e “A++” deverão ter associada a indicação “Válido apenas quando a bacia de retrete e o dimensionamento da rede forem adequados a estes volumes de descarga”. Esta indicação pretende colmatar alguns problemas verificados ao nível do arrastamento de sólidos nas redes prediais e públicas.

Chuveiros e sistemas de duche

Para chuveiros e sistemas de duche a ETA 0806 estabelece as especificações técnicas de eficiência hídrica ANQIP que lhes estão atribuídas (ANQIP, 2014). De acordo com a Tabela 2.2, é possível classificar chuveiros ou sistemas de duche consoante o caudal que os caracteriza.

Tabela 2.2 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, 2015).

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

Para os rótulos A e A+, aplicáveis a chuveiros com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min deverão ter associada a indicação “Recomendável a utilização com torneiras termostáticas”.

Torneiras e fluxómetros

No que diz respeito a torneiras e fluxómetros, a ETA 0808 é o documento que estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP. De acordo com esta especificação, consideram-se os seguintes dispositivos ou conjuntos de dispositivos: torneiras de lavatório e de cozinha e fluxómetros de mictórios (ANQIP, 2012c). A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto será feita de acordo com as categorias estabelecidas na Tabela 2.3, para torneiras de lavatório, na Tabela 2.4, para torneiras de cozinha e na Tabela 2.5, para fluxómetros de mictório.

Tabela 2.3 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (ANQIP, 2015).

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

Tabela 2.4 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (ANQIP, 2015).

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

Tabela 2.5 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (ANQIP, 2015).

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

2.2.3. Otimizar o consumo do recurso água

Otimizar o consumo do recurso água, é um comportamento que visa a utilização da quantidade mínima de água possível, assegurando o desempenho eficaz da função, tarefa, processo ou serviço ao qual se destina.

Contudo, a relação individual de cada consumidor com a água, nas sociedades tecnologicamente mais avançadas, está de tal modo impregnada nos hábitos e comportamentos quotidianos que quase não se toma consciência da sua importância, a não ser quando se depara com a falta de água nas torneiras, nos poços ou nos furos, nas albufeiras das barragens e noutros locais próximos, onde a água é assumida como garantida.

A realização de ações de sensibilização, informação e formação, direcionadas para os cidadãos, visando o desenvolvimento de uma nova atitude em relação à valorização bem como ao uso eficiente da água é o ponto de partida para a consciencialização do consumidor para este imperativo tão atual, a redução dos consumos de água. Métodos como a distribuição de folhetos sobre formas de poupar água ou a afixação de placards alertando os utentes para a poupança de água, adequadas às características específicas de cada edifício, seja público ou privado são iniciativas que tendem ao desenvolvimento de uma nova cultura da água.

Este tipo de ações implementadas em edifícios públicos, quando adotadas pelos seus utilizadores, facilmente se "transportam" e se aplicam nas habitações unifamiliares, conseguindo desta forma, um redução ao nível dos consumos urbanos ainda mais eficiente. Uma simples alteração do comportamento dos utilizadores poderá economizar até cerca de 50% da água consumida, ao nível do consumo urbano (Vouga, 2010).

2.2.3.1. Instalação de equipamentos eficientes

Atualmente, o mercado direcionado para a eficiência hídrica já se encontra bastante alargado. Existe uma vasta gama de produtos eficientes, desde acessórios com características que potenciam a redução de consumos, que se podem implementar em equipamentos convencionais, a equipamentos certificados de eficiência hídrica, que apresentam características específicas que emitem caudais mais reduzidos, quando comparados com os equipamentos não eficientes.

Quando se pretende uma solução eficiente mais económica, ou seja, sem que haja a substituição total do equipamento existente por outro mais eficiente, existem acessórios redutores de caudal que se podem aplicar nos dispositivos convencionais, como torneiras ou chuveiros. No caso dos autoclismos, existem soluções, como a colocação de sacos nos reservatórios dos autoclismos, potenciando assim a redução do caudal usado em cada descarga, uma vez que o volume dos sacos instalados irá ocupar um volume equivalente de água, que iria ser descarregada. Estas soluções são economicamente acessíveis, pois para além dos acessórios serem de baixo custo, normalmente não apresentam qualquer custo de instalação.

A substituição total dos equipamentos convencionais é uma solução que, do ponto de vista da eficiência hídrica, é das mais economizadoras de água, mas tem associado normalmente, um custo mais elevado. No caso de uma reabilitação, para além do preço do dispositivo certificado de eficiência hídrica, esta solução apresenta ainda um custo associado à remoção do dispositivo convencional existente, assim como o custo de instalação do novo equipamento. Deverá ainda ter-se em conta se a instalação deste tipo de equipamentos não irá colocar em causa o bom funcionamento das redes já existentes.

2.2.3.2. Aplicação de acessórios eficientes

Torneiras

Os principais fatores que influenciam o consumo associado às torneiras são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia (Ecocasa, 2015).

Reduzindo o tempo em que a torneira está aberta (fazendo uma utilização mais rápida ou fechando a torneira enquanto se ensaboa, barbeia, lava a loiça, etc.), estima-se uma poupança potencial que pode ir até cerca de 50% (Ecocasa, 2015). A instalação destas peças permitirá poupar no consumo de água sem necessidade de troca de torneiras.

Os economizadores de água são peças complementares de torneiras que irão substituir os adaptadores de saída de água de cada torneira, reduzindo o seu fluxo. O princípio de funcionamento dos economizadores de água é a emulsão, ou seja, a mistura de oxigénio com a água cria milhões de micro-bolhas, aumentando desta forma o volume e reduzindo simultaneamente o seu fluxo de água em 50%, causando assim a sensação de se estar a utilizar a mesma quantidade de água quando na realidade apenas é utilizada metade (Figura 2.8), (Vouga, 2010).

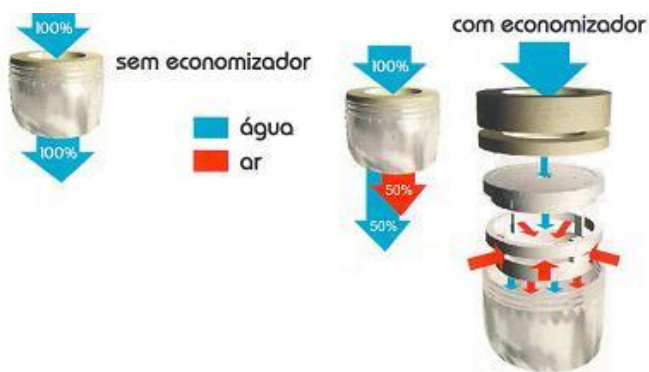


Figura 2.8 - Princípio de funcionamento dos economizadores de torneiras, (Ecofree, 2013).

Na Figura 2.9 é possível observar a diferença de fluxo entre um caudal com e sem economizador.



Figura 2.9 - Fluxo aparente do caudal com e sem economizador (SmartAqua, 2011).

Este tipo de economizadores emite normalmente um fluxo arejado e são frequentemente usados em torneiras correntes, tanto em habitações unifamiliares, como em edifícios públicos. A principal vantagem da aplicação de economizadores nas torneiras correntes é o custo que lhe está associado. Este tipo de acessórios apresenta por norma um preço bastante acessível, sendo que apresenta também a vantagem da facilidade e rapidez de instalação.

Autoclismos

Na utilização doméstica de água, as descargas de autoclismos representam uma grande parcela do consumo total. Os gastos de água com o autoclismo derivam não só das descargas associadas às necessidades fisiológicas mas também de uma utilização inadequada, como sejam as descargas de resíduos sólidos na sanita ou fugas devido à estanquidade deficiente do aparelho. No entanto a redução do volume de descarga do autoclismo é indicada como uma das medidas mais eficientes (Ecocasa, 2015).

A redução do volume por descarga num autoclismo pode ser obtida através da colocação de um objeto ou barreira no reservatório que reduza o volume de armazenamento ativo. Podem ser usadas por exemplo sacos apropriados (Figura 2.10), devendo evitar-se a utilização de objetos que se deteriorem ou que impeçam o bom funcionamento dos mecanismos do dispositivo. No entanto, esta redução de volume de armazenamento deverá ser ajustada, de tal forma que não deve resultar na necessidade de proceder frequentemente a descargas duplas, o que obviamente anularia a vantagem inicial (Almeida *et al.*, 2006).



Figura 2.10 - Exemplo dos sacos redutores do volume armazenado em autoclismos (Cardoso, 2015).

A aplicação destes sacos economizadores nos autoclismos é uma solução à qual está associado um custo reduzido, apresentando como vantagens a sua facilidade e rapidez de instalação.

2.2.3.3. Substituição por equipamentos eficientes

Torneiras

Através da substituição de uma torneira convencional, com um caudal médio de 6 litros por minuto por uma mais económica com 3 litros por minuto (valor comum para torneiras existentes no mercado) é possível obter um potencial de redução de 19 m³/ano/habitação, o que corresponde a uma eficiência potencial de 50% (Ecocasa, 2015).

Para as torneiras de cozinha recomenda-se um caudal inferior a 4 litros por minuto, enquanto para as torneiras dos lavatórios (residências) este deverá ser inferior a 2 litros por minuto e deverão ter no rótulo uma recomendação no sentido de possuírem arejador. Para o caso de espaços públicos recomenda-se a utilização de torneiras de caudal maior ou igual a 2 litros por minuto, por razões de saúde pública, (Rodrigues, 2015).

De acordo com Rodrigues (2015), as torneiras temporizadas apesar de funcionarem menos tempo, não conduzem a uma economia significativa, pois funcionam sempre ao caudal máximo. Assim, a vantagem deste tipo de torneiras coloca-se numa perspetiva de segurança, do que de economia de água. No caso das torneiras temporizadas por sensor a vantagem em relação às tradicionais prende-se essencialmente a questões de higiene e não em termos de eficiência.

Autoclismos

A substituição do autoclismo convencional e eventualmente também da bacia de retrete, por outro com volume de descarga inferior é a medida que conduzirá a reduções mais significativas do consumo associado a este dispositivo. Valores de experiências em outros países mostram que as poupanças conseguidas variam entre 20% e 50%. Esta medida é indicada como uma das mais eficientes na redução dos consumos totais de habitações unifamiliares, bem como de edifícios públicos (Almeida *et al.*, 2006).

Atualmente o mercado dispõe de diversos tipos de autoclismos de baixo consumo, existindo autoclismos com descarga de volume reduzido, como por exemplo 4, 6, 7 e 9 litros, autoclismos com descarga de dupla capacidade, como por exemplo 9/3, 9/4, 7/3, 7/4, 6/3 e 6/4 litros e ainda autoclismos com descarga interrompível, controlada pelo utilizador. Segundo Almeida *et al.* (2006), devido à necessidade de se ter de efetuar algum investimento, quando se opta pela substituição do equipamento existente por um mais eficiente, este tipo de solução é facilitada em instalações novas ou em casos de renovação. É de salientar ainda que, não existe uma diferença de preço significativa entre modelos eficientes em termos de consumo de água e outros convencionais, existem sim diferenças associadas ao *design* e aos tipos de produtos disponíveis no mercado.

Esta solução apresenta um potencial de redução em cerca de 60%, sendo que os principais benefícios são a diminuição do consumo de água e do volume de água residual produzida. De acordo com Almeida *et al.* (2006) o tempo de recuperação do investimento é cerca 2 a 3 anos. No entanto, esta solução apresenta a desvantagem do eventual condicionamento da

aceitabilidade social, devido ao receio de um menor desempenho do dispositivo no arrastamento de materiais sólidos.

Economicamente, a aplicação de autoclismos eficientes já requer algum investimento, associado ao valor do equipamento e ao facto de necessitar da intervenção de técnicos especializados para aplicação e/ou substituição.

2.2.3.4. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP)

O aproveitamento de fontes alternativas está na ordem do dia, sendo que a instalação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) é um exemplo cada vez mais corrente nas listas de medidas hidricamente eficientes. Este tipo de sistema apresenta várias vantagens, tais como a redução do consumo de água da rede pública e o facto de o investimento de tempo e dinheiro, no caso de captação da água pluvial em coberturas, serem geralmente positivos. A instalação de um SAAP é importante ecológica e financeiramente, devido ao facto de não se desperdiçar um recurso natural cada vez mais escasso, especialmente quando o edifício em causa se encontra em regiões com grande pluviosidade.

No entanto, é importante salientar que, para além de ser uma medida que contribui para a conservação de água, a captação de água de chuva é também uma medida que contribui para a conservação de energia, uma vez que é necessária pouca energia para o funcionamento de um sistema de aproveitamento de água da chuva (Rodrigues, 2010).

Os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais apresentam, contudo, algumas desvantagens, como o custo de instalação que lhe está associado, bem como a diminuição do volume de água captada em períodos menos chuvosos. Não esquecendo também, o facto de este tipo de sistemas necessitar de sofrer periodicamente inspeção e manutenção, de forma a evitar problemas sanitários.

Atualmente em Portugal, a ANQIP dispõe de um documento que oferece informação e linhas orientadoras para a instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. Trata-se da Especificação Técnica ANQIP (ETA 0701), que oferece critérios técnicos para a realização de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em edifícios, para outros fins que não consumo humano.

De acordo com a ETA 0701 a água da chuva pode ser usada em descargas de bacias de retrete, na lavagem em máquinas de lavar roupa, na lavagem de pavimentos e automóveis, na rega de zonas verdes, entre outras aplicações, como em torres de arrefecimento ou redes de incêndio.

Princípio de funcionamento de um SAAP

O princípio de funcionamento de um SAAP passa essencialmente por quatro etapas, a recolha, a condução e tratamento, o armazenamento e por fim o transporte da água armazenada para os pontos de utilização.

Normalmente a recolha das águas pluviais é feita através da superfície de cobertura dos edifícios, visto ser a maior área impermeável do terreno ocupado, promovendo também a uma menor contaminação. A quantidade de água captada depende de vários fatores, mas principalmente da área de captação e da pluviosidade média anual referente à região onde se encontra implementado o SAAP. De acordo com a ETA 0701 a pluviosidade de cálculo deverá corresponder a séries históricas de precipitação referentes a períodos não inferiores a 10 anos.

O volume de água da chuva aproveitar num determinado período pode ser determinado através da equação (1), (ANQIP, 2012a).

$$V_a = C.P.A.\eta_f \quad (1)$$

Na equação apresentada, V_a corresponde ao volume de água da chuva aproveitável (litros), C diz respeito ao coeficiente de escoamento que corresponde à relação entre o volume captado e o volume total de precipitação num determinado período de tempo, tendo em atenção as retenções, absorções e desvios das primeiras águas, P equivale à altura de precipitação acumulada no período considerado (mm), A à área de captação (m^2) e por fim η_f corresponde à eficiência hidráulica da filtragem.

A ETA 0701 recomenda no entanto, que face a alguns períodos menos chuvosos, as primeiras águas não sejam aproveitadas para algumas utilizações ou então que seja instalado um dispositivo para desvio do escoamento inicial (*first flush*), preferencialmente de funcionamento automático.

Posteriormente, a água captada será conduzida para reservatórios (ou cisternas), através de caleiras e tubos de queda (Figura 2.11). No entanto, este tipo de órgãos de condução recolhem todo o tipo de detritos, sendo por isso necessário proceder a uma filtragem. Deverá por isso, ser instalado um filtro a montante das cisternas de armazenamento, para remover a maior quantidade possível de sedimentos e detritos de pequenas dimensões da água, antes do seu armazenamento. As cisternas deverão ser cobertas, ventiladas e devem permitir a sua inspeção, respeitando todas as normas de segurança (ANQIP, 2012a).

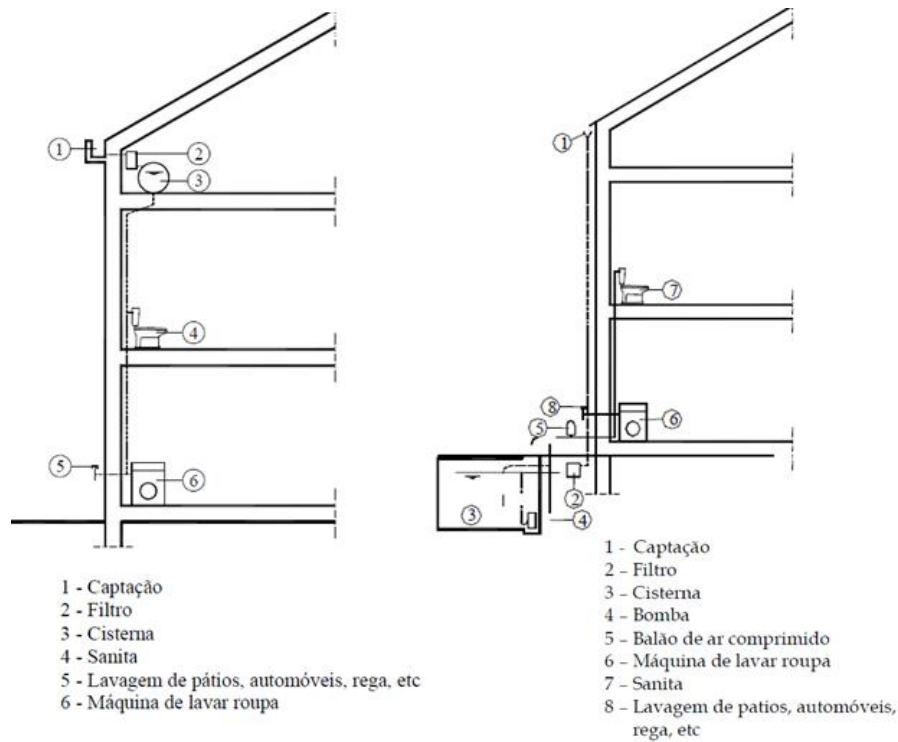


Figura 2.11 - Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas pluviais com cisterna no sótão e enterrada, respetivamente (M. Valente Neves *et al.*, 2006).

As cisternas devem ser dimensionadas de acordo com critérios económicos, técnicos e ambientais, considerando sempre as boas práticas de engenharia. Um reservatório pequeno transborda com facilidade, o que reduz o volume de água aproveitável mas, em contrapartida, é mais barato. A determinação da capacidade ótima é ainda um clássico problema "custo do reservatório *versus* benefícios que proporciona", o qual deve passar pela análise de varias alternativas. De acordo com a ETA 0701 deverá considerar-se períodos de retenção da água próximos de 30 dias, admitindo-se até 90 dias desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. O volume total deverá ser, cerca de 20% superior ao volume útil calculado, para ter em conta a capacidade morta e a profundidade da boca de captação.

A condução da água captada para os pontos de consumo, a menos que o reservatório esteja colocado a uma altura que permita a distribuição da água até ao local de consumo por gravidade, deverá ser feita através da instalação de um grupo de pressão. Por norma, um grupo de pressão inclui motor, bomba e quadro elétrico, acarretando por isso alguns custos energéticos que deverão ser contabilizados.

No que diz respeito ao dimensionamento das tubagens de abastecimento da rede não potável, este deverá ser feito de modo análogo ao dimensionamento da rede potável e para idênticos

níveis de conforto. As redes de água não potável, incluindo elementos acessórios, deverão, no entanto, ser claramente diferenciadas das redes de água potável (ANQIP, 2012a).

2.2.3.5. Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)

De acordo com a ETA 0905 as águas cinzentas dizem respeito às águas residuais domésticas que não contêm águas negras ou seja, são provenientes, em geral, de banheiras, duches, lavatórios, lavagem de roupa e cozinhas.

A instalação de um sistema predial de reutilização de águas cinzentas permite que, antes da descarga final, essas águas sejam reutilizadas no edifício, com ou sem tratamento, conforme a qualidade exigível para as utilizações. Por seu lado, um sistema predial de reciclagem de águas cinzentas promove o tratamento das mesmas e a sua reentrada no ciclo predial. Por simplificação, ambos os sistemas podem ser designados por SPRAC (ANQIP, 2011).

A reutilização ou reciclagem de águas cinzentas, já é tomada, em vários países, como uma medida adequada para reduzir os consumos urbanos de água potável. As águas cinzentas, após sofrerem um tratamento adequado de filtração e desinfeção, podem ser utilizadas em descargas de autoclismos, sistemas de rega, agricultura e sistemas de combate a incêndios. A instalação deste tipo de sistemas permite não só limitar a quantidade de água potável consumida, como também reduzir a quantidade de águas residuais produzidas (Silva, 2012 e Rito, 2013).

A instalação de um SPRAC é condicionada principalmente pelas características quantitativas e qualitativas das águas residuais tratadas, pelas características físicas do local, pelos tipos de usos estabelecidos e pela regulamentação em vigor sobre a reutilização (Monte e Albuquerque, 2013).

No caso de edifícios já existentes, e de acordo com ERSAR e INAG (2009), o sistema de reutilização de águas cinzentas tratadas, requer a instalação de uma rede própria, o que implica a duplicação do investimento. Por este facto, nestes casos, quando é necessária a instalação de um sistema duplo, o custo pode constituir um fator limitante. Pela mesma razão, a instalação de rede dupla para descarga de autoclismos em edifícios, só tem viabilidade económica nas construções de raiz. Por outro lado, se se tratar da reutilização de águas residuais para fins urbanos não potáveis de edifícios já existentes, tais como rega de espaços verdes e lavagens, não é necessário proceder à duplicação da rede predial, tornando-se o sistema economicamente viável. No entanto, o custo associado à instalação de

reservatórios de armazenamento e a outras instalações complementares de tratamento pode ter um peso elevado nos custos do projeto (Monte e Albuquerque, 2013).

Segundo a Environment Agency (2011), um sistema de aproveitamento de águas cinzentas bem dimensionado e funcional, se utilizado para descargas de autoclismos pode, potencialmente, poupar um terço de água potável da rede pública. Quanto maior for a proporção de água cinzenta utilizada, maior a poupança de água do abastecimento público. No entanto, a instalação dos Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas também apresenta algumas desvantagens, salientando-se a menor qualidade da água, o elevado investimento inicial, os custos de manutenção e operacionalidade, o espaço necessário para a aplicação do reservatório de armazenamento, entre outros. Mas, as desvantagens destes sistemas conseguem ser ultrapassadas quando comparadas com os benefícios que lhe estão associados (Silva, 2012).

Atualmente, em Portugal a Especificação Técnica ANQIP (ETA 0905) é o documento que estabelece os critérios técnicos para a realização de Sistemas Prediais de Reciclagem e Reutilização de Águas Residuais Cinzentas (SPRAC).

O número de instalações de SPRAC, ainda é bastante reduzido no nosso País, no entanto em países como Inglaterra, França e, sobretudo, na Alemanha já existem várias instalações deste tipo de sistemas (Mário Valente Neves e Silva-Afonso, 2010).

Princípio de funcionamento de um SPRAC

De acordo com a ETA 0905, por norma a necessidade de água regenerada em edifícios residenciais é consideravelmente inferior à quantidade disponível de águas cinzentas, pelo que não é necessário tratar a sua totalidade, mas apenas os efluentes menos poluídos, como os do chuveiro, banheira e lavatório. No entanto deverá ser prevista uma alimentação, preferencialmente automática, alternativa de água ao SPRAC, com água de outras origens (suprimento), mas com qualidade adequada às utilizações em vista.

O princípio de funcionamento de um SPRAC é constituído essencialmente pela recolha das águas cinzentas através de coletores, pelo armazenamento das águas recolhidas em reservatórios específicos, pelo tratamento das águas cinzentas e ainda por um sistema de pressão que permita fazer o abastecimento da água regenerada, Figura 2.12.

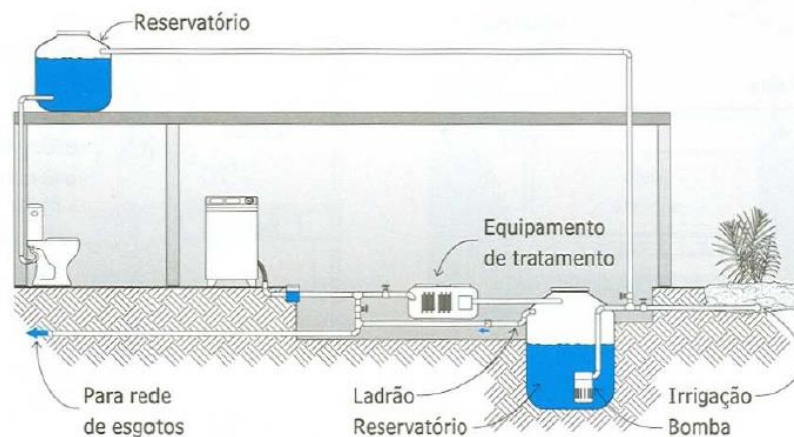


Figura 2.12 - Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas (Sella, 2011).

Os coletores podem ser tanto verticais como horizontais e devem assegurar o transporte das águas provenientes de banheiras, lavatórios ou máquinas de lavar, até ao sistema de armazenamento. O sistema de armazenamento normalmente é composto por um ou mais reservatórios, sendo que o seu volume de reserva (antes ou depois do tratamento) não deve ser maior do que o consumo diário médio (ANQIP, 2011).

No que diz respeito ao tratamento das águas cinzentas, segundo a ETA 0905, existem diversas tecnologias de tratamento de águas que podem ser utilizadas no tratamento de águas cinzentas, sendo que devem ser preferíveis as que dispensam a adição de produtos químicos, as que necessitam de pouca energia e as que possuam uma manutenção económica. São exemplos disso, sistemas biológicos de tratamento, tecnologia de membranas ou tecnologias combinadas.

A especificação técnica referida anteriormente menciona ainda, que o dimensionamento das redes de água regenerada deve ser efetuado de modo análogo ao dimensionamento da rede potável e para idênticos níveis de conforto. O abastecimento por norma é feito através de sistemas de pressão adequados à rede predial.

2.2.4. Minimizar perdas e custos de água

Todas as redes de distribuição e abastecimento de água apresentam perdas de água de maior ou menor dimensão. Estatisticamente, verifica-se que estas perdas são mais significativas em sistemas de distribuição, nomeadamente em ambientes urbanos. Contudo, apesar de não existirem redes de abastecimento perfeitas, a larga maioria das redes de distribuição

existentes apresentam níveis de perdas de água muito elevados, que estão acima dos valores aceitáveis para países desenvolvidos (Pinto&Braz, 2015).

Para combater os desperdícios de água é fundamental que se adquiram medidas ao nível dos sistemas públicos de abastecimento, assim como a nível predial.

Ao nível dos sistemas públicos de abastecimento é importante investir na redução de perdas, bem como de pressões. No caso da redução de perdas, as entidades gestoras deverão implementar programas de deteção, localização e eliminação de perdas resultantes de fugas, roturas e extravasamentos do sistema, nomeadamente ao nível das tubagens e das respetivas juntas que constituem a rede pública de distribuição. No que diz respeito à redução de pressões, quanto maior é a pressão existente nos sistemas públicos de abastecimento de água, maiores tendem a ser os consumos e as perdas de água. Seria por isso pertinente implementarem-se medidas de controlo pelas entidades gestoras de sistemas públicos de abastecimento de água das pressões nos sistemas de distribuição. Em termos de um uso eficiente da água, é portanto conveniente que as pressões não sejam excessivas, limitando-se a valores que permitam uma utilização confortável (ERSAR, 2005).

Ao nível predial, é igualmente importante implementar programas de deteção, localização e eliminação de perdas resultantes de fugas, roturas e extravasamentos na rede predial, quer ao nível das tubagens e das respetivas juntas, quer nos diferentes dispositivos de utilização. Deverá ainda haver um controlo das pressões nos sistemas de distribuição predial de modo a garantir em permanência pressões acima dos mínimos regulamentares mas evitando valores excessivos e desnecessários, que contribuem para um maior consumo, quer aquando da utilização de qualquer dispositivo, quer através da roturas existentes no sistema (ERSAR, 2005).

De acordo com Almeida *et al.* (2006) a utilização de um tarifário adequado deverá fazer parte da lista de medidas a aplicar em sistemas públicos. Esta medida consiste na introdução de critérios de racionalidade económica e ambiental e de critérios de equidade na tarifação dos serviços de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais a utilizadores finais, mediante a adoção de regimes tarifários adequados pelas entidades gestoras destes serviços. Um regime tarifário adequado deve permitir combinar de forma ótima a prossecução de objetivos económicos, ambientais e sociais, contribuindo, dessa forma, para melhorar o bem-estar social.

2.3. Estudos de referência nacionais

A nível nacional têm-se assistido nos últimos anos ao desenvolvimento de vários estudos no âmbito da eficiência hídrica.

Santos *et al.*, (2011) desenvolveu um estudo, cujo objetivo incidiu na análise da implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas em edifícios de diversas tipologias. O estudo foi feito com base numa ferramenta de apoio à decisão desenvolvida neste âmbito (SAPRA), que determinou o volume de reserva, analisou o desempenho do sistema em termos de consumo e poupança de água, calculou o custo de instalação e a poupança, e apresentou ainda o período de retorno do investimento.

O estudo incidiu em diferentes tipologias de edifícios, incluindo uma moradia, um edifício multifamiliar, dois edifícios de comércio, um hotel e um edifício de serviços. A moradia estudada situa-se na cidade do Porto, possui quatro ocupantes e o sistema implementado foi o aproveitamento de águas pluviais. O principal objetivo do sistema implementado foi abastecer as sanitas, a máquina de lavar roupa e o sistema de rega. As águas pluviais foram recolhidas na cobertura que apresenta uma área de 130 m³. No que diz respeito à tipologia de edifícios de comércio foram estudados dois centros comerciais, o Centro Comercial Colombo em Lisboa e o Centro Comercial 8^a Avenida, localizado em S. João da Madeira. No Centro Comercial Colombo, foi estimado um número total de 61622 ocupantes por uma área de venda de 154000 m² e foi implementado um sistema de aproveitamento de águas pluviais. O segundo centro comercial apresenta uma área de venda de 23470 m², correspondente a 9388 ocupantes. Trata-se também de um edifício recente, sendo que já integra um sistema de aproveitamento de águas pluviais que abastece as sanitas, os urinóis e a rede de rega, no entanto foi implementado um sistema de tratamento de águas cinzentas. Quanto à terceira tipologia de edifícios estudada, tratou-se do hotel *The Yeatman Hotel*, que se situa em Vila Nova de Gaia. O hotel, considerado como sendo um hotel de luxo, apresenta uma ocupação estimada de 122 hóspedes e devido aos elevados consumos de água que lhe estão associados, foi implementado um sistema misto de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas. A área de cobertura considerada na recolha das águas pluviais foi de 1800 m² e as águas cinzentas recolhidas dizem respeito a 25 chuveiros, 3 banheiras e 15 lavatórios. Por último, o edifício de serviços analisado foi o centro de saúde localizado na ilha de S. Miguel nos Açores. O centro de saúde possui um total de 740 ocupantes e nele foi implementado um sistema de recolha de águas pluviais precipitadas em cerca de 8400 m² de coberturas verdes.

Os casos de estudo apresentados foram sujeitos a uma simulação diária de funcionamento feita com a ferramenta de apoio à decisão desenvolvida (SAPRA) de forma a avaliar o desempenho e os benefícios de cada sistema. O período de simulação considerado foi de 10 anos para todos os casos, exceto o centro de saúde, devido à impossibilidade de obterem um registo de precipitação diária para 10 anos na ilha de S. Miguel, neste caso consideraram um período de 3 anos. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Avaliação da viabilidade económica (Santos *et al.*, 2011).

Casos de estudo	Tipo de sistema	Viabilidade económica			
		Custo de instalação (€)	Custo específico (€/m ³)	Poupança (€/ano)	Retorno (anos)
Moradia	SAAP	9.778,00	231,00	57,50	204
Edif. Multif	SRAC	43.656,00	148,00	1.110,00	40
Edif. Comércio	Lisboa	109.010,00	11,36	20.361,00	5
	S. João da Madeira	57.023,00	9,79	2.463,00	23
Hotel	Misto	160.536,00	58,00	11.000,00	14
Centro de saúde	SAAP	85.225,00	32,92	5.485,00	15

Este estudo permitiu concluir que a implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas proporciona significativos benefícios, nomeadamente na redução no consumo de água potável e no volume de águas residuais produzidas e, no caso de sistemas de águas pluviais, contribui, em certa medida, para a diminuição do risco de cheias.

Outras conclusões que se puderam obter foi o facto de a moradia e o edifício multifamiliar apresentarem períodos de retorno do investimento elevados, revelando que nestes casos os sistemas previstos não são rentáveis, apesar de contribuírem para uma maior sustentabilidade do uso da água em meio urbano. Por outro lado, os edifícios de grandes dimensões apresentam menores custos específicos e períodos de retorno mais baixos, o que revela que nestes casos estes sistemas são bons investimentos, proporcionando uma elevada poupança que se irá manter ao longo do período de vida do sistema e do edifício.

Comparando os dois sistemas implementados, foi verificado que os sistemas de aproveitamento de águas pluviais apresentam um padrão de poupança mensal caracterizado pela redução nos meses de verão, altura em que o volume de águas recolhidas diminui consideravelmente, enquanto os sistemas de reutilização de águas cinzentas e os sistemas

mistos apresentam um padrão de poupança mensal mais constante devido à produção contínua de águas cinzentas no edifício e ao consumo contínuo de água não potável nos usos previstos.

No sentido de avaliar o impacto dos sistemas de certificação hídrica na gestão dos consumos de água em edifícios universitários, Figueiredo (2013) realizou um estudo em dois edifícios do *campus* da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), para determinar o potencial de poupança de água e avaliar os benefícios económicos da utilização de dispositivos eficientes. A análise foi efetuada apenas nas instalações sanitárias, sendo que a avaliação de desempenho incidiu nos autoclismos, torneiras e fluxómetros, excluindo todos os restantes consumos, associados à rega, limpeza dos edificadros, laboratórios e unidades de restauração.

No referido estudo foram analisados dois edifícios. O primeiro, que contabiliza o segundo maior consumo de água no *campus* da FCT/UNL (edifício VII), uma vez que detém do maior número de aulas e por conseguinte, uma maior afluência de alunos, sendo os consumos afetos apenas às instalações sanitárias e ao único bar existente. No segundo edifício analisado (edifício I), constam maioritariamente zonas de organização e serviços, havendo apenas uma secção de aulas.

A população total do edifício VII foi estimada em o dobro da população do edifício I, sendo que o consumo total estimado nas instalações sanitárias do edifício VII é 2,4 vezes superior ao consumo estimado no edifício I. Em ambos os edifícios, os dispositivos que consomem mais água são os autoclismos, em seguida os fluxómetros e por último, as torneiras.

Relativamente ao edifício VII, o estudo permitiu concluir que com a substituição dos dispositivos por produtos com rótulo ANQIP, obtem-se uma estimativa de poupança de consumo de água em cerca de 57% e uma poupança económica estimada em cerca de 4 863€ anuais nas faturas de água (56,4%). O período de retorno do investimento de produtos eficientes foi estimado em cerca de um ano e dois meses. Já o edifício I apresentou uma estimativa de poupança no consumo de água de 59%, após uma substituição dos equipamentos existentes por produtos certificados hidricamente. A poupança económica estimada é de 2 076 € anuais nas faturas de água (57,0%) e o período de retorno do investimento foi estimado em cerca de nove meses.

Foi feita uma análise de sensibilidade que permitiu concluir que quer o edifício VII, quer o edifício I, diminuindo a frequência de utilização dos dispositivos de 30% para 25% o consumo total de água é 1,3 vezes inferior. Se por outro lado, for aumentada a frequência de

utilização para 50%, o consumo total de água aumenta 1,4 vezes no edifício VII e 1,1 vezes no edifício I, como seria de esperar.

Como conclusão, reduzir o consumo de água nos edifícios é apenas uma parte do que é necessário para alcançar uma gestão sustentável deste recurso no campus, já que 40,30% da água da rede é consumida na rega e noutros consumos não contabilizados.

De acordo com Silva-Afonso (2013) a ANQIP é a única entidade independente com competências técnicas e científicas para o desenvolvimento de auditorias de eficiência hídrica em Portugal, sendo que já realizou mais de uma centena de auditorias em edifícios públicos de diferentes tipologias. Nas auditorias realizadas foram efetuadas a quantificação dos consumos existentes, a verificação do estado de conservação das instalações existentes com vista na deteção de perdas e o levantamento e caracterização dos dispositivos e equipamentos instalados. Posteriormente foram identificadas e quantificadas possíveis medidas de poupança de água aplicáveis a cada caso, analisando a sua viabilidade técnico-económica. Foram ainda estabelecidos quadros de intervenção para as medidas consideradas técnico-economicamente viáveis, estimando depois os potenciais de eficiência. Por fim, foi elaborada a definição de esquemas ou programas para a gestão do uso eficiente da água.

Na Tabela 2.7 resumem-se alguns resultados relevantes de poupanças obtidas ao nível dos consumos de água, contabilizadas em auditorias efetuadas em diferentes tipologias de edifícios públicos.

Tabela 2.7 - Poupanças obtidas nos consumos de água em auditorias realizadas pela ANQIP (Silva-Afonso, 2013).

Edifício	Poupança obtida no consumo de água
Estádio Universitário de Coimbra	37%
Loures Shopping	24%
Centro Hospitalar do Porto	18%
Hospital Santo Espírito de Angra do Heroísmo	8%
Hospital do Litoral Alentejano	20%
Hospital Magalhães Lemos	27%
Centro Cultural Congressos de Aveiro	38%
Cine Teatro de Estarreja	23%
Piscina Municipal de Águeda	27%
Piscina Municipal de Albergaria	16%
Piscina Municipal de Ílhavo	14%
Piscina Municipal de Murtosa	10%
Piscina Municipal de Oliveira do Bairro	41%
Piscina Municipal de Ovar	50%
Piscina Municipal de Sever do Vouga	15%
Piscina Municipal de Vagos	30%
Reitoria da Universidade de Aveiro	24%
Estádio Municipal de Águeda	23%
Centro Escolar Integrado Fernando Caldeira	37%
Piscina Municipal de São João de Loure	23%
Piscina Municipal da Branca	21%
Escola de Santiago Aveiro	38%
Mercado Manuel Firmino Aveiro	25%

Pavilhão Gimnodesportivo de Estarreja	52%
Piscina Municipal de Estarreja	37%
Paços do Concelho Ílhavo	36%
Centro Escolar da Murtosa	32%
Museu Marítimo de Ílhavo	12%
Paços do Concelho da Murtosa	54%
Pavilhão Municipal de Oliveira do Bairro	31%
Paços do Concelho de Ovar	38%
Centro Artes e Espetáculos Sever do Vouga	34%
Pavilhão Municipal de Vagos	36%
Câmara Municipal de Alcácer do Sal	21%
Estádio Municipal de Alcácer do Sal	38%
Piscina Municipal Descoberta de Alcácer do Sal	56%
Edifício da Divisão de Desenvolvimento Social	29%
Complexo Desportivo de Grândola	32%
Edifício Cor-de-rosa de Odemira	32%
Piscina Municipal de Odemira	17%
Câmara Municipal de Santiago do Cacém	31%
Parque da Quinta do Chafariz em Santiago do Cacém	17%
Piscina Municipal de Santiago do Cacém	47%
Câmara Municipal de Sines	32%
Piscina Municipal de Sines	15%

Após uma breve análise dos valores de poupança obtidos nos consumos de água, os diferentes estudos permitem concluir que os edifícios que apresentam uma percentagem mais elevada de poupança de água dizem respeito a piscinas municipais, sendo que também se podem incluir pavilhões gimnodesportivos. Estes espaços tem por norma um consumo de água bastante elevado, o que leva a concluir que quanto maior for o consumo de água associado a um determinado edifício, maior será o potencial de poupança de água que lhe está associado.

Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2014a) apresentaram recentemente uma comunicação onde constam três estudos realizados pela ANQIP em edifícios onde foram implementadas diferentes medidas de eficiência hídrica, com recolha horária dos consumos através de sistemas de telemetria.

Os três casos de avaliação do impacto destas medidas nos diagramas de consumo dizem respeito a uma moradia na região de Aveiro (Ílhavo) onde, para além da aplicação de produtos eficientes, foi instalado um SAAP (sistema de aproveitamento de águas pluviais), e a duas habitações no Alentejo Litoral (Grândola) onde, após uma auditoria de eficiência hídrica, foram implementadas diversas medidas de redução de consumos (instalação de economizadores, regulação de autoclismos, etc.).

No primeiro caso de estudo referente à moradia em Ílhavo, para além da implementação de um SAAP, foram instalados apenas produtos das classes de eficiência hídrica A, A+ e A++ do sistema de certificação e rotulagem da ANQIP. O SAAP destinou-se alimentar três sanitas e as bocas de rega situadas no jardim e quintal, sendo que o abastecimento desta rede predial

com água pluvial efetuou-se com recurso a bombagem, assegurando uma reserva estimada em 45 dias em ano médio.

No segundo e terceiro casos de estudo, as duas habitações analisadas situam-se no Alentejo litoral (Grândola). A primeira corresponde a um apartamento T3 de habitação social (Habitação A) que possui apenas uma instalação sanitária, já a segunda diz respeito a uma moradia V3, dotada com duas instalações sanitárias e um quintal (Habitação B). As intervenções realizadas nos referidos casos de estudo passaram pela regulação dos autoclismos e/ou a substituição dos mecanismos de descarga completa por mecanismos de dupla descarga e ainda pela instalação de economizadores de caudal e/ou substituição de torneiras de lavatório, de cozinha e chuveiros. Estas intervenções visaram a adaptação dos dispositivos existentes por eficientes, equivalentes aos que possuem uma rotulagem de eficiência hídrica da ANQIP, da classe A ou superior.

Resumidamente, e através da análise dos diagramas de consumo em redes de água potável e não potável, em particular no que se refere a pontas de consumo, o presente estudo permitiu concluir que, através de intervenções de baixo custo e rápido retorno económico, foi possível obter reduções de consumos muito significativas, como se verificou nos casos de estudo 2 e 3, que apresentaram reduções muito próximas dos 30%. Já o recurso para fins não potáveis a origens alternativas, como a água da chuva (SAAP), permitiu reduzir ainda mais as necessidades de água potável, constatando-se, no caso de estudo 1, uma redução média da ordem dos 66% nas necessidades de água da rede. No entanto, este tipo de sistema (SAAP) engloba um investimento económico mais elevado, quando comparado com as soluções implementadas no caso de estudo 1.

Para finalizar, foi ainda salientada a importância da realização de auditorias de eficiência hídrica em edifícios existentes e da implementação das medidas aí preconizadas, por razões de sustentabilidade.

2.4. Estudos de referência internacionais

A nível internacional foram também desenvolvidos alguns estudos, com o objetivo de averiguar a viabilidade da implementação de medidas estimadas hidricamente eficientes, desde a consideração de acessórios e dispositivos eficientes, a campanhas de sensibilização junto dos consumidores.

Hills *et al.* (2002) desenvolveu um estudo que durou cerca de um ano, numa das maiores arenas do mundo, o *Millenium Dome*, situado no Reino Unido, que envolveu cerca de 6

milhões de visitantes. Este estudo permitiu fazer uma avaliação do consumo de água em diferentes tipos de dispositivos eficientes, bem como fazer uma investigação sobre a opinião dos utilizadores relativamente à utilização de água reciclada e reutilizada.

Visto abranger um grande número de visitantes, foram colocados à entrada das instalações sanitárias detetores de infravermelhos de maneira a contabilizar o número de utilizadores das instalações sanitárias.

Durante o período do estudo foram avaliadas três tipos de torneiras, desde torneiras temporizadas ativadas por detetor de infravermelhos, torneiras temporizadas do tipo “push-stop”, e ainda torneiras com mecanismo giratório. A recolha de dados relativamente aos consumos de água e ao número de utilizadores permitiu estimar o consumo médio de água por utilizador, consoante o tipo de torneira utilizada (Figura 2.13).

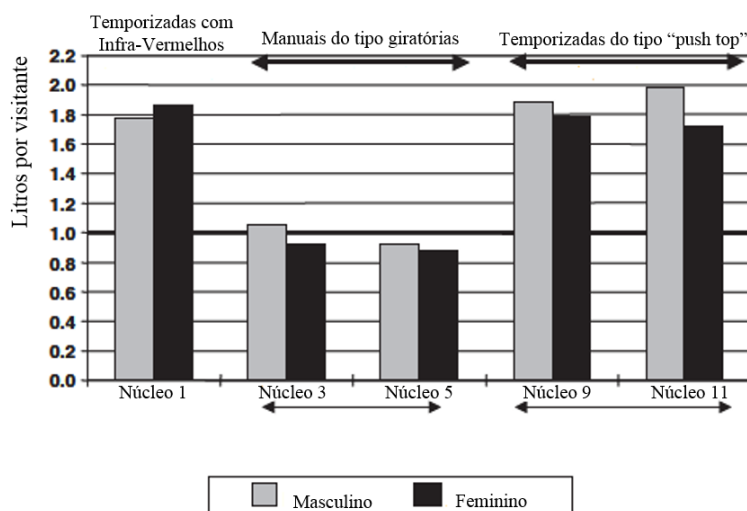


Figura 2.13 – Consumo de água registado por visitante (utilizador) consoante o tipo de torneira utilizada (Hills *et al.*, 2002).

De acordo com Hills *et al.* (2002) e pela análise do gráfico da Figura 2.13 é possível verificar que o tipo de torneira que apresentou menos consumo por utilizador foi a torneira com mecanismo giratório, com um gasto de água inferior a 1 litro por visitante, contrariamente ao gasto observado para as restantes torneiras, consideradas à partida como mais eficientes.

No mesmo estudo realizou-se um inquérito aos visitantes sobre sua aceitação da utilização de água reciclada, concluindo que cerca de 95% dos inquiridos aceitariam essa iniciativa. Salienta-se que houve menos aceitação dessa iniciativa relativamente à utilização de água reciclada em habitações próprias, sendo que os inquiridos apontaram preferencialmente esse tipo de iniciativa em edifícios públicos.

Em 2009 foi realizado um estudo num hotel situado na cidade de Torrence, na Califórnia. O estudo foi realizado nas instalações sanitárias existentes no primeiro e segundo andares, tendo como alvo os consumos de água registados nas torneiras dos lavatórios. Foi estabelecida de novo a comparação entre os gastos de água com torneiras manuais e a água consumida com a utilização de torneiras automáticas, comandadas por sensores.

A recolha de dados aconteceu em dois períodos distintos de 30 dias cada, em que no primeiro período se recolheram os consumos de água provenientes da utilização das torneiras existentes (manuais) e no segundo período com torneiras eficientes. Na Figura 2.14 encontram-se os registos do consumo de água nos dois períodos de monitorização.

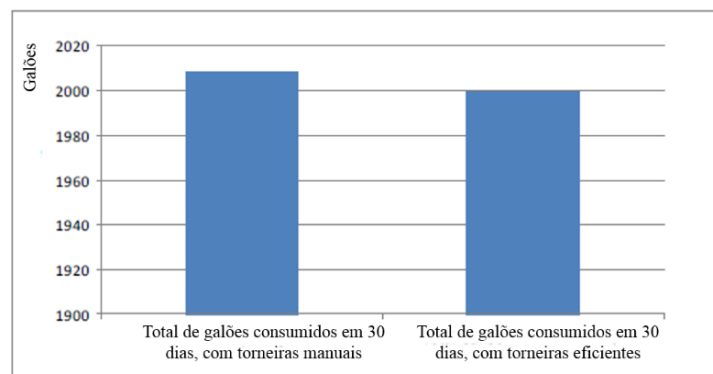


Figura 2.14 – Registo do consumo de água com torneiras manuais e torneiras automáticas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).

De acordo com o estudo efetuado, constatou-se que houve uma redução do consumo de água entre os dois períodos de cerca de 0,4%. No entanto, salientou-se o facto de o número de hóspedes ter aumentado no segundo período, relativamente ao primeiro, em cerca de 67%. Este aumento significativo na taxa de ocupação foi favorável aos resultados obtidos, intensificando a poupança de água associada à instalação das torneiras automáticas (EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).

O mesmo estudo fez ainda uma análise do consumo de água consoante as instalações sanitárias masculinas e femininas existentes no primeiro e segundo pisos. Nas Figura 2.15 a Figura 2.17 constam os consumos registados por instalação sanitária (numeradas de A a J) do primeiro e segundo piso, com torneiras manuais e automáticas, consoante o género masculino e feminino.

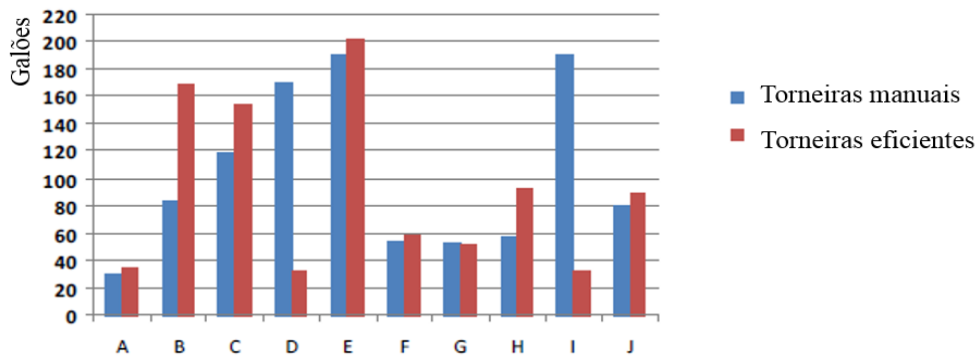


Figura 2.15 - Consumo de água registado nas instalações sanitárias do primeiro piso – IS Masculinas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).

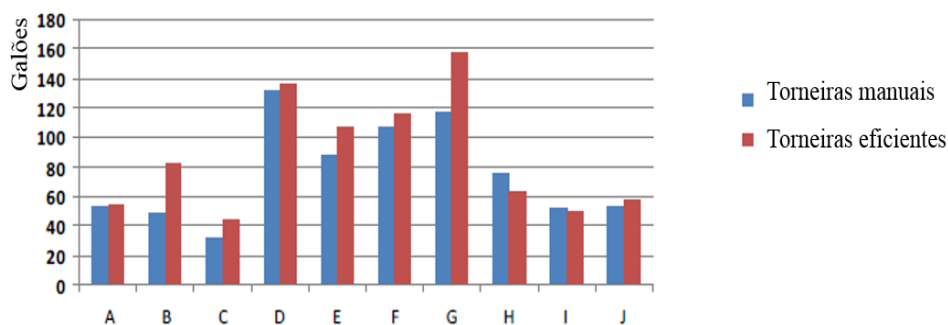


Figura 2.16 – Consumo de água registado nas instalações sanitárias do primeiro piso – IS Femininas (adaptado de EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).

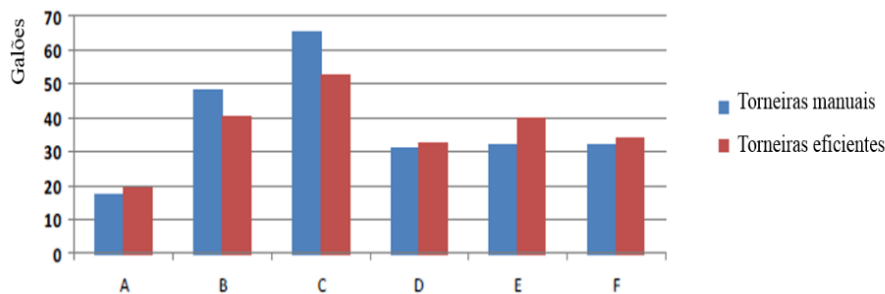


Figura 2.17 - Consumo de água registado nas instalações sanitárias do segundo piso, género feminino (A – C) e género masculino (D – F) (EcoGreen Services e West Basian Municipal Water District, 2009).

No estudo concluiu-se que com a substituição das torneiras manuais por torneiras automáticas foi possível obter uma redução do consumo de água por pessoa, em cerca de 35,5%.

Foi realizado em 2010 um estudo num edifício de escritórios nos Estados Unidos, com o objetivo de avaliar o potencial de poupança associado à instalação de dispositivos eficientes, à base de sensores, comparativamente com os existentes inicialmente, dispositivos manuais. O estudo durou cerca de 23 meses e foi dividido em quatro fases. Na primeira fase foi

efetuada uma pré-monitorização de maneira avaliar os consumos registados com os dispositivos manuais existentes. Na segunda fase foi efetuada a substituição das torneiras manuais por torneiras temporizadas e com sensores. Posteriormente, na terceira fase foi efetuada a substituição dos urinóis tradicionais por urinóis eficientes e na quarta e última fase procedeu-se à substituição dos autoclismos existentes por autoclismos também eficientes, que apresentavam consumos por descarga inferiores aos existentes. Na Figura 2.18 é possível observar alguns exemplos das torneiras existentes inicialmente, assim como o tipo de torneiras instaladas posteriormente (Gauley e Koeller, 2010).



Figura 2.18 – Torneiras existentes no edifício em estudo a) Torneiras manuais; b) Torneiras eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).

O registo dos consumos obtidos durante as quatro fases permitiu estabelecer as seguintes comparações, conforme consta nos gráficos das Figura 2.19 a Figura 2.21.

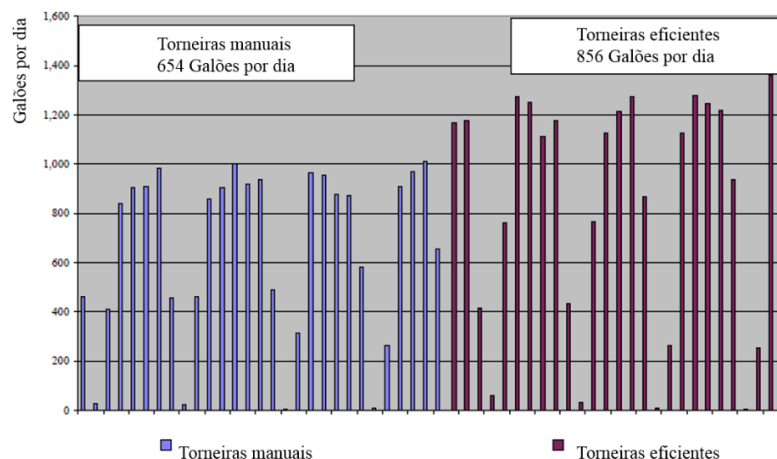


Figura 2.19 – Comparação entre o consumo registado pelas torneiras manuais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).

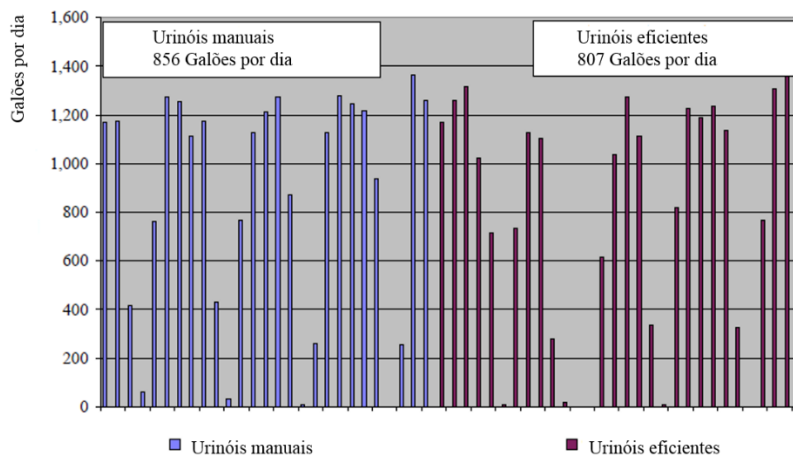


Figura 2.20 – Comparação entre o consumo registado pelos urinóis tradicionais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).

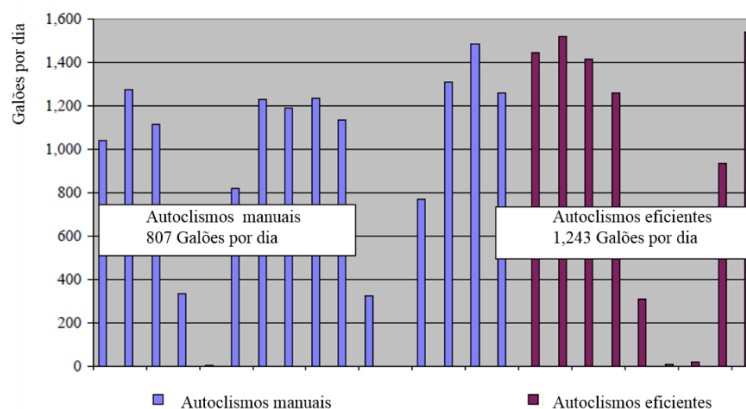


Figura 2.21 – Comparação entre o consumo registado pelos autoclismos tradicionais e eficientes (adaptado de Gauley e Koeller, 2010).

O estudo permitiu verificar que tanto às torneiras como aos autoclismos instalados posteriormente corresponderam consumos de água superiores aos registados com os dispositivos tradicionais. No caso das torneiras houve um acréscimo de 30,1% dos gastos de água relativamente às torneiras manuais, já nos autoclismos considerados eficientes o registo do consumo de água aumentou cerca de 54,0% quando comparado com o registado anteriormente. No que diz respeito aos urinóis verificou-se uma poupança de água em cerca de 5,4 % (Gauley e Koeller, 2010).

Capítulo 3

Caso de estudo – O edifício do DECivil da UA

3. Caso de estudo – O edifício do DECivil da UA

3.1. Caracterização geral

DECivil é um edifício inserido no campus de Santiago da Universidade de Aveiro (Figura 3.1), construído no ano de 1997, que aloja o Departamento de Engenharia Civil da referida universidade.



Figura 3.1 - Localização do edifício em estudo - DECivil (DigitalGlobe, 2015).

O edifício é composto por quatro pisos. No piso -1 situa-se uma cave destinada a arrumações de material proveniente do laboratório. No piso 0, situam-se o laboratório, dotado de uma área considerável, uma sala de aulas prática, salas técnicas destinadas a arrumos e duas câmaras de secagem. O piso 0 é constituído ainda pelos serviços de secretariado do DECivil e pelo hall de entrada do departamento. Segue-se o piso 1, composto maioritariamente por três salas de aula, uma sala de reuniões, uma sala de informática e uma sala ocupada pela Associação "Centro Habitat". Finalmente, no piso 2 situam-se dezanove gabinetes pertencentes ao corpo docente do departamento, três salas de aula, três salas destinadas aos alunos de doutoramento e investigadores, uma sala de estudo e ainda duas salas de laboratório.

3.2. Dispositivos de utilização do DECivil

No que diz respeito aos dispositivos de utilização do DECivil, estes encontram-se maioritariamente nas instalações sanitárias e no laboratório. No piso -1, existe uma banca de laboratório e uma torneira convencional. No piso 0, existem duas bancas de cozinha, duas

torneiras, duas bancas de laboratório e três instalações sanitárias. A primeira, destinada aos utilizadores do laboratório, é composta por chuveiros, lavatórios, bacia de retrete e urinóis. As duas restantes são compostas por dispositivos idênticos, com exceção dos chuveiros. No piso 1 existe mais uma instalação sanitária igualmente constituída por urinóis, lavatórios e bacias de retrete. E, por fim, no piso 2 existem duas instalações sanitárias compostas por dispositivos idênticos aos existentes na instalação sanitária do piso 1 e existem ainda 4 bancas de laboratório, situadas nas salas de laboratório.

Na Tabela 3.1 apresenta-se o número total de dispositivos existentes no piso -1 do DECivil onde se situa apenas a cave.

Tabela 3.1 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso -1.

Piso -1		
Instalações	Dispositivos	Quantidade
Cave	Torneiras	1
	Banca de laboratório	1

Na Tabela 3.2 consta o número de dispositivos existentes no piso 0, composto pelo laboratório e várias instalações sanitárias.

Tabela 3.2 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 0.

Piso 0			
Instalações	Dispositivos	Quantidade	
Laboratório	Banca de laboratório	2	
	Banca de cozinha	2	
	Torneiras "Verhal"	1	
	Torneiras "Bugatti"	1	
IS	Feminina	Lavatórios	2
		Bacias de retrete	2
		Chuveiros	1
	Masculina	Lavatórios	2
		Bacias de retrete	1
		Urinóis	3
		Chuveiros	1
Deficientes	Lavatórios	1	
	Bacias de retrete	1	
IS	Mista	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	1
		Urinóis	2
IS	Feminina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
	Masculina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
		Urinóis	3
	Deficientes	Lavatórios	1
Bacias de Retrete		1	

Na Tabela 3.3 encontram-se os dispositivos existente no piso 1 que dizem respeito apenas a uma instalação sanitária.

Tabela 3.3 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 1.

Piso 1			
Instalações	Dispositivos	Quantidade	
IS 1	Feminina	Lavatórios	3
		Bacias de Retrete	2
	Masculina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
		Urinóis	4
	Deficientes	Lavatórios	1
Bacias de Retrete		1	

O número de dispositivos existentes no piso 2 são os que se encontram nas instalações sanitárias 1 e 2 e ainda nas salas de laboratório (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Número de dispositivos existentes nas instalações do piso 2.

Piso 2			
Instalações	Dispositivos	Quantidade	
Salas de laboratório		Bancas de laboratório	4
IS 2	Feminina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
	Masculina	Lavatórios	3
		Bacias de Retrete	2
		Urinóis	3
	Deficientes	Lavatórios	1
Bacias de Retrete		1	
IS 3	Feminina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
	Masculina	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	1
		Urinóis	3

3.3. Dispositivos de utilização estudados

Segundo um estudo realizado por Gonçalves (2014), no qual foram avaliados os consumos de água no DECivil, concluiu-se que 70,07% do consumo de água total do departamento estava associado aos dispositivos de utilização existentes nas instalações sanitárias IS1, IS2 e IS3, sendo que os restantes 29,93% dizem respeito aos consumos nos dispositivos de utilização das restantes instalações sanitárias, bem como ao consumo no laboratório e nas salas de laboratório do piso 2. Assim sendo, no presente estudo optou-se por considerar apenas os consumos associados aos dispositivos de utilização existentes nas instalações IS1, IS2 e IS3. Nas Figura 3.2 e Figura 3.3 apresentam-se as plantas dos pisos 1 e 2, respetivamente, com os dispositivos de utilização existentes nas três instalações sanitárias

principais, em que BR diz respeito às bacias de retrete, U aos urinóis e LV aos lavatórios existentes em cada instalação sanitária (IS).

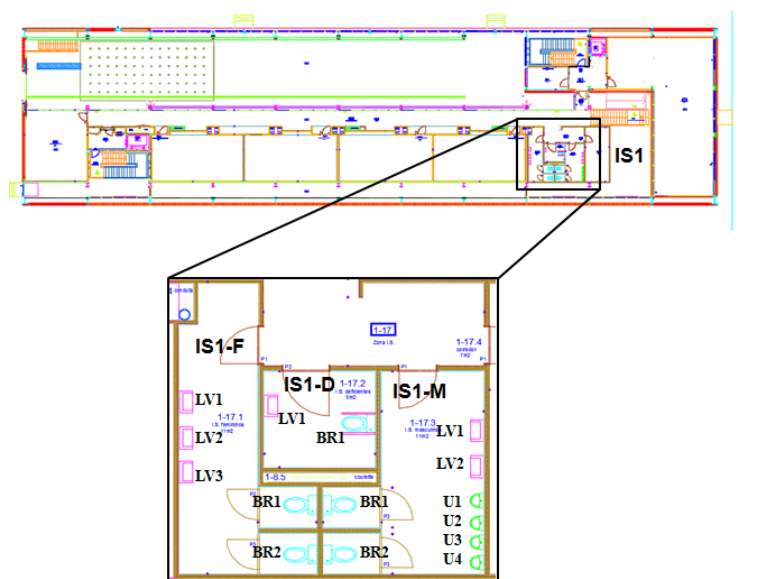


Figura 3.2 - Planta Piso 1 - Localização da Instalação Sanitária IS1e dos respetivos dispositivos de utilização.

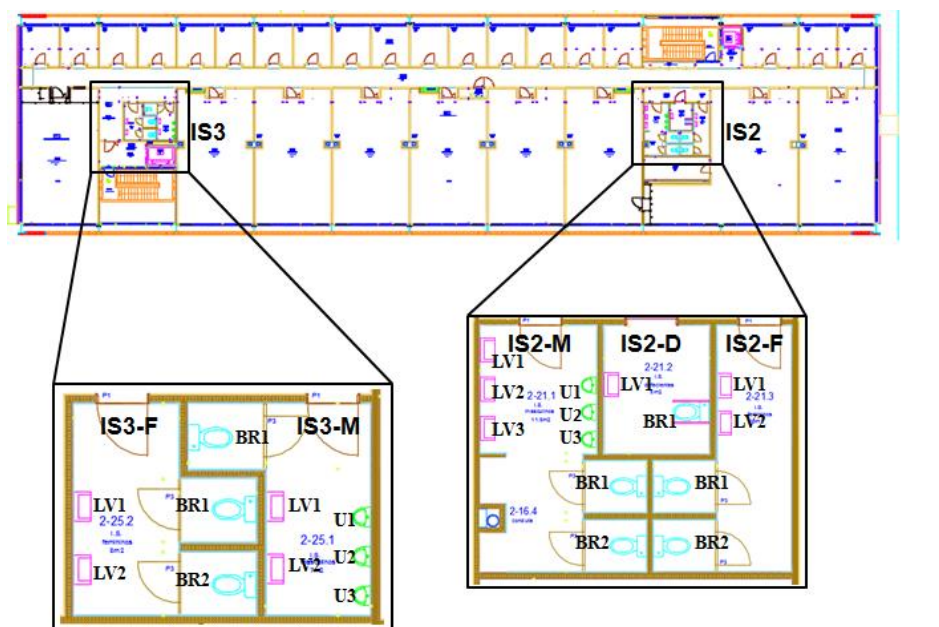


Figura 3.3 - Planta Piso 2 - Localização das Instalações Sanitárias IS2 e IS3 e dos respetivos dispositivos de utilização.

Os dispositivos de utilização objeto de estudo na presente dissertação serão as bacias de retrete e os lavatórios existentes nas IS1, IS2 e IS3, não considerando os dispositivos existentes nas instalações sanitárias destinadas ao deficientes, visto apresentarem consumos praticamente nulos, de acordo com Gonçalves (2014).

Na Tabela 3.5 encontra-se a quantificação dos dispositivos considerados no presente estudo.

Tabela 3.5 – Número de dispositivos considerados no presente estudo.

Instalações sanitárias		Dispositivos	Quantidade
IS1	M	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
	F	Lavatórios	3
		Bacias de Retrete	2
IS2	M	Lavatórios	3
		Bacias de Retrete	2
	F	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2
IS3	M	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	1
	F	Lavatórios	2
		Bacias de Retrete	2

3.4. Caracterização do universo de utilizadores do DECivil

O universo de utilizadores do DECivil é composto por toda a comunidade do DECivil, bem como alguns alunos e docentes que não pertencem ao departamento de Engenharia Civil, mas que utilizam as suas instalações no âmbito de algumas aulas.

3.4.1. Comunidade do DECivil

A comunidade do DECivil é composta maioritariamente por alunos do mestrado integrado em engenharia civil, bem como alunos de doutoramento e investigadores, fazendo ainda parte o pessoal docente e não docente.

Na Tabela 3.6. constam os dados relativos à caracterização da comunidade do DECivil nos anos letivos 2013/2014 e 2014/2015.

Tabela 3.6 – Comunidade do DECivil – anos letivos 2013/2014 e 2014/2015.

Comunidade do DECivil				
	Ano letivo 2013/2014		Ano letivo 2014/2015	
Alunos do MIEC	313	83%	220	78%
Doutorandos e Investigadores	39	10%	26	9%
Alunos do Curso de Especialização em Riscos e Construção Sustentável	-	-	12	4%
Docentes	18	5%	17	6%
Não Docentes	8	2%	7	2%
TOTAL	378	100%	282	100%

3.4.2. Taxa de ocupação

De acordo com Gonçalves (2014) o dia da semana que regista mais ocupantes no DECivil e consequentemente um maior número de utilizadores das instalações sanitárias é a terça-feira, sendo este o dia escolhido para realizar o presente estudo, de maneira a obter um maior número de dados.

Assim, a taxa de ocupação do departamento foi estimada de acordo com o número de alunos presente nas aulas lecionadas à terça-feira em todas as salas do edifício. Foi ainda feita uma contagem, nesse mesmo dia, do número de ocupantes do DECivil que não se encontram nas salas de aulas, mas noutros espaços de trabalho (salas de doutoramento e investigação, gabinetes de docentes, espaços de serviços, salas de estudo e laboratório). Esta contagem foi feita sensivelmente às 11h30 da manhã e às 15h30 da tarde nos dias em que decorreram as monitorizações.

Os dados relativos ao número de ocupantes, em diferentes horas do dia, do DECivil encontram-se nas Tabela 3.7 e Tabela 3.8. Os dados apresentados dizem respeito aos anos letivos 2013/2014 e 2014/2015, respetivamente.

Tabela 3.7 - Taxa de ocupação do DECivil – Ano letivo 2013/2014.

Taxa de ocupação do DECivil – Terça-feira (2º semestre ano letivo 2013/2014)					
Períodos	Salas de Aula			Nº de ocupantes de outros espaços	Nº total de ocupantes do DECivil
	Nº inscritos nas UCs	Nº presentes nas UCs	Assistência %		
9h - 11h	211	109	52	36*	145
11h - 13h	190	125	66	36	161
13h - 14h	-	-	-	-	-
14h - 16h	179	118	66	47	165
16h - 18h	157	122	78	47*	169
		Média	65		160

*Estimado

Tabela 3.8 – Taxa de ocupação do DECivil – Ano letivo 2014/2015.

Taxa de ocupação do DECivil – Terça-feira (2º semestre ano letivo 2014/2015)					
Períodos	Salas de Aula			Nº de ocupantes de outros espaços	Nº total de ocupantes do DECivil
	Nº inscritos nas UCs	Nº presentes nas UCs	Assistência %		
9h - 11h	90	68	75	36*	104
11h - 13h	172	120	70	36	156
13h - 14h	-	-	-	-	-
14h - 16h	151	119	79	48	167
16h - 18h	151	117	77	48*	165
		Média	75		148

*Estimado

Embora a comunidade do DECivil tenha diminuído no ano letivo 2014/2015 comparativamente ao ano letivo anterior, a taxa de ocupação do departamento apenas sofreu uma ligeira diminuição. Tal facto é justificado pelo aumento do número de alunos presentes nas aulas lecionadas no edifício, em cerca de 10%.

Capítulo 4

Metodologia e procedimento do caso de estudo

4. Metodologia e procedimento do caso de estudo

4.1. Enquadramento geral

O presente estudo será realizado a partir de dados que constam no estudo de Gonçalves (2014) e dados recolhidos através da realização de monitorizações diretas e inquéritos realizados aos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil.

Em Gonçalves (2014) constam os consumos registados no DECivil nos dispositivos convencionais, sem que tenham sofrido qualquer intervenção. As monitorizações diretas e os inquéritos a realizar irão permitir recolher dados relativos aos consumos e à opinião dos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil registados com a instalação de acessórios eficientes nas torneiras dos lavatórios, nomeadamente economizadores de caudal.

A partir da recolha e análise de dados será feita uma comparação entre os consumos registados no estudo já mencionado, correspondentes à situação não eficiente, e os consumos registados no presente estudo correspondentes a uma situação considerada eficiente.

4.2. Monitorização direta

A realização de monitorizações diretas permite acompanhar com maior rigor estudos práticos. Este sistema foi utilizado no estudo de Gonçalves (2014) com o objetivo de recolher os consumos de água registados nas instalações sanitárias do DECivil, de acordo com o número de utilizações registadas nos dispositivos de utilização existentes (convencionais).

De igual modo foi adotado o mesmo sistema para estudar os consumos de água registados com a instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios existentes. As mesmas monitorizações permitiram o contacto direto com os utilizadores das instalações sanitárias do departamento, sendo possível fazer também o registo da opinião dos utilizadores relativamente ao conforto sentido com a utilização deste tipo de acessórios eficientes.

4.2.1. Situação existente

Os consumos registados nas instalações sanitárias principais (IS1, IS2 e IS3) com a utilização dos dispositivos convencionais foram obtidos através do número de utilizações registado em cada dispositivo, consoante o consumo unitário registado em cada um. Para tal fez-se a caracterização do consumo unitário de cada dispositivo existente em cada instalação sanitária.

4.2.1.1. Caracterização dos dispositivos de utilização

De acordo com Gonçalves (2014), nas Tabela 4.1 e

Tabela 4.2 encontram-se caracterizados individualmente os dispositivos de utilização existentes atualmente no DECivil.

Tabela 4.1 - Caracterização dos dispositivos de utilização - Lavatórios, (Gonçalves, 2014).

Lavatórios			
Dispositivo	Volume (ml)	Tempo de descarga (s)	Q (l/s)
1º Piso			
Instalação Sanitária Masculina (IS1 - M)			
LV1	716,25	5,50	0,13
LV2	788,75	6,08	0,13
Instalação Sanitária Feminina (IS1 - F)			
LV1	855,00	6,92	0,12
LV2	1151,25	9,80	0,12
LV3	804,25	6,37	0,13
2º Piso			
Instalação Sanitária Masculina (IS2 - M)			
LV1	747,50	6,31	0,12
LV2	756,25	6,59	0,11
LV3	626,25	6,72	0,09
Instalação Sanitária Feminina (IS2 - F)			
LV1	656,25	5,70	0,12
LV2	596,50	5,04	0,12
Instalação Sanitária Masculina (IS3 - M)			
LV1	695,50	6,04	0,12
LV2	718,75	6,29	0,11
Instalação Sanitária Feminina (IS3 - F)			
LV1	737,50	6,21	0,12
LV2	732,50	5,94	0,12

Tabela 4.2 - Caracterização dos dispositivos de utilização - Bacias de Retrete, (Gonçalves, 2014).

Bacias de Retrete				
Dispositivo	Volume (ml)	Tempo de descarga (s)	Tempo de enchimento (s)	Q (l/s)
1º Piso				
Instalação Sanitária Masculina (IS1 - M)				
BR1	7580,00	6,97	50,90	1,09
BR2	8007,50	6,36	50,35	1,26
Instalação Sanitária Feminina (IS1 - F)				
BR1	7243,50	7,23	58,14	1,00
BR2	7211,25	6,99	58,63	1,03
2º Piso				
Instalação Sanitária Masculina (IS2 - M)				
BR1	7227,50	6,45	52,73	1,12
BR2	6915,00	7,54	49,54	0,92
Instalação Sanitária Feminina (IS2 - F)				
BR1	5245,50	4,06	45,90	1,29
BR2	7096,25	7,14	56,82	0,99
Instalação Sanitária Masculina (IS3 - M)				
BR1	8372,50	6,31	66,67	1,33
Instalação Sanitária Feminina (IS3 - F)				
BR1	7262,50	6,81	49,63	1,07
BR2	8305,00	6,24	59,89	1,33

4.2.1.2. Procedimento efetuado

A monitorização da situação existente, ou seja, o estudo dos consumos relativos aos dispositivos convencionais consta no estudo de Gonçalves (2014) e foi realizada nas três instalações sanitárias principais do DECivil, por serem as que registam um consumo de água mais elevado, com cerca de 70% do consumo total do departamento.

Foram realizadas dezoito monitorizações diretas à terça e sexta-feira, dias com maior e menor número ocupantes do departamento, respetivamente, nas IS1, IS2 e IS3 de acordo com a calendarização apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Calendarização das monitorizações diretas – situação existente.

Calendarização das monitorizações diretas – situação existente	
2º semestre - ano letivo 2013/2014	
Tercas-feiras	Sextas-feiras
18 Fevereiro	21 de Fevereiro
25 de Fevereiro	28 de Fevereiro
11 de Março	14 de Março
18 de Março	21 de Março
25 de Março	28 de Março
1 de Abril	4 de Abril
8 de Abril	11 de Abril
6 de Maio	9 de Maio
20 de Maio	23 de Maio

Durante os dias de monitorização os utilizadores eram inquiridos à porta da instalação sanitária monitorizada sobre o número de utilizações efetuado em cada dispositivo utilizado, ou seja, o número de vezes que pressionaram as torneiras dos lavatórios, assim como o número vezes que fizeram descarga nos autoclismos das bacias de retrete (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Exemplo do inquérito realizado durante as monitorizações diretas – situação existente (Gonçalves, 2014).

Número de utilizações por dispositivo					
Hora	Bacias de retrete		Lavatórios		
	BR1	BR2	LV1	LV2	LV3

4.2.2. Situação eficiente

A situação considerada eficiente consistiu em aplicar economizadores de caudal nas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil. Foram estudados quatro tipos

de economizadores, pelo que foram monitorizados quatro dias, em que em cada dia era estudado um tipo de economizador diferente.

O estudo da situação eficiente foi efetuado apenas para a IS2, pois de acordo com o estudo de Gonçalves (2014) foi a instalação que apresentou um consumo mais elevado ao nível dos lavatórios, sendo também a instalação sanitária usada por um número significativo de utilizadores de diferentes faixas etárias, visto situar-se num local que abrange salas de aulas, salas de investigação/doutoramento e ainda uma grande parte dos gabinetes do pessoal docente.

4.2.2.1. Caracterização dos dispositivos de utilização

De acordo com Gonçalves (2014), o caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios da IS2 (M e F) sem economizadores instalados encontra-se caracterizado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Caudal debitado em cada lavatório sem economizadores (Gonçalves, 2014).

Caudal debitado sem economizadores				
IS2	Dispositivo	V(l)	Q (l/s)	Q (l/min)
M	LV1	0,75	0,12	7,11
	LV2	0,76	0,11	6,89
	LV3	0,63	0,09	5,60
F	LV1	0,66	0,12	6,91
	LV2	0,60	0,12	7,10
Média	LV	0,68	0,11	6,72

A caracterização do caudal debitado em cada torneira de lavatório existente na IS2 foi efetuada a partir da medição do volume debitado, em função do tempo de abertura da torneira. As torneiras existentes nas instalações sanitárias tanto femininas como masculinas são todas temporizadas, apresentando contudo tempos de abertura ligeiramente diferentes.

O volume de água correspondente a uma utilização foi medido através de um recipiente graduado e com o auxílio de um cronómetro foi possível obter o tempo correspondente à abertura das torneiras (Figura 4.1).



Figura 4.1 – a) Medição do volume através de um copo graduado; b) Medição do tempo de abertura das torneiras com o auxílio de um cronómetro.

Este procedimento foi repetido para os quatro tipos de economizadores estudados, assim como para todas as torneiras dos lavatórios da IS2, masculina e feminina.

Foram estudados quatro tipos de economizadores, que debitavam dois tipos de fluxo diferentes, normal e laminado. De seguida apresentam-se os economizadores estudados do que reduz uma menor quantidade de caudal para o que apresenta uma maior redução.

Economizador A – fluxo normal

O primeiro economizador instalado, economizador A (Figura 4.2), apresenta um fluxo normal, muito semelhante ao debitado pelas torneiras sem economizadores.



Figura 4.2 – Exemplo de um economizador do tipo A.

A aplicação deste tipo de economizadores apresentou uma redução de aproximadamente 38% do caudal debitado pelas torneiras sem economizadores, conforme se observa da comparação entre a Tabela 4.5 e Tabela 4.6, onde se encontra caracterizado o caudal debitado em cada lavatório.

Tabela 4.6 – Caudal debitado em cada lavatório com o economizador A.

Caudal debitado com economizador A				
IS2	Dispositivo	V(l)	Q (l/s)	Q (l/min)
M	LV1	0,51	0,08	4,58
	LV2	0,50	0,08	4,52
	LV3	0,51	0,08	4,56
F	LV1	0,48	0,08	4,83
	LV2	0,35	0,08	4,94
Média	LV	0,47	0,08	4,69

Economizador B – fluxo laminado

Na segunda monitorização, o economizador instalado, economizador B (Figura 4.3), apresenta um fluxo laminado, tipo de fluxo constituído pela junção de ar e água.



Figura 4.3 – Exemplo de um economizador do tipo B.

Este economizador apresentou uma redução de caudal de cerca de 49% (Tabela 4.7) relativamente ao caudal debitado pelas torneiras sem economizadores (Tabela 4.5).

Tabela 4.7 – Caudal debitado em cada lavatório com economizador B.

Caudal debitado com economizador B				
IS2	Dispositivo	V(l)	Q (l/s)	Q (l/min)
M	LV1	0,39	0,06	3,88
	LV2	0,37	0,06	3,81
	LV3	0,38	0,06	3,87
F	LV1	0,37	0,07	4,07
	LV2	0,31	0,06	3,82
Média	LV	0,37	0,06	3,89

Economizador C – fluxo normal

Na terceira monitorização, foi instalado o economizador C (Figura 4.4), que debita um fluxo normal, de novo semelhante ao existente. No entanto este economizador apresenta uma redução de caudal bastante significativa, quando comparado com o existente.



Figura 4.4 – Exemplo de um economizador do tipo C.

O economizador C apresenta uma redução de caudal de cerca de 55%, pela comparação da Tabela 4.5 com a Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Caudal debitado em cada lavatório com economizador C.

Caudal debitado com economizador C				
IS2	Dispositivo	V(l)	Q (l/s)	Q (l/min)
M	LV1	0,37	0,06	3,39
	LV2	0,38	0,06	3,60
	LV3	0,34	0,05	3,15
F	LV1	0,33	0,06	3,56
	LV2	0,31	0,06	3,52
Média	LV	0,34	0,06	3,44

Economizador D – fluxo laminado

Na quarta e última monitorização, o economizador aplicado, economizador D (Figura 4.5), apresenta um fluxo laminado semelhante ao instalado na segunda monitorização, mas desta vez com uma redução de caudal ainda mais significativa.



Figura 4.5 – Exemplo de um economizador do tipo D.

Este economizador apresenta uma redução de caudal de cerca de 73%, conforme se observa da comparação entre as Tabela 4.5 e Tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Caudal debitado em cada lavatório com economizador D.

Caudal debitado com economizador D				
IS2	Dispositivo	V(l)	Q (l/s)	Q (l/min)
M	LV1	0,24	0,03	2,00
	LV2	0,22	0,03	1,92
	LV3	0,24	0,03	2,04
F	LV1	0,22	0,03	2,01
	LV2	0,20	0,04	2,26
Média	LV	0,22	0,03	2,05

Caracterização geral

Na Tabela 4.10 encontram-se os caudais debitados nas diferentes situações, incluindo a situação base (sem economizador), bem como a redução de caudal associada a cada economizador, estimada em relação ao caudal debitado na situação sem economizador.

Tabela 4.10 – Caracterização geral do caudal debitado nas diferentes situações.

Caracterização geral – Caudal							
Situação	Monitorização	Caudal (l/min.)					Redução de Caudal
		IS2 - M			IS2 - F		
		LV1	LV2	LV3	LV1	LV2	
Sem economizador	-	7,11	6,89	5,60	6,91	7,10	-
Economizador A	1 ^a	4,58	4,52	4,56	4,83	4,94	38%
Economizador B	2 ^a	3,88	3,81	3,87	4,07	3,82	49%
Economizador C	3 ^a	3,39	3,60	3,15	3,56	3,52	55%
Economizador D	4 ^a	2,00	1,92	2,04	2,01	2,26	73%

De acordo com a ANQIP (2015), os valores de caudal mínimos de conforto recomendados para torneiras de lavatório, devem situar-se entre os 3 e os 4 l/min, devendo escolher-se um economizador consoante a pressão na rede da habitação ou espaço público em causa. No caso do edifício do DECivil, a pressão na rede de abastecimento é de 3,5 bar.

4.2.2.2. Procedimento efetuado

Os economizadores foram instalados gradualmente (dos que reduziavam menos caudal para os que reduziavam mais), de maneira a que o impacto causado nos utilizadores das instalações sanitárias fosse o menor possível. Inicialmente foi aplicado o economizador que não apresentava uma significativa redução de caudal, e que debitava um fluxo normal (igual ao

existente). O segundo economizador instalado apresentava uma redução de caudal muito semelhante à do anterior, no entanto debutava um fluxo laminado. Já o terceiro, embora apresentasse de novo um fluxo normal, o caudal debitado era ainda mais reduzido, comparativamente ao primeiro. Por fim, na última monitorização, o economizador instalado apresentava um fluxo laminado e uma redução de caudal ainda mais significativa, relativamente ao estudado na segunda monitorização.

Os economizadores foram instalados nas torneiras juntamente com um aplicador (Figura 4.6 e Figura 4.7), sendo posteriormente fixados através de uma chave anti-roubo.



Figura 4.6 – a) Exemplo de um economizador a instalar; b) Exemplo de um economizador com aplicador.



Figura 4.7 – a) Aplicação de um economizador com chave anti-roubo; b) Exemplo de um economizador aplicado numa torneira.

O dia da semana selecionado para se proceder às monitorizações diretas foi a terça-feira, contudo, teve-se ainda em atenção ao facto de as terças-feiras a monitorizar não fazerem parte de semanas onde existissem feriados nem demais interrupções, de modo a que os resultados obtidos fossem o mais representativos possível de uma terça-feira no período letivo. Na Tabela 4.11 apresenta-se a calendarização de monitorizações, onde constam os dias monitorizados e o tipo de economizador estudado em cada dia.

Tabela 4.11 – Calendarização das monitorizações diretas – situação eficiente.

Calendarização de monitorizações diretas – situação eficiente		
2º Semestre – ano letivo 2014/2015		
Nº	Data	Economizador
1ª	24 de Março	A
2ª	14 de Abril	B
3ª	21 de Abril	C
4ª	5 de Maio	D

O número de monitorizações realizadas correspondeu aos diferentes tipos de economizadores disponíveis. Como se dispunha de quatro tipos diferentes de economizadores, foram monitorizadas quatro terças-feiras, sendo que em cada uma eram instalados o mesmo tipo de economizadores tanto na instalação masculina (IS2-M) como na feminina (IS2-F). A instalação sanitária destinada a utilizadores com mobilidade reduzida (IS2-Def.) apresentou consumos nulos, tal como se tinha verificado também no estudo de Gonçalves (2014).

A monitorização tinha início às 8h30 e terminava às 18h30, sendo este o período que concentra mais utilizadores no departamento.

4.3. Inquéritos

A redução dos consumos de água é sem dúvida um imperativo atual, no entanto, o conforto e a comodidade dos consumidores é também um aspeto que é necessário ter em conta. Assim, é importante associar a implementação de medidas eficientes hidricamente ao conforto dos consumidores, de maneira a encontrar uma solução ótima.

No sentido de fazer uma avaliação ao nível do conforto, a realização de inquéritos permitiu recolher a opinião dos utilizadores das instalações sanitárias sobre o impacto que a instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios causou.

Foram realizados dois tipos de inquéritos, presenciais e não presenciais. Os inquéritos presenciais realizaram-se durante os dias de monitorizações e apenas para os utilizadores da IS2. Contudo e visto o número de utilizadores da IS2 não ser significativo para se fazer uma análise global do conforto, procedeu-se à realização de inquéritos não presenciais (online) a todos os utilizadores de todas as instalações sanitárias do departamento, no sentido de obter uma análise do conforto mais representativa. Desta forma foi possível abranger toda a comunidade do DECivil.

4.3.1. Presenciais

Durante os dias das monitorizações diretas, os utilizadores da IS2 foram inquiridos com algumas questões sobre a alteração do caudal e o conforto que o economizador em estudo lhes proporcionou. Os inquéritos efetuavam-se à saída da instalação sanitária monitorizada, individualmente, a cada utilizador. Embora os inquéritos fossem anónimos e não fosse feito

qualquer registo sobre a identificação do utilizador inquirido, as questões eram colocadas diretamente ao utilizador.

No inquérito constavam algumas questões para recolha de dados sobre cada utilizador, para posteriormente ser realizada uma análise mais detalhada (Tabela 4.12).

Tabela 4.12 – Exemplo de um inquérito presencial usado durante as monitorizações diretas.

Inquérito presencial – Monitorizações diretas			
Questão 1	Qual a faixa etária em que se insere?	18 aos 30	
		31 aos 50	
		51 aos 70	
Questão 2	Costuma utilizar as Instalações Sanitárias do DECivil?	Sim	
		Não	
	a) Se respondeu SIM, sentiu alguma diferença no caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios?	Sim	
		Não	
b) Se respondeu NÃO, achou que o caudal debitado foi o suficiente?	Sim		
	Não		
Questão 3	Numa escala de 1 a 5, como avalia o atual desempenho do caudal debitado pelas torneiras do lavatório?	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
Questão 4	Utilizou sabão?	Sim	
		Não	
Questão 5	Considera importante reduzir os consumos de água nas torneiras dos lavatórios?	Sim	
		Não	

No inquérito constava ainda uma tabela onde era anotado o número de vezes que o utilizador pressionou a torneira do lavatório e qual o lavatório utilizado (Tabela 4.13) para posteriormente fazer o registo do consumo associado a cada economizador estudado.

Tabela 4.13 – Exemplo do inquérito realizado durante as monitorizações diretas relativo ao consumo – situação eficiente.

Número de utilizações por lavatório			
Hora	Lavatórios		
	LV1	LV2	LV3

O número de respostas obtido nos inquéritos presenciais correspondeu ao número de utilizadores da IS2 masculina e feminina nos dias monitorizados.

Embora os quatro dias de monitorização tenham correspondido ao mesmo dia da semana (terça-feira), foram realizadas em diferentes períodos do semestre, pelo que foi registado um número de utilizadores da instalação sanitária monitorizada (IS2) diferente, consoante o dia.

O dia da última monitorização foi o que registou um número inferior de utilizadores, que pode ser justificado por corresponder ao final do semestre.

Na Tabela 4.14 encontra-se o universo de utilizadores da IS2 masculina e feminina, nos dias monitorizados.

Tabela 4.14 – Caracterização do número de respostas aos inquéritos presenciais.

Número de respostas aos inquéritos presenciais					
Monitorização	Data	Utilizadores da IS2 do DECivil	Masculino	Feminino	Total
1ª	24 de Março	Usuais	25	20	54
		Não usuais	7	2	
2ª	14 de Abril	Usuais	22	16	49
		Não usuais	8	3	
3ª	21 de Abril	Usuais	23	15	52
		Não usuais	9	5	
4ª	5 de Maio	Usuais	20	12	35
		Não usuais	2	1	

4.3.2. Não presenciais

Embora já tivesse sido feita a recolha da opinião dos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil sobre o conforto sentido com a redução do caudal efetuada durante as monitorizações diretas, foi efetuado de novo uma recolha de opiniões mas através de inquéritos anónimos, não presenciais.

A realização deste tipo de inquéritos foi efetuada no sentido de abranger um maior número de utilizadores, sendo que os inquéritos realizados *online* abrangeram toda a comunidade do DECivil. Para que fosse possível a recolha da opinião de todos os utilizadores, foram instalados os economizadores de caudal em todas as instalações sanitárias do DECivil. Este tipo de inquéritos permitiu recolher opiniões de uma forma anónima, ao contrário do que tinha acontecido com os inquéritos presenciais, que embora não fosse feito o registo do utilizador em causa, as questões eram colocadas diretamente à pessoa inquirida, pelo que o inquérito deixava de ser anónimo.

De acordo com os dados recolhidos durante as monitorizações diretas, foi possível verificar que os economizadores que causaram mais impacto nos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil foram, como seria de esperar, os que apresentaram maior redução de caudal (economizadores C e D). Foi então estudada a opinião dos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil relativamente a estes dois tipos de economizadores e posteriormente, sem a instalação de qualquer tipo de economizador, de maneira a estabelecer uma relação entre as diferentes situações.

Nas primeiras duas semanas estiveram instalados os economizadores do tipo D, que apresentavam um fluxo laminado, nas duas semanas seguintes, procedeu-se à instalação dos economizadores do tipo C, com fluxo normal e nas duas últimas semanas não se instalou qualquer tipo de economizador nos lavatórios, retratando assim a situação base.

O primeiro inquérito foi colocado *online* no final da primeira semana com os economizadores do tipo D instalados, deste modo pretendia-se avaliar o impacto causado ao longo de toda a semana, sendo que os mesmos permaneceram instalados na semana seguinte, assim como o inquérito disponível online. Para o segundo inquérito adotou-se o mesmo procedimento, sendo este divulgado no final da terceira semana. Finalizou-se a publicação dos inquéritos *online*, com um terceiro inquérito publicado no final da quinta semana, que inquiriu os utilizadores face ao caudal debitado pelas torneiras sem economizadores.


Com o primeiro inquérito pretendeu-se avaliar o conforto causado pelo economizador D, sendo este o mais económico, apresentando também um tipo de fluxo laminado (Tabela 4.15).

Tabela 4.15 – Exemplo do 1º inquérito publicado *online*.

1º Inquérito Online			
Questão 1	Idade	18 aos 30	
		31 aos 50	
		51 aos 70	
Questão 2	Género	Masculino	
		Feminino	
Questão 3	Atividade profissional no DECivil	Estudante	
		Doutorandos e Investigadores	
		Docentes	
		Não Docentes	
Questão 4	Esta semana apercebeu-se de alguma redução no caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil?	Sim	
		Não	
Questão 5	Qual a sensação de conforto que sentiu esta semana ao utilizar as torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil?	Muito Confortável	
		Confortável	
		Desconfortável	
		Muito Desconfortável	
		Indiferente	
Questão 6	Sabendo que o redutor que se encontra atualmente instalado apresenta uma redução de caudal de cerca de 70%, qual seria a sua opção de escolha?	Ter redutor, porque não me causa desconforto	
		Ter redutor, embora me cause algum desconforto	
		Não ter redutor, porque me causa desconforto	
		Indiferente	

O segundo inquérito dizia respeito ao economizador C, no entanto no final do mesmo constava uma pergunta que fazia referência aos dois economizadores, C e D, com fim de avaliar a preferência dos utilizadores, consoante o tipo de fluxo que cada economizador debitava (Tabela 4.16).

Tabela 4.16 – Exemplo do 2º inquérito publicado *online*.

2º Inquérito Online			
Questão 1	Idade	18 aos 30	
		31 aos 50	
		51 aos 70	
Questão 2	Género	Masculino	
		Feminino	
Questão 3	Atividade profissional no DECivil	Estudante	
		Doutorandos e	
		Docentes	
Questão 4	Procedeu-se à instalação de novos redutores de caudal nas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil. Apercebeu-se dessa alteração?	Sim	
		Não	
Questão 5	Tendo em conta o atual caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil, por favor faça uma avaliação ao nível do conforto.	Muito Confortável	
		Confortável	
		Desconfortável	
		Muito Desconfortável	
Questão 6	Sabendo que o redutor que se encontra atualmente instalado apresenta uma redução de caudal de cerca de 50%, qual seria a sua opção de escolha?	Ter redutor, porque não me causa desconforto	
		Ter redutor, embora me cause algum desconforto	
		Não ter redutor, porque me causa desconforto	
		Indiferente	
Questão 7	<p>Nas últimas semanas estiveram instalados dois tipos de redutores, que debitavam dois tipos de caudal. O da esquerda debitava um caudal que apresentava um fluxo laminado e o da direita (atualmente instalado) apresenta um fluxo normal. Qual o tipo de fluxo que lhe causou maior sensação de conforto?</p> 	O da esquerda	
		O da direita	
		Indiferente	
		Não me lembro	

Por fim, com o terceiro e último inquérito pretendeu-se recolher a opinião dos utilizadores face ao conforto causado pelas torneiras sem economizadores instalados (Tabela 4.17).

Tabela 4.17 – Exemplo do 3º inquérito publicado *online*.

3º Inquérito Online			
Questão 1	Idade	18 aos 30	
		31 aos 50	
		51 aos 70	
Questão 2	Género	Masculino	
		Feminino	
Questão 3	Atividade profissional no DECivil	Estudante	
		Doutorandos e Investigadores	
		Docentes	
		Não Docentes	
Questão 4	Esta semana apercebeu-se de alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil?	Sim	
		Não	
Questão 5	Qual a sensação de conforto que sentiu esta semana ao utilizar as torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil?	Muito Confortável	
		Confortável	
		Desconfortável	
		Muito Desconfortável	
		Indiferente	

Com o intuito de fazer uma caracterização mais detalhada da opinião dos utilizadores, será feita a análise dos dados por género, faixa etária e atividade profissional no DECivil, sendo que serão também apresentadas algumas conclusões globais.

Embora no DECivil sejam lecionadas aulas de unidades curriculares que não fazem parte dos ocupantes do departamento em estudo, os inquéritos foram divulgados apenas pela comunidade do DECivil, por se tornar um pouco mais complexo o contacto com os restantes utilizadores, e principalmente por estes últimos não corresponderem a mais do que cerca de 36% dos ocupantes do departamento.

O número de respostas obtido em cada inquérito publicado *online* variou ligeiramente, tendo-se registado uma diminuição do número de respostas obtido desde o primeiro para o último inquérito. Facto que pode ser explicado pela diminuição do número de utilizadores “Estudantes” no DECivil, dado que o primeiro inquérito foi publicado durante o período de aulas do 2º semestre, o segundo inquérito englobou o período de estudo para os exames e a época de exames normal e o terceiro inquérito coincidiu com a época de exames de recurso, que por norma abrange menos alunos. Na Tabela 4.18 encontra-se a caracterização do universo de respostas obtido pelos inquéritos *online*.

Tabela 4.18 – Caracterização do número de respostas aos inquéritos não presenciais (*online*).

Número de respostas aos inquéritos não presenciais (online)							
		1º Inquérito	%	2º Inquérito	%	3º Inquérito	%
	Total	100	35	86	30	81	29
Género	Masculino	63	63	59	69	52	64
	Feminino	37	37	27	31	29	36
Ocupação profissional no DECivil	Estudantes	76	76	58	67	58	72
	Doutorandos e Investigadores	11	11	11	13	9	11
	Docentes	7	7	11	13	7	9
	Não Docentes	6	6	6	7	7	9
Faixa etária	18 aos 30	79	79	59	69	58	72
	31 aos 50	16	16	19	22	15	19
	51 aos 60	5	5	8	9	8	10

Capítulo 5

Análise de resultados

5. Análise de resultados

5.1. Análise económica

A instalação de dispositivos ou acessórios eficientes poderá ser uma medida que permite economizar o normal consumo de água. Neste sentido será feita uma análise económica para estimar qual a poupança conseguida, através da instalação de diferentes tipos de acessórios eficientes nas principais instalações sanitárias do DECivil.

Esta análise será feita apenas para as torneiras dos lavatórios e para os autoclismos, por serem os dispositivos com maior potencial de redução dos consumos de água no departamento, de acordo com Gonçalves (2014).

Relativamente ao estudo do potencial de poupança de água nas torneiras dos lavatórios será avaliado o potencial de poupança conseguido através da instalação dos quatro tipos de economizadores de torneiras de lavatório, já estudados anteriormente. Esta estimativa será baseada em dados recolhidos durante as monitorizações referidas anteriormente, assim como em dados consultados em Gonçalves (2014).

5.1.1. Torneiras de lavatório

A análise efetuada ao nível dos consumos registados nas torneiras dos lavatórios será feita de acordo com os dados recolhidos diretamente das monitorizações efetuadas, tanto para a situação não eficiente, sem economizadores, como para a situação eficiente, onde foram testados os quatro tipos de economizadores já mencionados. Esta análise será portanto baseada em consumos reais.

5.1.1.1. Análise do consumo dos utilizadores

A partir dos inquéritos realizados aos utilizadores da IS2 durante os dias de monitorizações diretas onde constava uma questão relativa ao número de vezes que o utilizador necessitou de pressionar a torneira por utilização, foi possível avaliar se o habitual número de vezes se manteve ou se a instalação dos economizadores e a consequente redução do caudal veio alterar o habitual número de vezes que carregava na torneira. Esta avaliação será feita para os utilizadores do género feminino e masculino, separadamente.

Género feminino

No que diz respeito aos utilizadores da IS2 do género feminino, encontram-se na Figura 5.1 os gráficos representativos do número de vezes que pressionaram a torneira em cada utilização.

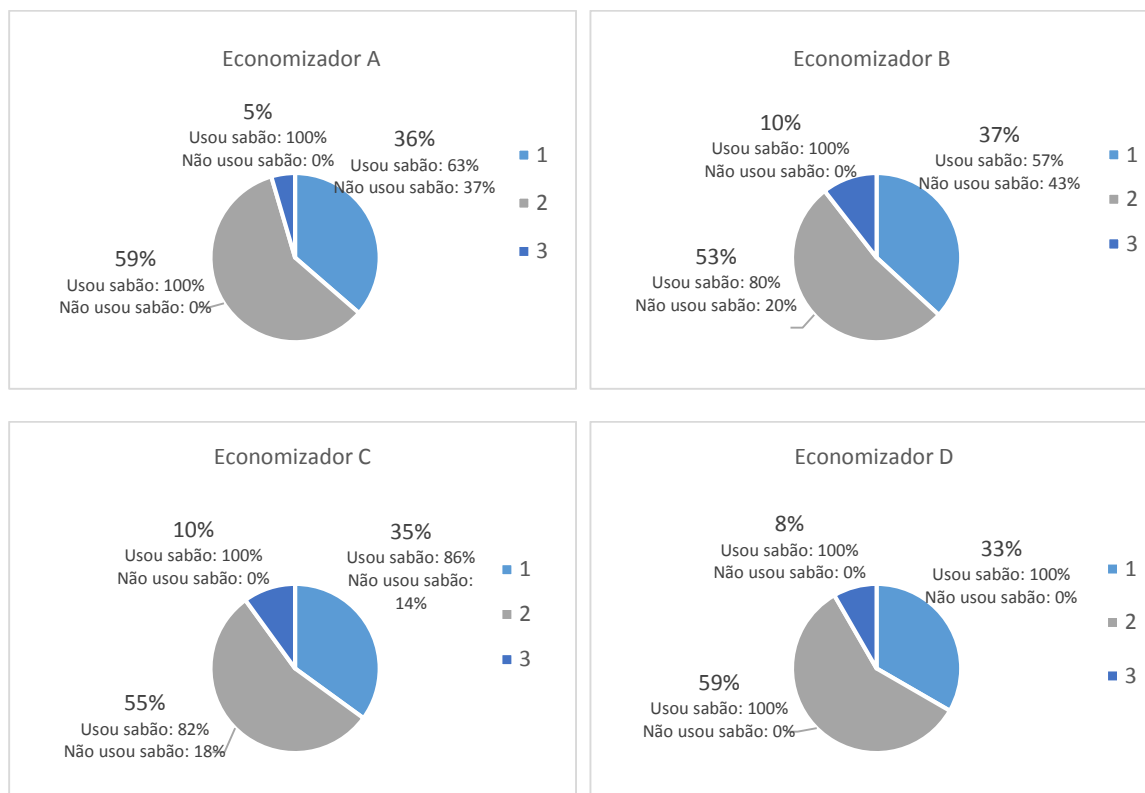


Figura 5.1 – Análise do nº de vezes que o utilizador pressionou a torneira – IS2 feminina.

A partir das representações gráficas dos dados obtidos em cada monitorização, foi possível concluir que os seus hábitos de consumos foram muito semelhantes em todos os dias de monitorizações. Em média, os utilizadores do género feminino pressionam uma ou duas vezes a torneira, chegando a haver alguns casos excepcionais de três vezes. Este comportamento verificou-se para todos os tipos de economizadores instalados.

Isto permite concluir que apesar das reduções de caudal causadas pela instalação dos economizadores e em alguns dos casos bastante significativas, o caudal mais reduzido acabou por ser suficiente para satisfazer as necessidades dos utilizadores. Apesar de ser notória a redução do caudal, os hábitos dos utilizadores não se alteraram, o que permite concluir que a instalação dos economizadores aponta para significativas poupanças.

Género masculino

Abaixo encontram-se as representações gráficas referentes aos dados apurados para os utilizadores do género masculino da IS2 (Figura 5.2).

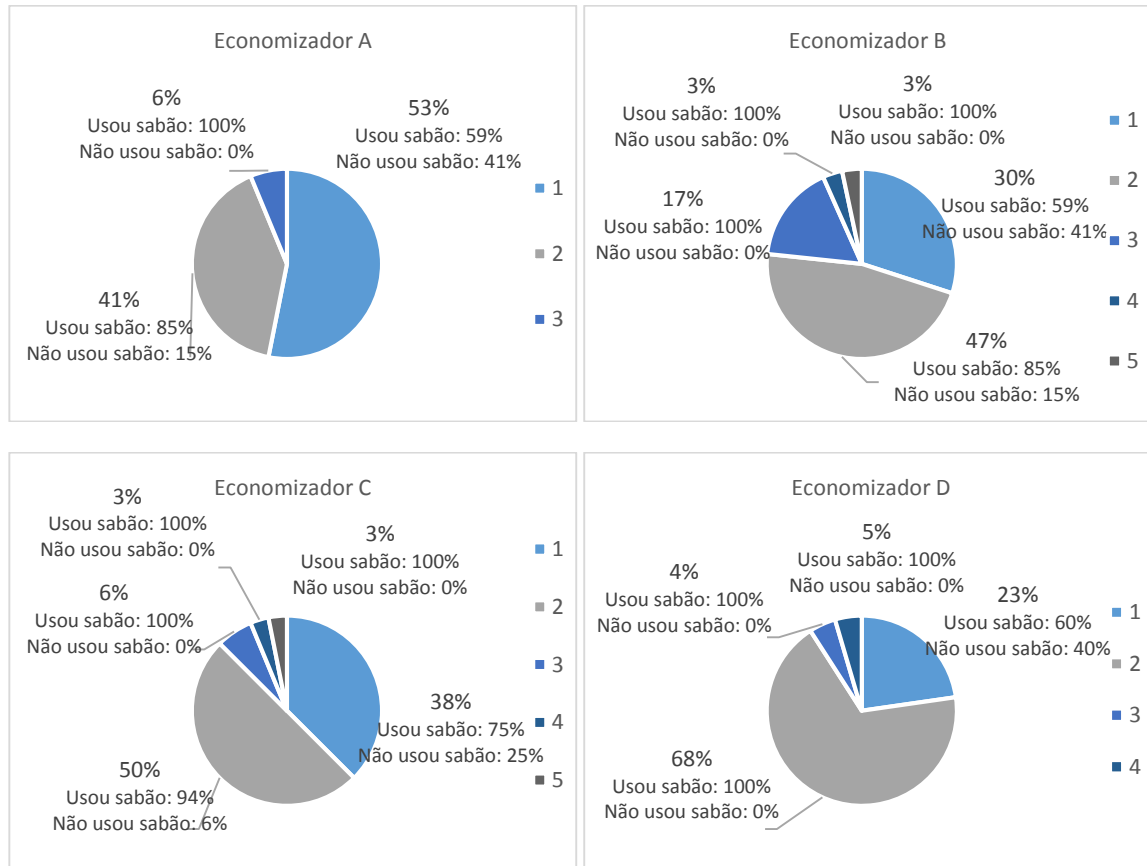


Figura 5.2 – Análise do nº de vezes que o utilizador pressionou a torneira – IS2 masculina.

Quando analisados os dados, foi possível verificar que os hábitos dos utilizadores do género masculino mudam consoante o tipo de economizador instalado. Foi possível concluir que a instalação dos diferentes tipos de economizadores causou algum tipo de desconforto, levando alguns utilizadores a pressionarem quatro ou cinco vezes a torneira. Embora a percentagem de utilizadores que pressionou a torneira quatro e cinco vezes não seja muito significativa, pode verificar-se também que o número de utilizadores que inicialmente pressionava apenas uma vez a torneira foi diminuindo à medida que se foram instalando economizadores com caudal mais reduzido.

Comparação de comportamentos

No geral, foi possível averiguar que os utilizadores do género feminino têm maior capacidade em se adaptar a equipamentos/acessórios eficientes, sem que estes lhes causem tanto desconforto, quando comparados com os utilizadores do género masculino. Tal conclusão vai ao encontro de um estudo (Anexo A), realizado numa escola do 1º ciclo, com alunos com idades compreendidas entre os 6 e os 7 anos, onde se concluiu que os alunos do género feminino foram os que menos alteraram os seus hábitos de consumo depois de instalados economizadores nas torneiras dos lavatórios.

5.1.1.2. Relação de consumos com e sem economizadores

Ainda de acordo com os dados recolhidos durante as monitorizações foi possível estimar o consumo médio por utilização, de acordo com o número de vezes que os utilizadores pressionavam a torneira dos lavatórios e o consumo associado a cada uma, com cada tipo de economizador instalado. Foi feita, de igual modo, a estimativa do consumo por utilização sem a instalação de qualquer tipo de economizador (situação existente) nas torneiras dos lavatórios.

Na Tabela 5.1 encontra-se a relação de consumos com a instalação de economizadores face à situação sem economizadores. Os consumos por utilização foram obtidos através de um determinado número de utilizadores, conforme consta na mesma tabela. Posteriormente apresenta-se a estimativa da poupança conseguida para cada tipo de economizador, face à situação base.

Tabela 5.1 – Relação dos consumos com e sem a instalação de economizadores.

	Consumos por utilização de acordo com as monitorizações									
	Sem economizador		Com economizador							
	M	F	Economizador A		Economizador B		Economizador C		Economizador D	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Consumo p/ utilização (l/utilização)	0,82	1,00	0,75	0,66	0,77	0,62	0,66	0,55	0,44	0,39
Nº de utilizadores	195	87	33	23	30	19	32	20	22	13
Estimativa de poupança (%)	-	-	9	34	6	38	20	45	46	61

Na Figura 5.3 encontra-se a representação gráfica dos consumos estimados em cada utilização consoante o tipo de economizador instalado e a situação base (sem economizador), por género.

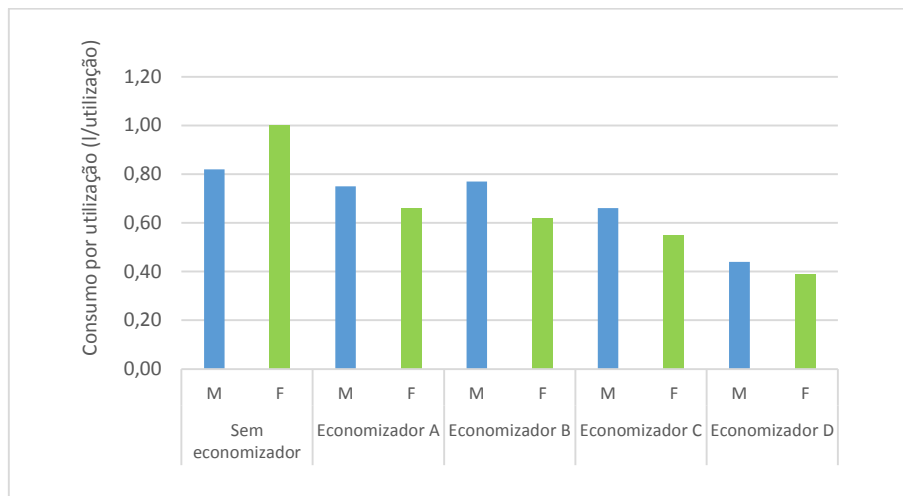


Figura 5.3 – Análise do consumo por utilização com e sem a instalação de economizadores.

De acordo com o gráfico acima apresentado, pode concluir-se que a instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil, numa análise geral, pode considerar-se uma medida eficiente, de acordo com o decréscimo de consumos registados por utilização, à exceção do consumo por utilização verificado para o género masculino, entre o economizador A e o economizador B. Embora, o caudal debitado pelo economizador B fosse inferior ao debitado pelo A, tal não se verificou no volume gasto por utilização, em que o economizador B apresentou um consumo ligeiramente superior ao A. Neste caso, pode concluir-se que a instalação do economizador B, medida apresentada como mais eficiente teoricamente, quando aplicada em prática, não verifica incremento de eficiência face ao economizador A.

O gráfico permite concluir ainda que, de acordo com o consumo associado às torneiras sem a instalação de qualquer tipo de economizador, registaram-se maiores consumos para os utilizadores do género feminino. No entanto, com a instalação dos economizadores, o género masculino foi o que registou um consumo mais elevado, pelo que esta medida será mais eficiente em instalações sanitárias femininas.

Na Figura 5.4 encontra-se a representação gráfica da estimativa de poupança por utilização, associada a cada tipo de economizador, relativamente à situação existente.

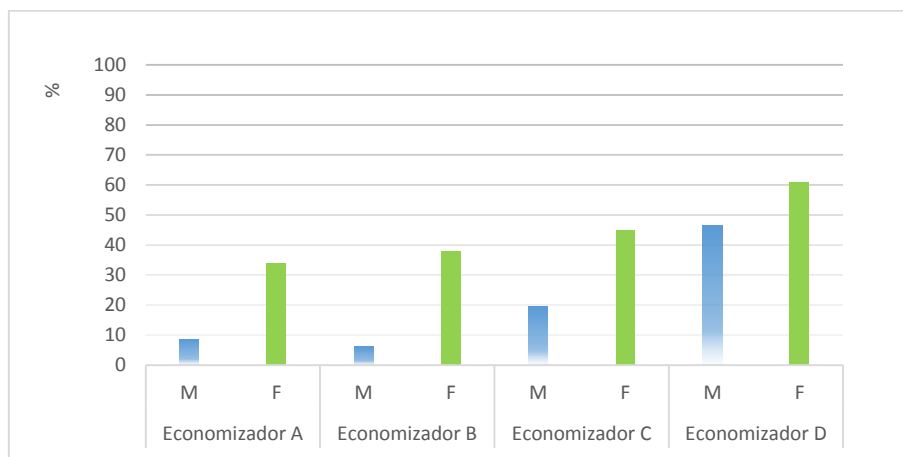


Figura 5.4 – Análise da estimativa de poupança por utilização associada a cada economizador em estudo.

De acordo com os resultados apresentados no gráfico anterior, é possível concluir que o economizador D é o que apresenta maiores estimativas de poupança para ambos os gêneros. O gênero feminino é o que apresenta estimativas de poupança mais elevadas, em todos os economizadores estudados, sendo que é possível obter poupanças acima dos 50% com o economizador D. Quanto ao gênero masculino, verifica-se que a poupança registada para os economizadores A e B é pouco significativa, com uma percentagem de poupança abaixo dos 10%. Já o gênero feminino regista poupanças acima dos 30% para os mesmos economizadores. É, portanto, conclusivo que o gênero feminino é o que melhor se adapta à utilização de economizadores.

5.1.1.3. Relação entre a redução de caudal e a redução de consumo

Quando se está perante a utilização de acessórios ou dispositivos eficientes que apresentam uma determinada redução de caudal, importa analisar e perceber se os consumos que lhe estão associados acompanham essa tendência.

Atualmente já vários estudos foram feitos no sentido de analisar a relação entre o caudal e o consumo associado a determinados dispositivos eficientes. Em muitos casos a redução de caudal é acompanhada pela redução de consumo, no entanto e a título de exemplo, um caso de estudo desenvolvido num edifício de escritórios nos Estados Unidos verificou que tal tendência não se validou, tendo-se registado um acréscimo de 30,1% do consumo associado às torneiras dos lavatórios, quando se substituíram as tradicionais torneiras manuais por torneiras eficientes (Gauley e Koeller, 2010).

Foi neste sentido que se estabeleceu a comparação entre a redução de caudal registada para os quatro tipos de economizadores estudados e a redução do consumo que lhes está associado. Na Tabela 5.2 encontra-se a redução do caudal debitado nas torneiras monitorizadas, de acordo com o tipo de economizador instalado.

Tabela 5.2 – Redução do caudal debitado nas torneiras monitorizadas.

Economizador	Q (l/s)	Q (l/min)	Redução do caudal
A	0,08	4,69	38%
B	0,06	3,89	49%
C	0,06	3,44	55%
D	0,03	2,05	73%

Através das monitorizações efetuadas, obteve-se o volume médio de água gasto por utilização, para cada tipo de economizador. Foi analisado o número de vezes que cada utilizador pressionava a torneira em cada utilização e, de acordo com o volume gasto por cada torneira existente (Tabela 5.3), foi possível obter uma média do volume de água gasto por cada utilização (Tabela 5.4). O volume médio gasto por utilização nas torneiras dos lavatórios sem economizador, foi obtido de acordo com os dados de Gonçalves (2014). O procedimento efetuado foi semelhante ao descrito anteriormente.

Tabela 5.3 - Consumo por torneira com e sem economizador no DECivil.

Consumo por torneira com economizador (l) - DECivil							
			Sem economizador	Economizador A	Economizador B	Economizador C	Economizador D
IS2	Feminina	LV1	0,66	0,48	0,37	0,48	0,22
		LV2	0,60	0,35	0,31	0,35	0,20
	Masculina	LV1	0,75	0,51	0,39	0,51	0,24
		LV2	0,76	0,50	0,37	0,50	0,22
		LV3	0,63	0,51	0,38	0,51	0,24

Tabela 5.4 - Volume médio gasto por utilização nas torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.

Volume médio gasto por utilização nas torneiras dos lavatórios (l) - DECivil				
Sem economizador	Economizador A	Economizador B	Economizador C	Economizador D
0,970	0,712	0,701	0,618	0,434

A partir do volume médio de água gasto por utilização nas torneiras dos lavatórios sem economizadores instalados e sabendo o consumo total de água registado no ano 2013 nos lavatórios das três principais instalações sanitárias, 70,73 m³ (Gonçalves, 2014), estimou-se

um número médio de utilizações anual das torneiras dos lavatórios do DECivil. Deste modo obteve-se um valor de aproximadamente 73 162 utilizações, para o ano 2013.

De acordo com os dados obtidos anteriormente foi possível estimar o volume de água que se consumiria se estivessem instalados os vários tipos de economizadores nas torneiras dos lavatórios (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 – Consumo total anual estimado das torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.

Consumo total anual estimado das torneiras dos lavatórios com economizadores (m³) - DECivil			
Economizador A	Economizador B	Economizador C	Economizador D
52,09	51,74	45,24	31,76

Obteve-se assim uma estimativa de redução de consumo associada a cada economizador (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 – Redução do consumo de água nas torneiras monitorizadas.

Economizador	Redução do consumo
A	26%
B	27%
C	36%
D	55%

Na Tabela 5.7 encontra-se a relação entre a redução do caudal e do consumo de água nas torneiras monitorizadas, para cada economizador estudado.

Tabela 5.7 – Relação entre a redução do caudal e a redução do consumo de água nas torneiras monitorizadas.

Economizador	Redução do caudal	Redução do consumo	Relação entre a redução do caudal e do consumo
A	38%	26%	32%
B	49%	27%	45%
C	55%	36%	35%
D	73%	55%	25%
		Média	34%

Depois de estabelecer a relação entre a redução de caudal e a redução de consumo, associadas aos economizadores estudados, verificou-se que a última foi em média 34% inferior à redução de caudal.

5.1.1.4. Estimativa de poupança global

De acordo com os consumos apresentados anteriormente e tendo em conta as estimativas de poupança obtidas, verificou-se que o economizador mais vantajoso seria o D, com um potencial de poupança acima dos 50%. Tendo em conta o preço da água por m³ praticado em todo o campus da Universidade de Aveiro, com um valor de cerca de 3,7 €, foi possível verificar que com a instalação do economizador com maior potencial de poupança nas torneiras dos lavatórios das três principais instalações sanitárias do DECivil, será possível poupar até 146,12 € por ano (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Estimativa da poupança nas torneiras dos lavatórios com economizadores no DECivil.

Estimativa da poupança nas torneiras dos lavatórios com economizadores – DECivil			
Economizador	%	m ³	€
A	26,4	18,64	69,89
B	26,9	18,99	71,21
C	36,0	25,49	95,55
D	55,1	38,97	146,12

Foi ainda estimado o tempo de retorno necessário para pagar um possível investimento em economizadores para as três principais instalações sanitárias do departamento, que no total incluem 14 torneiras de lavatório. Para os quatro tipos de economizadores estudados, o preço de cada tipo de economizador não varia, em que cada economizador apresenta um custo unitário de 9,23 €, sendo necessário incluir um aplicador, que apresenta um custo de 2,39 €. Assim, no total, qualquer que seja o tipo de economizador a instalar, apresentará um custo unitário de 11,62 €, já com IVA incluído.

Tabela 5.9 - Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento de economizadores nas torneiras dos lavatórios no DECivil.

Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento de economizadores nas torneiras dos lavatórios - DECivil		
Economizador	Custo de investimento, c/ IVA (€)	Tempo de retorno (anos)
A	162,68	2,3
B	162,68	2,3
C	162,68	1,7
D	162,68	1,1

De acordo com os resultados obtidos, estima-se que o custo de investimento para o economizador mais económico (D) será pago ao fim de 1 ano e 2 meses, aproximadamente.

5.1.2. Autoclismos

Para o caso do estudo do potencial de poupança de água em autoclismos, o estudo será baseado em duas situações: i) possível aplicação de sacos economizadores nos autoclismos; ii) substituição dos autoclismos existentes por autoclismos eficientes, quando a substituição é obrigatória.

5.1.2.1. Estimativa de poupança global com aplicação de sacos economizadores

Tal como os economizadores de torneiras, existem também economizadores de autoclismos, como são exemplos os sacos de autoclismos (Figura 5.5). Estes sacos apresentam uma capacidade até 2 litros que quando colocados no interior do autoclismo, ocupam esse volume, permitindo dessa forma poupar a referida quantidade de água, que seria debitada em cada descarga.



Figura 5.5 – Exemplos de sacos economizadores de autoclismo.

No caso destes sacos economizadores para autoclismos, não foi possível efetuar um estudo real nos autoclismos existentes nas instalações sanitárias do DECivil, visto não se dispor de material suficiente. No entanto, procedeu-se a um estudo teórico de uma possível estimativa de poupança, caso fossem instalados os referidos sacos economizadores nos autoclismos existentes no DECivil.

Assim, de forma semelhante à descrita anteriormente para os economizadores de torneiras, e de acordo com Gonçalves (2014), sabe-se que no ano 2013 o consumo de água total registado para os autoclismos foi de 307,6 m³. Tendo em conta as monitorizações efetuadas pelo mesmo estudo, e sabendo qual o consumo unitário de cada autoclismo, obteve-se uma média do volume gasto por descarga em cada utilização de 7,8 litros.

Sabendo que o volume total de água consumido nas descargas de autoclismos no ano de 2013 foi de 307,6 m³, obteve-se um total de cerca de 39 349 descargas registadas nesse ano.

Como não foi possível obter dados práticos através de monitorizações, assumiu-se uma poupança direta relativamente ao volume gasto em cada descarga.

Para tal considerou-se que os sacos seriam utilizados por forma a que todos os autoclismos debitassem 6 litros por descarga.

Com os dados apresentados anteriormente foi possível estimar qual o consumo anual gasto, caso tivessem sido instalados os sacos economizadores nas três principais instalações sanitárias do DECivil. Estimou-se um consumo anual de 236,09 m³, em que apresentaria um potencial de poupança de cerca de 23% face aos autoclismos sem sacos economizadores (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 - Estimativa da poupança com sacos economizadores de autoclismo no DECivil.

Estimativa da poupança com sacos economizadores de autoclismo – DECivil			
Economizador	%	m ³ /ano	€/ano
Sacos economizadores de autoclismo	23,2	71,51	268,10

Com a aplicação destes sacos economizadores será possível poupar anualmente cerca de 72 m³ de água, o que se traduziria em cerca de 268 € de poupança na fatura da água.

Tendo ainda em conta que cada saco economizador de autoclismo tem um preço unitário de 5,13 € já com IVA incluído e sabendo que as três instalações sanitárias principais são compostas por 11 autoclismos, estimou-se um período de retorno do investimento de 0,2 anos, ou seja, ao fim de aproximadamente 2 meses e meio o investimento inicial estaria pago (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 - Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento com sacos economizadores de autoclismo no DECivil.

Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento com sacos economizadores de autoclismo – DECivil		
Economizador	Custo de investimento, c/ IVA (€)	Tempo de retorno (anos)
Sacos economizadores de autoclismo	56,43	0,2

5.1.2.2. Estimativa de poupança global com substituição dos autoclismos existentes por autoclismos eficientes

A substituição de dispositivos tradicionais existentes nos edifícios, por dispositivos eficientes, é uma medida a considerar quando se está perante casos de reabilitação ou na

sequência de avarias de dispositivos existentes onde a substituição dos dispositivos é obrigatória.

Neste sentido, uma vez que se prevê a substituição dos autoclismos existentes por autoclismos eficientes unicamente quando a substituição é obrigatória, o custo imputado à consideração de dispositivos eficientes corresponde apenas ao diferencial (caso exista) entre o valor de mercado de um dispositivo eficiente e o valor de mercado do dispositivo menos oneroso do mercado (independentemente da sua classe de eficiência).

O mercado nacional dispõe atualmente de uma vasta gama de autoclismos. A questão estética e as linhas modernas são o fator mais influente nas escolhas do consumidor e consequentemente a grande aposta dos fabricantes.

Foi neste sentido, que se desenvolveu uma análise dos autoclismos existentes no mercado, a nível nacional, que apresentassem características semelhantes aos existentes no DECivil, (Figura 5.6).



Figura 5.6 – Exemplo de um autoclismo existente no DECivil.

Os autoclismos existentes no departamento são do tipo monobloco, em que o autoclismo apoia diretamente sobre a sanita. A partir destas características procedeu-se a uma análise dos preços praticados no mercado de autoclismos para autoclismos semelhantes, independentemente do consumo que lhe esteja associado, por descarga, ou seja, independentemente da classe de eficiência hídrica que lhe esteja associada. Esta análise foi efetuada a partir da consulta dos catálogos atualizados dos principais fabricantes de autoclismos em Portugal.

A análise foi efetuada através da consulta dos catálogos atualizados dos principais fabricantes de autoclismos a nível nacional. Da análise dos catálogos, foi feita uma seleção das marcas que dispunham de autoclismos semelhantes aos existentes no DECivil. No

gráfico da Figura 5.7. apresenta-se o intervalo de preços praticado pelos sete fabricantes de autoclismos com características semelhantes aos existentes no DECivil.

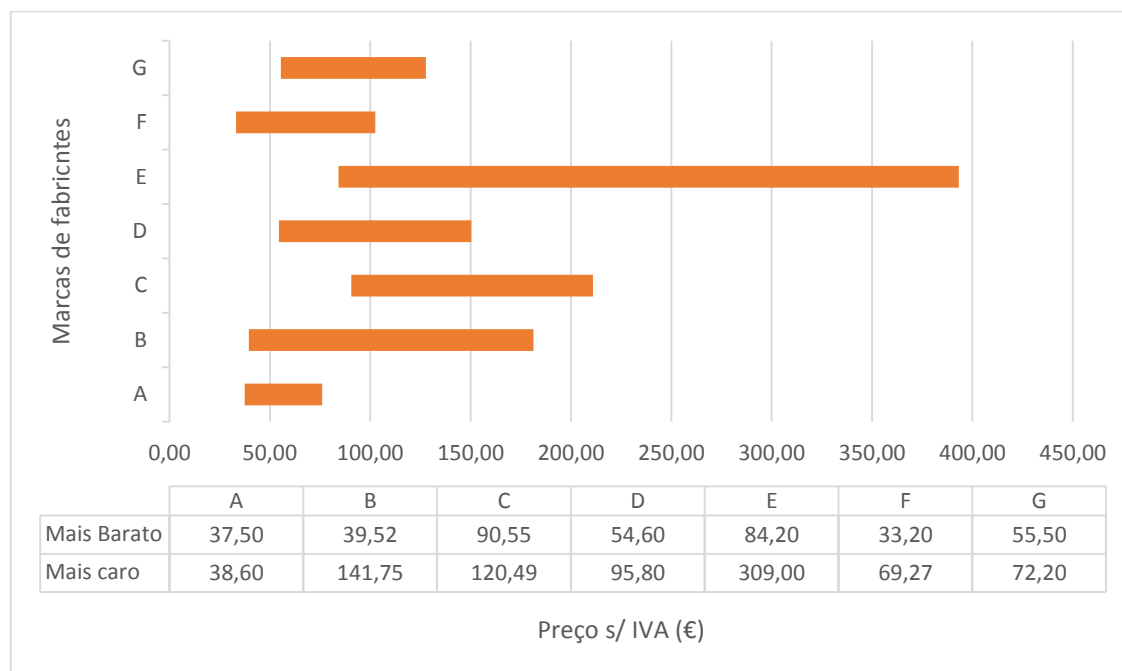


Figura 5.7 - Intervalo de custo de um autoclismo com características semelhantes consoante várias marcas de fabricantes.

De acordo com o observado no gráfico da Figura 5.7, é possível concluir que os fabricantes de autoclismos existentes no mercado atual dispõem de uma vasta gama de artigos muito semelhantes, ao nível das suas características funcionais. Foi ainda possível observar que os seus preços podem apresentar valores muito distintos, justificados maioritariamente por questões estéticas.

Na Tabela 5.12 apresenta-se a diferença percentual entre o preço mais barato e mais caro, que cada marca dispõe para autoclismos com as mesmas características funcionais.

Tabela 5.12 – Diferença percentual entre o autoclismo mais barato e o mais caro segundo várias marcas de fabricantes.

Marcas de fabricantes	Preço s/ IVA (€)		Diferença percentual (%)
	Mais Barato	Mais caro	
A	37,50	38,60	2,9
B	39,52	141,75	258,7
C	90,55	120,49	33,1
D	54,60	95,80	75,5
E	84,20	309,00	267,0
F	33,20	69,27	108,6
G	55,50	72,20	30,1
Média	56,44	121,02	110,8

Da análise dos preços praticados por diversos fabricantes de autoclismos é possível concluir que autoclismos muito semelhantes podem apresentar custos bastante variados, onde a média da diferença percentual entre o preço mais baixo e o mais elevado ultrapassa os 100%. Quer isto dizer que em média, quando se compara o preço mais baixo e o preço mais elevado de autoclismos que apresentam as mesmas características, o valor mais elevado é superior ao dobro do preço do autoclismo mais barato.

Como principal conclusão, constatou-se que embora esta análise tenha sido feita para todos os autoclismos existentes, independentemente das classes de rotulagem nenhum dos catálogos consultados apresentava autoclismos do tipo monobloco em material cerâmico e com descarga completa, com consumos por descarga superiores a 6 litros, ou seja, todos os autoclismos do tipo monobloco consultados eram de classe A. Assim, concluiu-se que não é o fator da eficiência hídrica, mas sim fatores como o *design* e as linhas mais ou menos sofisticadas, que são determinantes para o preço dos produtos.

A partir da análise dos catálogos disponíveis atualmente no mercado nacional e do contacto com empresas de autoclismos, foi possível constatar que cada vez mais os fabricantes de autoclismos apostam em comercializar autoclismos com rotulagem de classe A, estando a entrar em descontinuidade grande parte das séries de autoclismos que apresentam um consumo superior a 6 litros por descarga. Em especial no caso particular de autoclismos do tipo monobloco, apoiados diretamente sobre a sanita, verificou-se que já não são comercializados autoclismos com consumo superior a 6 litros por descarga. Pode concluir-se, portanto, que o mercado de autoclismos nacional ajustou-se, tendo em consideração consumos eficientes, fabricando atualmente na sua maioria autoclismos que apresentam rotulagem com a letra A.

Uma vez que só existem dispositivos eficientes no mercado, a substituição obrigatória de um autoclismo resultará sempre numa redução do consumo de água, que, para o DECivil, corresponderá 5,16 m³ por autoclismo, por ano, o que representa uma poupança de 19,35 € por autoclismo, por ano.

5.2. Análise do conforto

5.2.1. Inquéritos presenciais

Durante as monitorizações efetuadas e através dos inquéritos realizados aos utilizadores das instalações sanitárias (IS2) masculina e feminina, foi possível tirar algumas conclusões relevantes, depois de analisadas as respostas obtidas.

5.2.1.1. Análise à alteração de caudal

No sentido de averiguar a perceção dos utilizadores à alteração do caudal, foi colocada a seguinte questão “Sentiu alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras hoje, comparativamente com o debitado nos restantes dias?”. Abaixo encontram-se os dados obtidos analisados por género.

Género feminino

Na Figura 5.8, encontram-se representadas as respostas obtidas relativamente aos utilizadores usuais da IS2 - feminina.

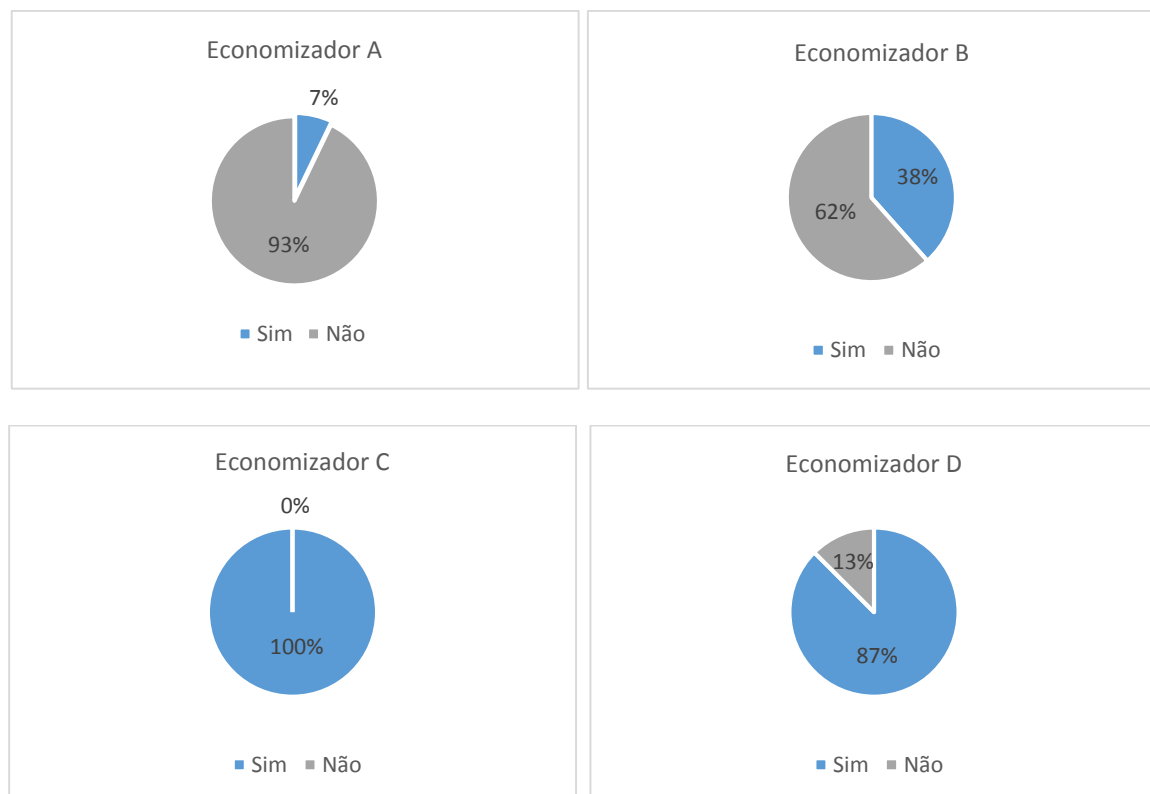


Figura 5.8 – Análise da sensibilidade dos utilizadores usuais da IS2 – feminina à alteração do caudal através da pergunta: “Sentiu alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras?”

De acordo com os resultados obtidos, percebe-se que a instalação dos economizadores do tipo A foi praticamente impercetível, pois este economizador foi o que menos reduziu o caudal dos lavatórios, sendo que apresentava também um fluxo normal, muito semelhante ao existente.

A reação dos utilizadores ao economizador do tipo B foi ligeiramente mais percetível, não pela redução de caudal, mas devido ao facto de apresentar um fluxo laminado.

Quando instalados os economizadores do tipo C, foi possível concluir que embora o tipo de fluxo fosse semelhante ao existente, de facto todos os utilizadores notaram que houve uma significativa redução de caudal.

No caso dos economizadores do tipo D, a percepção da alteração do caudal também foi notória. No entanto os resultados obtidos poderão não ser os mais representativos, devido ao menor número de utilizadores da IS2, no dia da 4ª monitorização com os economizadores do tipo D, face aos outros dias de monitorizações.

Quanto aos utilizadores não usuais do DECivil e quando inquiridos com a pergunta “Achou que o caudal debitado foi o suficiente?”, 100% dos utilizadores responderam afirmativamente para todos os economizadores, à exceção do economizador C. Isto poderá explicar-se pelo impacto causado na significativa redução de caudal.

Género masculino

No que diz respeito aos utilizadores usuais da IS2 masculina, foi colocada a mesma questão, sendo que os resultados obtidos encontram-se representados na Figura 5.9.





Figura 5.9 - Análise da sensibilidade dos utilizadores usuais da IS2 – masculina à alteração do caudal através da pergunta: “Sentiu alguma alteração no caudal debitado pelas torneiras?”

Da análise dos resultados apresentados facilmente se analisa que à medida que se foi reduzindo o caudal, a perceção dos utilizadores foi notória. É possível concluir que a à medida que se reduziu o caudal das torneiras, a perceção dos utilizadores foi acompanhando essa tendência.

Relativamente aos utilizadores não usuais do DECivil e à semelhança dos utilizadores do género feminino, quando inquiridos com a pergunta “Achou que o caudal debitado foi o suficiente?”, 100% dos utilizadores consideraram suficiente o caudal debitado nos lavatórios.

Análise global

Numa análise global aos resultados obtidos pelos utilizadores de ambos os géneros, poder-se-á concluir que os utilizadores do género feminino são mais sensíveis e mais divergentes, quando comparados com os utilizadores do género masculino.

5.2.1.2. Análise ao grau de conforto

No âmbito das monitorizações, foi ainda pedido aos utilizadores da IS2 feminina e masculina que fizessem uma avaliação do grau de conforto provocado por cada tipo de economizador, numa escala de 1 a 5, sendo que o número 1 indica o mínimo conforto e o número 5 o máximo conforto.

Género feminino

Na Figura 5.10 apresentam-se os resultados obtidos para os utilizadores da IS2 do género feminino.

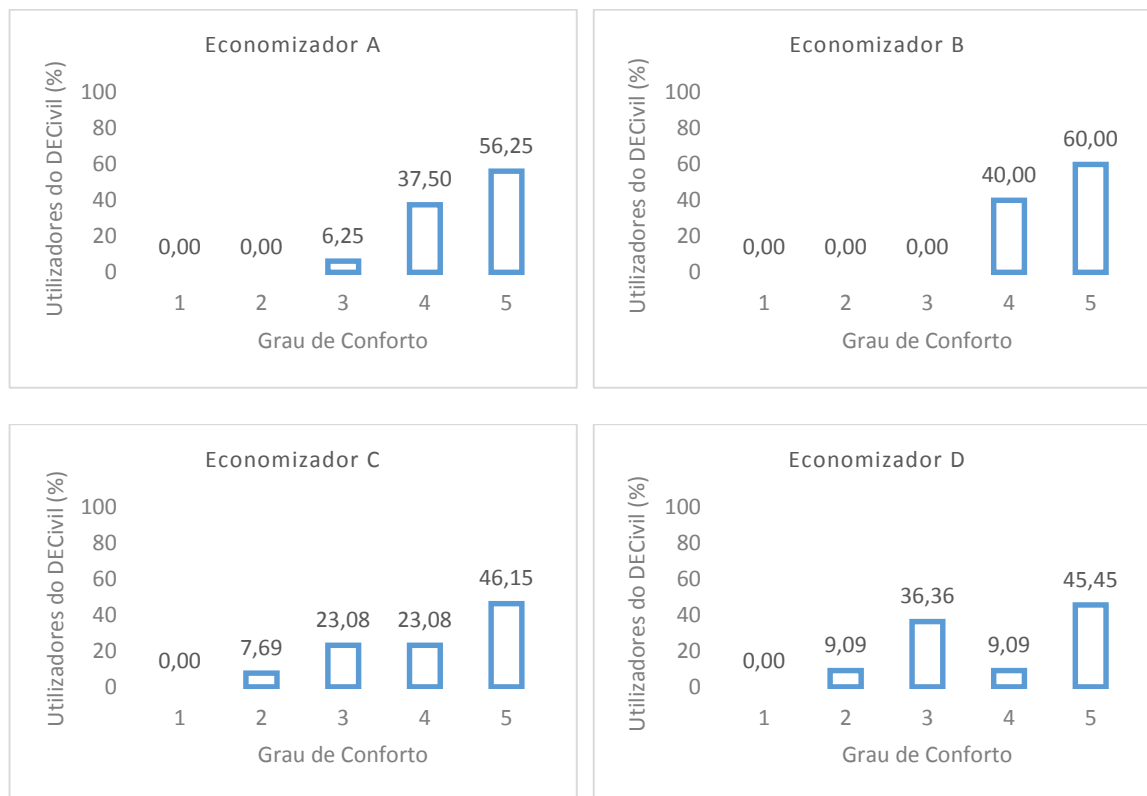


Figura 5.10 – Análise da avaliação do grau de conforto dos utilizadores da IS2 – feminina.

De acordo com os gráficos obtidos, pode concluir-se que os utilizadores do género feminino fizeram uma avaliação gradual consoante a redução de caudal provocada por cada economizador, à exceção da primeira monitorização, facto que poderá ser explicado pelo primeiro impacto causado nos utilizadores.

Foi possível concluir ainda que os utilizadores do género feminino são mais sensíveis à quantidade de caudal e não ao tipo de fluxo.

Género masculino

Para os utilizadores do género masculino, encontram-se na Figura 5.11 os resultados obtidos para o grau de conforto, provocado pelos diferentes tipos de economizadores.

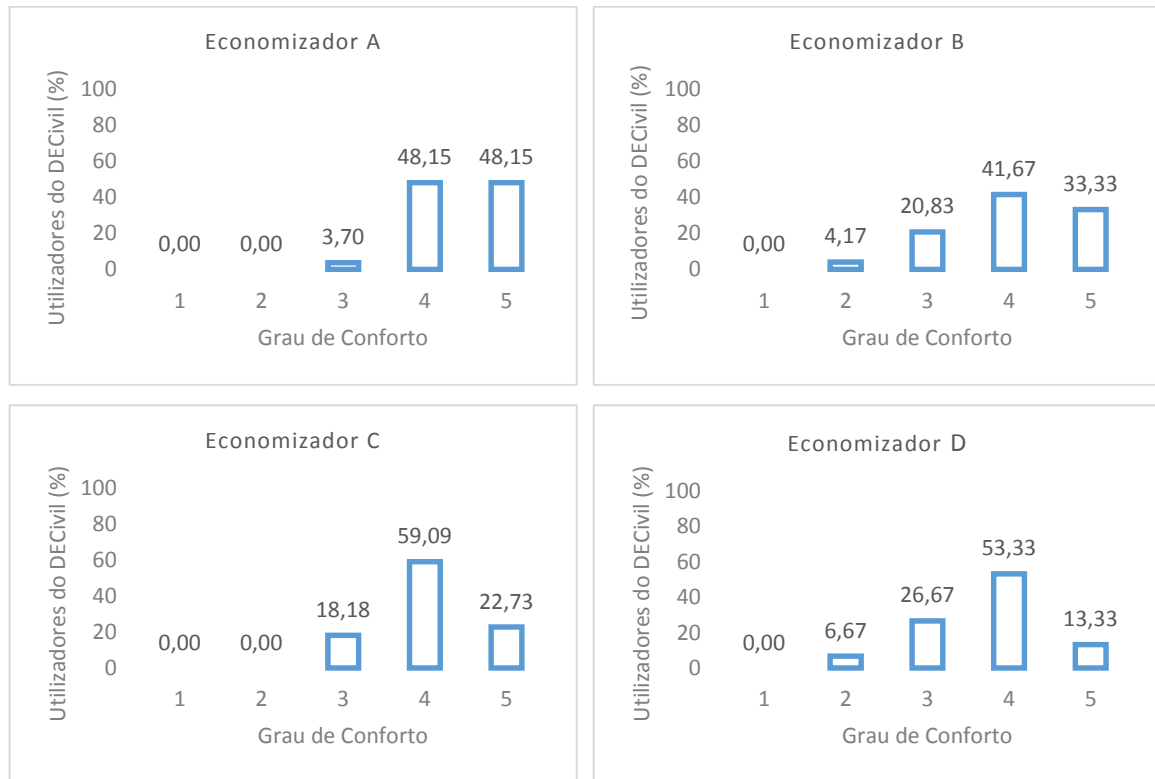


Figura 5.11 – Análise da avaliação do grau de conforto dos utilizadores da IS2 – masculina.

Pela análise dos gráficos apresentados, é possível concluir que os utilizadores do género masculino apresentam maior sensibilidade ao nível do tipo de fluxo debitado. Isto pode ser justificado pelo facto de os dois economizadores que debitaram um fluxo laminado (B e D), apresentarem um menor grau de satisfação.

Análise global

Fazendo uma análise global do grau de conforto que satisfaz os utilizadores, pode concluir-se que o género feminino é mais sensível ao nível da quantidade de caudal debitado pelas torneiras, enquanto o género masculino é mais sensível ao tipo de fluxo debitado.

5.2.2. Inquéritos não presenciais

Os inquéritos não presenciais permitiram fazer uma avaliação do conforto provocado pelo caudal debitado com os economizadores de tipo C e do tipo D e ainda do caudal debitado sem economizadores instalados.

Numa análise global aos três inquéritos realizados e quando questionados sobre a perceção à alteração de caudal sentida durante as semanas em que foram instalados os economizadores

nas instalações sanitárias, relativamente ao economizador D, 66% das respostas dadas pelos utilizadores, afirmaram terem-se apercebido da sua instalação, enquanto os restantes 34% não notaram qualquer alteração no caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios. Já para o segundo economizador instalado, tipo C, 78% dos inquiridos respondeu que se apercebeu das alterações de caudal, enquanto os restantes 22% afirmaram não se terem apercebido de qualquer mudança. Por fim, quando foram retirados todos os economizadores e as torneiras dos lavatórios passaram a debitar o habitual caudal, apenas 44% dos utilizadores é que se apercebeu dessa alteração, onde os restantes 56% afirmam não se terem apercebido da alteração do caudal de acordo com a situação existente.

Os resultados abaixo apresentados, dizem respeito à opinião dos utilizadores que afirmaram terem-se apercebido das diferentes alterações de caudal e do tipo de fluxo, proporcionadas pelas três situações distintas.

5.2.2.1. Análise do conforto por género

Na Figura 5.12 encontra-se a caracterização do nível de conforto causado pelos dois tipos de economizadores em estudo, por género.

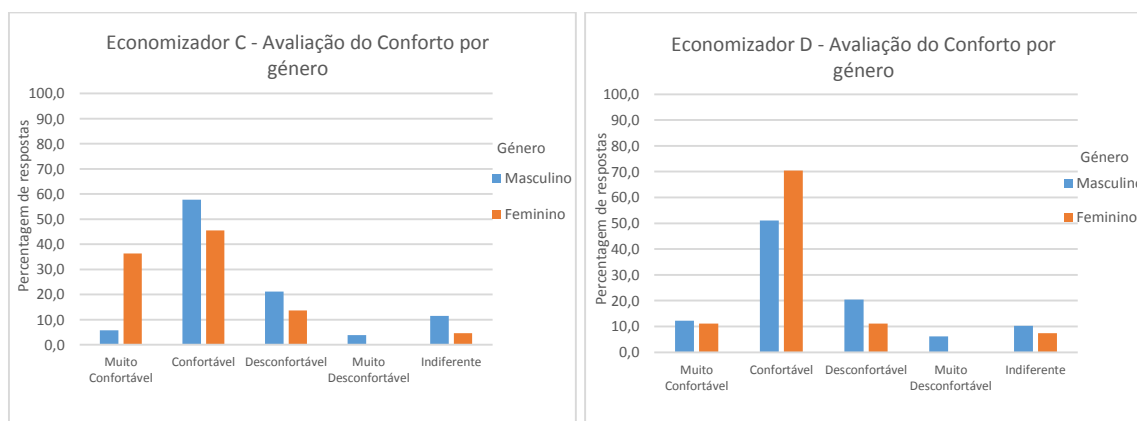


Figura 5.12 – Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por género.

Da análise dos gráficos obtidos, é possível observar que tanto para o economizador do tipo C como para o do tipo D, cerca de 25% dos utilizadores do género masculino avaliou-o como desconfortável. Já os utilizadores do género feminino, apenas cerca de 10% acharam desconfortável o caudal debitado com os economizadores instalados. Consequentemente, cerca de 75% dos utilizadores do género masculino e 90% dos utilizadores do género não sentiram desconforto com a sua utilização.

A Figura 5.13 apresenta o nível de conforto atribuído ao caudal debitado pela situação base (sem economizadores instalados).

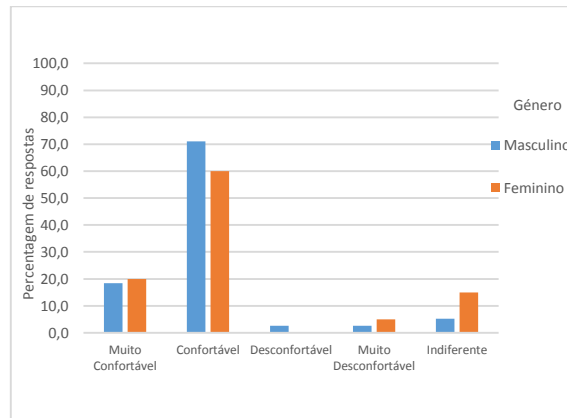


Figura 5.13 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por género.

Quando inquiridos sobre o conforto oferecido pelo caudal debitado pelas torneiras existentes, sem qualquer tipo de economizador instalado, foi possível verificar que cerca de 5% dos utilizadores do género masculino e a mesma percentagem de utilizadores do género feminino, avaliaram o caudal debitado sem economizadores como sendo desconfortável.

Desta forma, é possível concluir que embora o caudal debitado pelos economizadores traga desconforto a alguns utilizadores, o caudal debitado sem economizadores não pode ser considerado como sendo o ótimo, visto apresentar também alguma percentagem de utilizadores que o avaliam com desconforto.

No geral, os utilizadores do género masculino foram os que mais acharam desconfortável o caudal debitado pelas torneiras com economizadores.

Foi ainda colocada uma pergunta sobre a opção de escolha dos utilizadores sobre uma possível instalação definitiva dos economizadores em estudo, onde os inquiridos dispunham de três opções. As opções passavam por “Ter redutor, porque não me causa desconforto”, “Ter redutor, embora me cause desconforto”, “Não ter redutor, porque me causa desconforto” e “Indiferente”. Com estas opções de escolha, pretendia-se perceber qual a aceitação para colocar em prática esta medida, por parte dos utilizadores. E, ao mesmo tempo, conseguir perceber se os utilizadores estão sensíveis a esta temática de eficiência hídrica, havendo a possibilidade de abdicarem de algum conforto em prol de reduzir os consumos de água.

Na Figura 5.14 apresentam-se as opções de escolha dadas pelos utilizadores relativamente à adoção da instalação dos economizadores C e D nos lavatórios do DECivil.

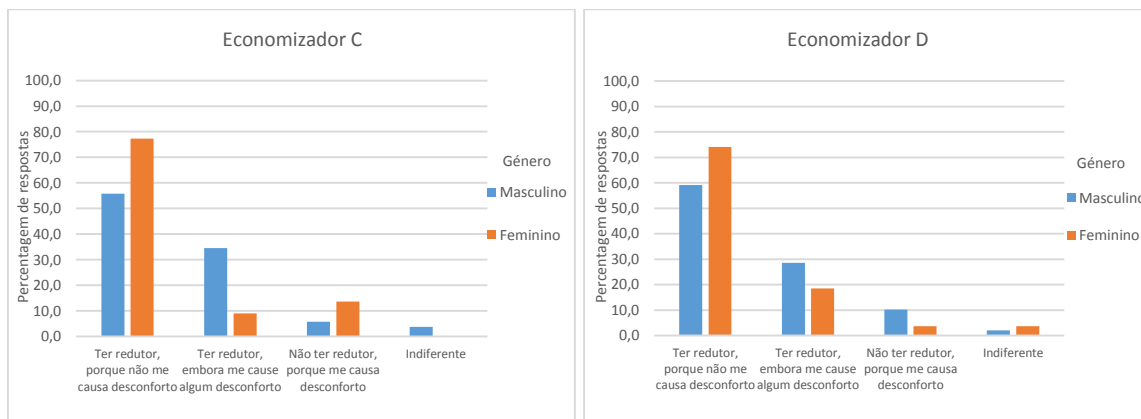


Figura 5.14 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por género.

Quanto às opções de escolha dadas pelos utilizadores, verifica-se que, na sua generalidade, tanto os géneros feminino como masculino optariam pela instalação dos economizadores, independentemente do facto de estes causarem, eventualmente, algum tipo de desconforto. Em ambos os géneros, apenas 10% dos inquiridos respondeu negativamente à sua instalação.

5.2.2.2. Análise do conforto por faixa etária

Na Figura 5.15 encontram-se os gráficos que caracterizam o nível de conforto causado nos utilizadores, por faixa etária.

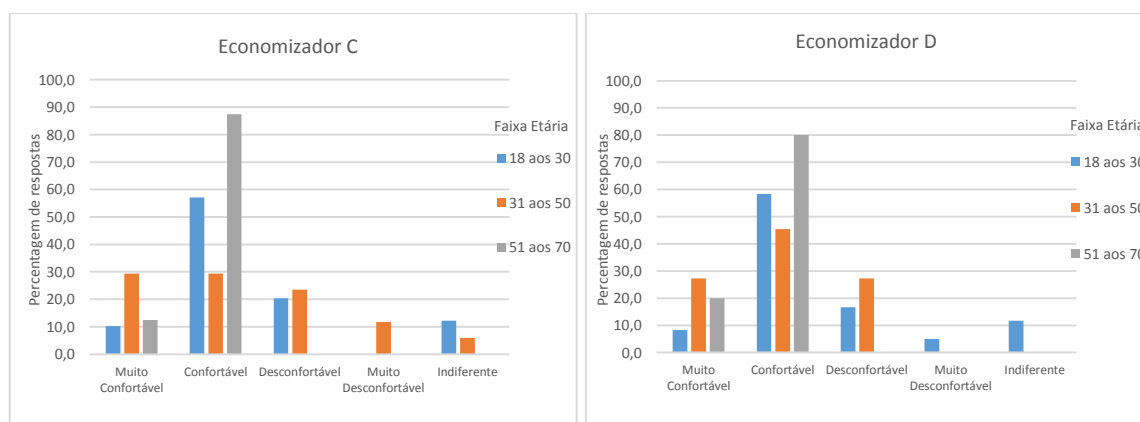


Figura 5.15 - Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por faixa etária.

Da análise dos gráficos representados é possível concluir que as faixas etárias que caracterizaram o caudal debitado pelos economizadores com desconforto foram as que se compreendem entre os 18 e 50. Já os utilizadores com idades compreendidas entre os 51 e os 70 anos são os que sentiram maior conforto com a instalação dos dois economizadores.

O economizador C foi o que proporcionou um menor grau de conforto perante os utilizadores, comparativamente com o economizador do tipo D, para as faixas etárias dos 18 aos 30 e dos 31 aos 50 anos.

Na Figura 5.16 pode observar-se a avaliação do grau de conforto feita ao caudal debitado na situação base, consoante a faixa etária dos utilizadores.

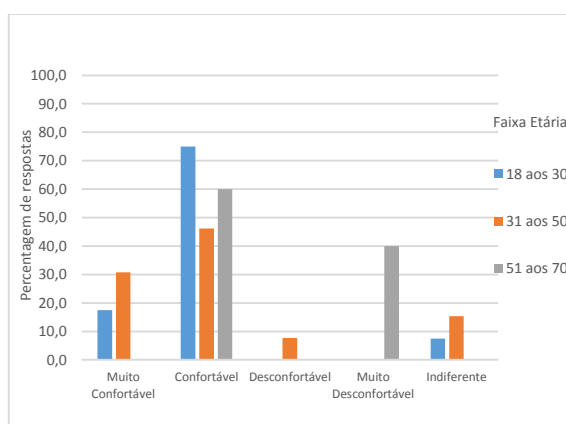


Figura 5.16 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por faixa etária.

O caudal debitado pelas torneiras dos lavatórios sem economizadores instalados provocou maior desconforto, com cerca de 40% dos inquiridos, na faixa etária dos 51 aos 70 anos. Já os utilizadores com idades inferiores a 30 anos não sentiram qualquer tipo de desconforto.

Mais uma vez, salienta-se o facto de o caudal debitado pelas torneiras sem economizadores causar algum desconforto, não sendo por isso considerado o caudal ótimo.

Na Figura 5.17 constam as opções de escolha dos utilizadores sobre uma possível instalação definitiva dos economizadores em estudo.

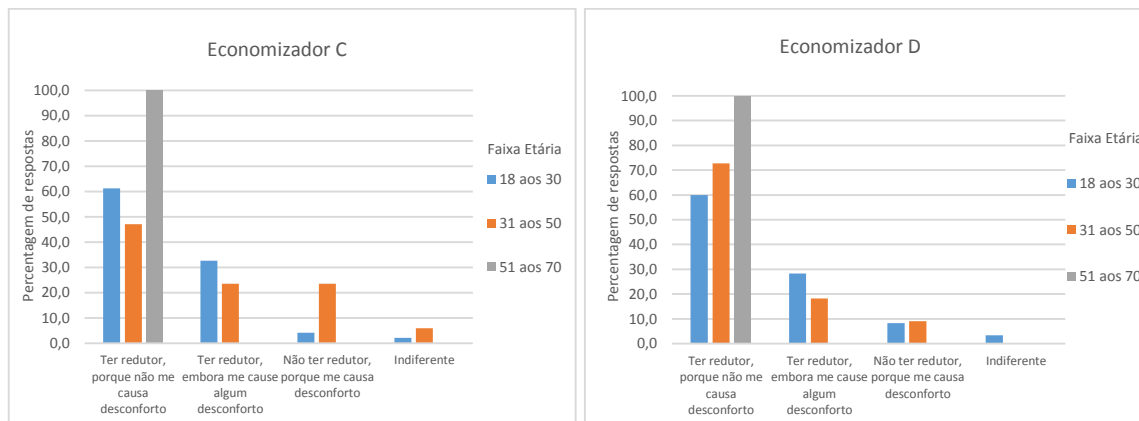


Figura 5.17 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por faixa etária.

Pela análise dos gráficos anteriores é possível observar que as faixas etárias mais exigentes com o grau de conforto oferecido pelos economizadores e que responderam negativamente à sua instalação são as que compreendem as idades dos 31 aos 50 anos, com cerca de 25% para o economizador do tipo C e com cerca de 10% para o economizador D. Cerca de 10% dos utilizadores compreendidos na faixa etária dos 18 aos 30 também respondeu negativamente à instalação do economizador do tipo D.

5.2.2.3. Análise do conforto por atividade profissional no DECivil

Foi ainda feita uma caracterização do nível de conforto causado nos utilizadores consoante a sua atividade profissional no DECivil. Na Figura 5.18 encontram-se os gráficos representativos dessa caracterização.

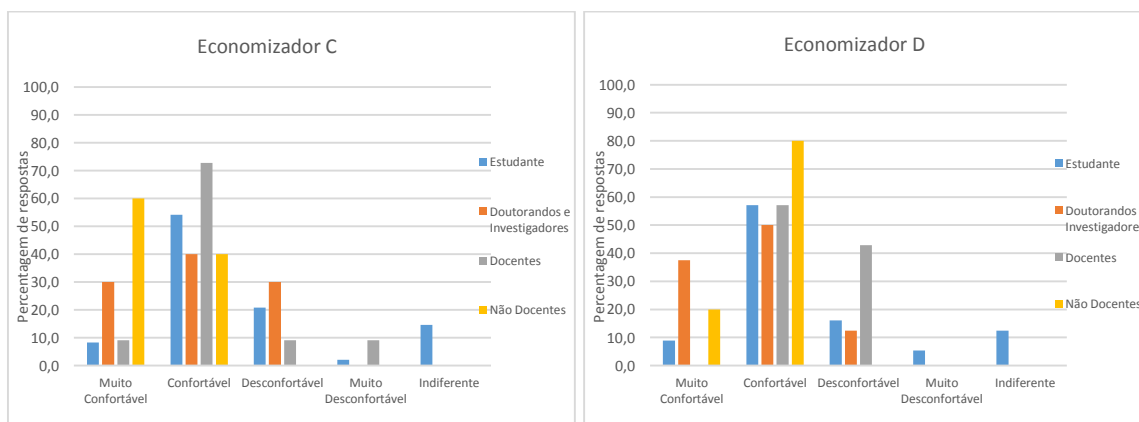


Figura 5.18 - Caracterização do nível de conforto dos economizadores C e D, por atividade profissional no DECivil.

A análise dos gráficos permite concluir que os utilizadores que fazem parte do pessoal não docente não sentiram qualquer tipo de desconforto com ambos os economizadores.

Para os restantes grupos de utilizadores e sobretudo para o grupo dos estudantes, as opiniões são bastante divergentes relativamente aos dois economizadores.

Na Figura 5.19 é apresentada a avaliação do conforto para a situação existente, sem economizadores instalados, consoante a atividade profissional dos utilizadores no DECivil.

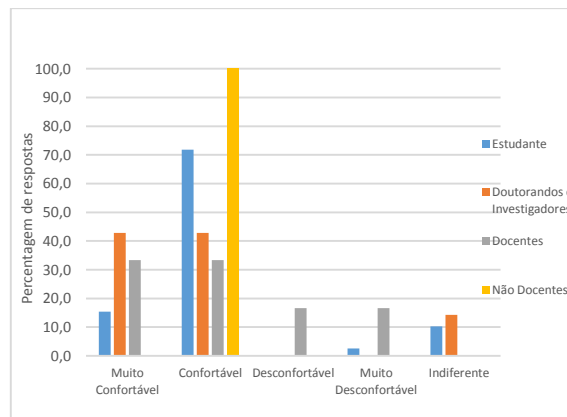


Figura 5.19 – Caracterização do nível de conforto sem economizadores, por atividade profissional no DECivil.

Relativamente ao caudal debitado pelas torneiras sem economizadores, apenas cerca de 30% do pessoal docente é que o caracterizou como sendo desconfortável.

Na Figura 5.20 é possível observar as opções de escolha dos utilizadores do DECivil, tendo em conta a sua ocupação profissional.

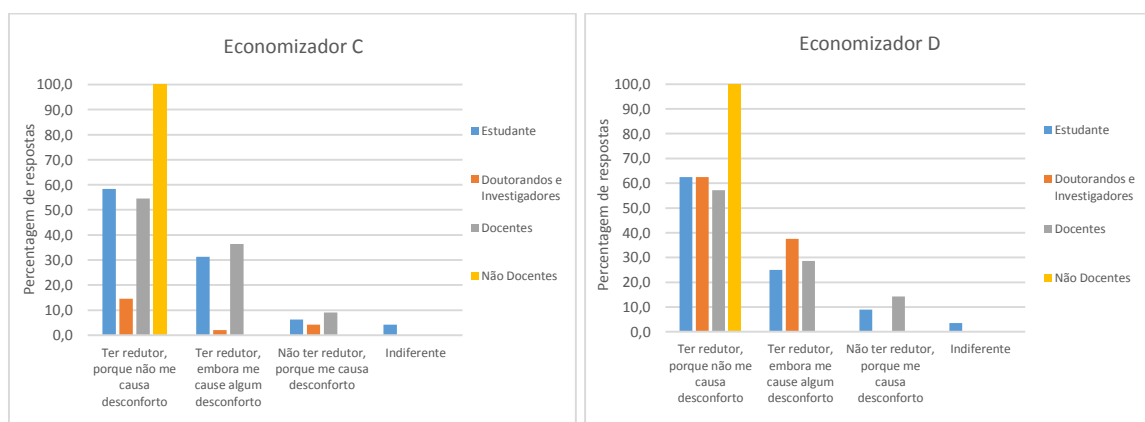


Figura 5.20 - Caracterização das opções de escolha dos utilizadores por atividade profissional no DECivil.

Relativamente ao economizador C, uma percentagem inferior a 10% dos utilizadores que fazem parte do grupo dos estudantes, doutorandos e investigadores e dos docentes manifestaram ser contra a instalação deste tipo de economizador.

No que diz respeito ao economizador D, apenas dois grupos manifestaram ser contra a sua instalação, com cerca de 10% do grupo dos estudantes e aproximadamente 15% do grupo dos docentes.

É de realçar ainda que 100% do pessoal não docente, e perante os dois economizadores em estudo, optaram pela opção de instalar os economizadores, visto não lhes causar qualquer tipo de desconforto.

5.2.2.4. Análise do conforto consoante o tipo de fluxo

No final do segundo inquérito constava uma pergunta que tinha como objetivo perceber qual o tipo de fluxo que causou maior conforto perante os utilizadores. Para tal, e de maneira a relembrar os inquiridos sobre os dois tipos de fluxo existentes, anexou-se à questão a Figura 5.21, na qual é possível identificar os fluxos debitados pelos dois economizadores em estudo.



Figura 5.21 – Tipos de fluxo existentes a) fluxo laminado (economizador D); b) fluxo normal (economizador C).

Na Figura 5.22 encontram-se as preferências dos utilizadores, relativamente aos dois tipos de fluxo existentes, caracterizadas segundo o género dos utilizadores.

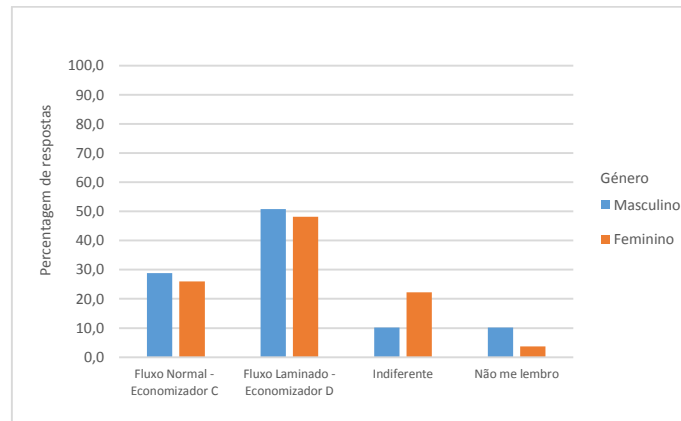


Figura 5.22 – Preferência pelo tipo de fluxo, por gênero.

Pela análise dos dados obtidos, pode observar-se que não existiu grande divergência na preferência tanto nos utilizadores do gênero masculino como feminino. Verifica-se que em ambos os gêneros existe preferência pelo economizador que debita um fluxo laminado, economizador D, com cerca de 50% dos utilizadores.

Na Figura 5.23 encontram-se os dados relativos à preferência pelo tipo de fluxo, caracterizados por faixas etárias.

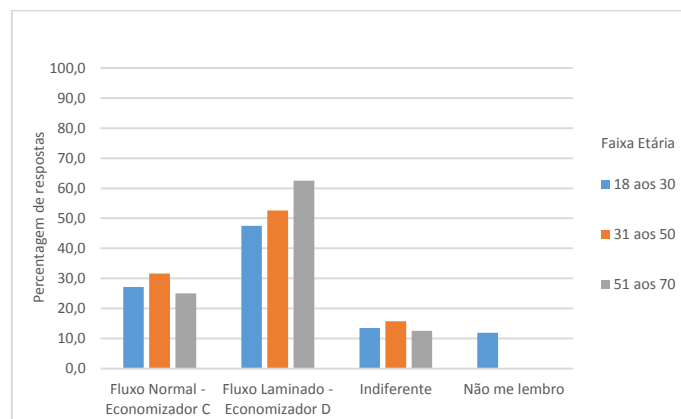


Figura 5.23 – Preferência pelo tipo de fluxo, por faixa etária.

Verifica-se que para as três faixas etárias estudadas, todas apresentam preferência pelo economizador D, que debita um fluxo laminado.

Cerca de 60% dos utilizadores com idades superiores aos 51 anos tem preferência por um fluxo do tipo laminado, assim como cerca de 50% dos utilizadores inseridos nas faixas etárias dos 18 aos 30 e dos 31 e os 50 anos.

Já cerca de 10% dos utilizadores de cada faixa etária estudada não mostram qualquer tipo de preferência, respondendo como sendo “indiferente”.

Por fim, na Figura 5.24 encontram-se distribuídas as preferências do tipo de fluxo, consoante atividade profissional dos utilizadores do DECivil.

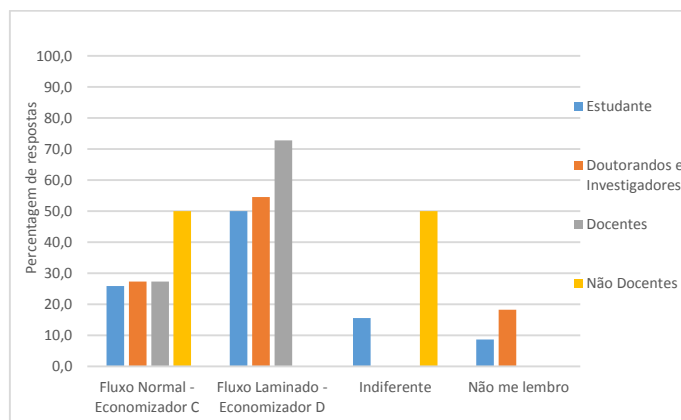


Figura 5.24 - Preferência pelo tipo de fluxo, por atividade profissional no DECivil.

Da análise do gráfico verifica-se que 50% do pessoal não docente manifestou preferência pelo economizador C, em que os restantes 50% responderam com sendo “indiferente”.

Já o grupo dos docentes, com cerca de 70%, mostrou preferência pelo economizador D, pelo que os restantes 30% optaram pelo economizador C.

Os grupos que incluem os estudantes e doutorandos e investigadores, cerca de 50% preferem o economizador D e apenas cerca de 25% escolheram o economizador C.

Verificou-se também que apenas o grupo dos estudantes e dos doutorandos, com cerca de 10% e 20%, respetivamente respondeu “não me lembro”.

5.2.2.5. Análise do conforto global

Nos gráficos apresentados na Figura 5.25 consta a avaliação global do nível de conforto causado nos utilizadores das instalações sanitárias do DECivil, para as três situações em estudo.

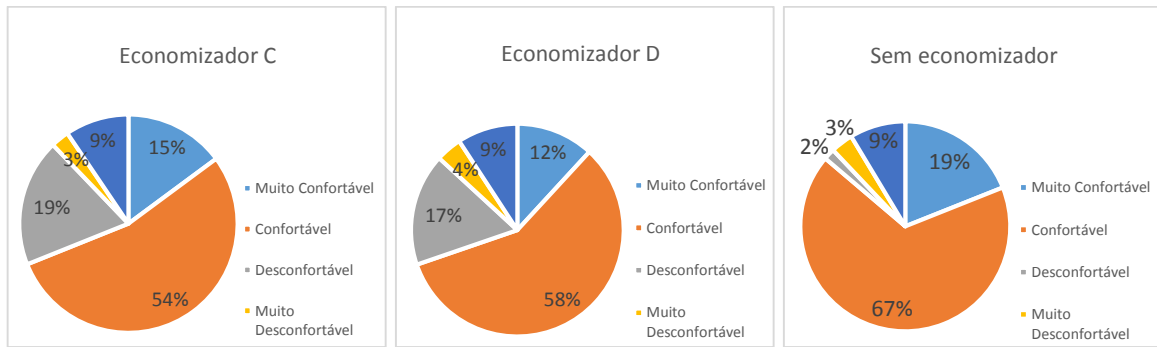


Figura 5.25 – Avaliação global dos níveis de conforto dada pelos utilizadores do DECivil.

Da análise dos gráficos é possível concluir que, para os dois economizadores em estudo, cerca de 70% dos utilizadores avaliou o grau de conforto por eles causado positivamente. Sendo que apenas cerca de 20% dos utilizadores fez uma avaliação negativa do seu conforto. Os restantes 10% classificaram como sendo “indiferente” o conforto causado pelos economizadores. Tal opinião não é negativa, pelo que se pode concluir que no total, cerca de 80% dos utilizadores aprovou a instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios das instalações sanitárias do DECivil.

No que diz respeito à avaliação do caudal debitado pelas torneiras sem economizadores, 5% dos utilizadores afirmaram ser desconfortável, 86% fizeram uma avaliação positiva e 9% mostraram-se indiferentes.

Na Figura 5.26 está representado o gráfico com a preferência global acerca do economizador que causa maior sensação de conforto, tendo em conta o seu tipo de fluxo.

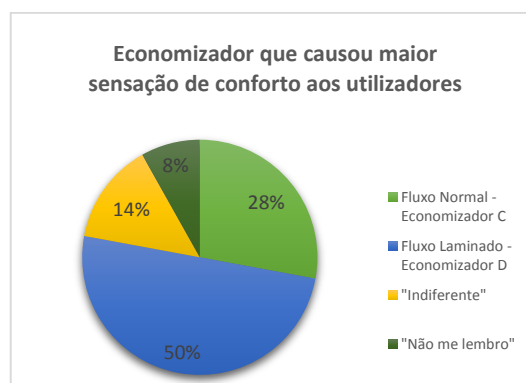


Figura 5.26 – Avaliação global consoante o tipo de fluxo.

Conclui-se assim que o economizador que apresenta um nível de conforto mais elevado é o economizador D, que debita um tipo de fluxo laminado. Será portanto este economizador que lidera a preferência dos utilizadores do DECivil.

De acordo com os dados recolhidos no que diz respeito aos níveis de conforto e de acordo com o registo de consumos já analisados, concluiu-se portanto que o economizador que reúne a solução ótima de conforto e baixo consumo é o economizador do tipo D.

Capítulo 6

Conclusões gerais e trabalhos futuros

6. Conclusões gerais e trabalhos futuros

6.1. Conclusões gerais

De acordo com vários estudos realizados no âmbito da eficiência hídrica, constatou-se que os resultados obtidos são ainda bastante divergentes sobre a real eficiência dos dispositivos rotulados de eficiência hídrica. Alguns estudos concluíram que este tipo de dispositivos reduziram efetivamente o consumo de água relativamente aos dispositivos ditos convencionais, no entanto, existem outros que apontam para consumos de água mais elevados. Conclui-se, assim, que a redução do caudal debitado por determinado dispositivo considerado eficiente pode não ser acompanhada pela redução do consumo que lhe está associado.

Os quatro economizadores de torneiras de lavatório estudados, com 39% (economizador A), 49% (economizador B), 55% (economizador C) e 73% (economizador D) de redução de caudal apresentaram uma redução de consumo de 26%, 27%, 36% e 55%, respetivamente. Conclui-se, portanto, que a poupança ao nível do consumo não acompanhou a poupança registada pela redução de caudal, apresentando-se cerca de 34% inferior.

Contudo, o economizador que apresentou maior redução de caudal e conseqüentemente maior redução de consumos foi o economizador do tipo D, para o qual foi estimado um potencial de poupança em cerca de 39 m³ de água anuais, o que equivale a uma economia de cerca de 146 €/ano, no caso da instalação deste tipo de economizador apenas nas torneiras de lavatório das três instalações sanitárias principais no edifício do DECivil. Estimou-se ainda que o custo de investimento para o economizador mais económico terá um tempo de retorno de um ano e dois meses, aproximadamente.

Com a aplicação de sacos economizadores de autoclismo nas três instalações sanitárias principais do DECivil, estimou-se um potencial de poupança anual de sensivelmente 23%, equivalente a cerca de 72 m³/ano, o que se refletirá numa economia de 268 € anuais, aproximadamente. O custo de investimento necessário para adoção desta solução eficiente será de cerca de dois meses e meio. É possível concluir, portanto, que é mais vantajoso aplicar medidas eficientes ao nível dos dispositivos que apresentam maiores consumos, visto que apresentam maiores estimativas de poupança.

Da análise ao comportamento dos utilizadores das torneiras de lavatório com os quatro tipos de economizadores instalados, constatou-se que os utilizadores do género feminino são os que apresentam mais facilidade em se adaptar a este tipo de acessórios eficientes, visto não

alterarem os seus hábitos de consumo com a utilização das torneiras de lavatório sem economizadores instalados. Já os utilizadores do género masculino, embora não sendo uma mudança significativa, registaram ligeiras alterações nos seus hábitos de consumo. Concluiu-se ainda que o género feminino é mais sensível à quantidade de caudal debitado pelas torneiras, enquanto o género masculino apresenta maior sensibilidade ao tipo de fluxo debitado.

A análise efetuada ao nível do conforto global relativamente ao caudal debitado pelos economizadores C e D e pelas torneiras dos lavatórios sem economizadores permitiu concluir que a percentagem de utilizadores de ambos os géneros que os caracterizou com algum desconforto foi bastante reduzida, sendo que o caudal debitado pelas torneiras sem economizador apresentou cerca de 5% dos utilizadores que o classificou como sendo desconfortável. Conclui-se assim que o caudal debitado atualmente pelas torneiras dos lavatórios não pode ser considerado como sendo o ideal. A faixa etária dos 51 aos 70 anos foi a que apresentou uma maior satisfação ao nível do conforto provocado pela utilização dos dois economizadores. De acordo com atividade profissional no DECivil, o pessoal não docente foi o que apresentou maior grau de conforto ao utilizar ambos os economizadores.

O tipo de fluxo que apresentou maior conforto com uma percentagem de 50% ou superior, perante todos os utilizadores foi o fluxo laminado, debitado pelo economizador D.

Globalmente, apenas cerca de 10% do total dos utilizadores não concordaria com uma instalação definitiva deste tipo de economizadores, por considerarem que lhes causa algum tipo de desconforto. Existe ainda uma percentagem ligeiramente inferior a 30% que adotaria a instalação dos economizadores C ou D, embora lhes causasse algum tipo de desconforto. Conclui-se assim, que os utilizadores do DECivil já se encontram sensibilizados no que diz respeito a medidas potencialmente redutoras dos consumos de água.

6.2. Trabalhos futuros

Na sequência do trabalho realizado são apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros:

- alargar o estudo desenvolvido a outros departamentos existentes no *campus* da UA;
- estudar a viabilidade da instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) no edifício do DECivil;
- realizar campanhas de sensibilização no âmbito da eficiência hídrica em edifícios escolares e estudar o efeito da sua implementação.

Bibliografia

Bibliografia

- Almeida, M., Vieira, P., Ribeiro, R., (2006). *Uso Eficiente da Água no Sector Urbano* (IRAR, INAG.). Lisboa.
- ANQIP, (2011). ETA 0905 - Especificação Técnica sobre Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC).
- ANQIP, (2012a). ETA 0701- Especificação Técnica sobre Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP).
- ANQIP, (2012b). ETA 0804 - Especificações para atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete.
- ANQIP, (2012c). ETA 0808 - Especificações Técnicas para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros.
- ANQIP, (2014). ETA 0806 - Especificações para atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche.
- ANQIP, (2015). Catálogo de Produtos Certificados.
- APA, (2012). Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água - PNUEA.
- Cardoso, J., (2015). Eficiência energética - Catálogo de Soluções e Produtos.
- Consultoria Solaris, (2014). A gota d'água - Dia Mundial da Água. Acedido a 19/02/2015, disponível em www.solarisconsult.com.br/site/index.php/noticias/21-a-gota-d-agua-dia-mundial-da-agua
- DigitalGlobe, (2015). Google Maps. Acedido a 12/02/2015, disponível em www.google.pt/maps/place/Departamento+de+Engenharia+Civil,+Universidade+de+Aveiro,+3810-193+Aveiro/@40.6295453,-8.6573583,286m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0xd23a2ab79fc1e45:0xd9f74ef0c34d95b8
- Ecocasa, (2015). Água. Acedido a 26/02/2015, disponível em www.ecocasa.org/index.php
- Ecofree, (2013). Produtos. Acedido a 01/03/2015, disponível em www.ecofree.pt/
- Ecofree, (2013a). Catálogo 2013.
- EcoGreen Services, L., West Basian Municipal Water District. (2009). Field Study Findings Report: Restroom Retrofit Self-Closing Sensor Faucet Retrofit - Marriott Hotel, Torrance, California.
- EPA, (2011). Greywater for domestic users : An information guide. *Environment Agency*, 1–30. London, UK.
- ERSAR, (2005). Medidas para um uso mais eficiente da Água. Acedido a 13/02/2015, disponível em www.ersar.pt/website/viewcontent.aspx?name=Medidasparaumuso

maiseficientedaagua

ERSAR, (2009). PEAASAR II: Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013.

FAGAR, (2011). Água no Planeta. Acedido a 12/02/2015, disponível em www.fagar.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=77

Figueiredo, I., (2013). *Avaliação do impacto dos sistemas de certificação hídrica na gestão dos consumos de água - Caso de Estudo: Campus da FCT/UNL*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.

Gauley, B., Koeller, J., (2010). Sensor - Operated Plumbing Fixtures - Do They Save Water? USA.

Gonçalves, P., (2014). *Consumos de Água em Edifícios Universitários: Caso do DECivil da UA*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

Hills, S., Birks, R., McKenzie, B., (2002). The Millennium Dome “Watercycle” experiment: To evaluate water efficiency and customer perception at a recycling scheme for 6 million visitors. *Water Science and Technology*, 46, 233–240.

IWMI, (2007). Water for food, water for life - A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London, UK.

Leitão, A., (2001). Água: um bem cada vez mais escasso. *Revista Ozono*, 1–4.

McDonald, R., Weber, K., Padowski, J., Flörke, M., Schneider, C., Green, P., Montgomery, M., (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global Environmental Change*, 27, 96–105. Elsevier.

Miranda, M., (2012). Sistemas de certificação na Eficiência Hídrica. *XIX Congresso da Ordem dos Engenheiros*, 1–19. Lisboa.

Monte, H., Albuquerque, A., (2013). *Reutilização de águas residuais*. ERSAR. Lisboa.

Neves, M., Bertolo, E., Rossa, S., (2006). Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos. *1^{as} Jornadas de Hidráulica Recursos Hídricos e Ambiente - FEUP*, 37–45.

Neves, M., Silva-Afonso, A., (2010). Especificações Técnicas para o Aproveitamento da Água das Chuvas e das Águas Cinzentas nos Edifícios. *5.^{as} Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente - FEUP*.

Pinto&Braz, (2015). SIGA - Solução Integrada de Gestão de Água. *Plano Estratégico de Redução de Perdas; Detecção E Controlo de Fugas*.

Rito, J., (2013). *Medidas de gestão de eficiência hídrica em empreendimentos turísticos - Caso de estudo Zmar Eco-Campo Resort & Spa*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.

- Rodrigues, C., (2015). *Um Modelo para a Avaliação da Eficiência Hídrica em Edifícios*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, J., (2010). *Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais - Dimensionamento e Aspectos Construtivos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.
- Santos, C., Taveira-Pinto, F., Cheng, C.-Y., Leite, D., (2011). Otimização do consumo de água em edifícios. Implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas. 6.^{as} *Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP*, 88–94.
- Segala, M., (2012). Planeta Sustentável. Acedido a 16/02/2015, disponível em www.planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/populacao-falta-agua-recursos-hidricos-graves-problemas-economicos-politicos-723513.shtml
- Sella, M., (2011). *Reúso de águas cinzas: Avaliação da viabilidade da implementação do sistema em residências*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, T., (2012). *Estudo de viabilidade técnico-económico do aproveitamento das águas em sistemas prediais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologias - Universidade Nova de Lisboa.
- Silva-Afonso, A., (2013). A redução dos consumos de água e a eficiência hídrica. *A Política de Sustentabilidade da ARSC e o Plano Estratégico do Baixo Carbono (PEBC)*.
- Silva-Afonso, A., Pimentel-Rodrigues, C. (2014a). Efeitos da implementação de medidas de eficiência hídrica nos diagramas de consumo em edifícios. *12º Congresso Da Água*.
- Silva-Afonso, A., Pimentel-Rodrigues, C., (2014b). O quarto de banho do futuro: um contributo para a sustentabilidade. *CINCOS'14 - Congresso de Inovação Na Construção Sustentável*. Porto.
- SmartAqua, (2011). Poupe na sua fatura de Água. Acedido a 27/02/2015, disponível em www.smartaqua.pt/
- Vouga, R., (2010). Eficiência Hídrica em Edifícios e Espaços Públicos. Acedido a 27/02/2015, disponível em www.eficienciahidrica.wordpress.com/tag/redutores-de-caudal/
- World Energy Council, (2010). Water for Energy. Acedido a 05/04/2015, disponível em www.worldenergy.org.

Anexos

Anexo A

A.1 Caso de estudo - Escola Básica do 1º Ciclo de Santiago

A.1.1. Caracterização geral do estudo

Com o objetivo de fazer uma análise e posterior avaliação do comportamento de utilizadores com idades inferiores às já estudadas, face à instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios, fez-se um estudo preliminar numa escola com alunos do 1º ciclo. A escola onde se desenvolveu o estudo foi a Escola Básica do 1º Ciclo de Santiago, localizada em Aveiro.

Com este estudo pretendeu-se averiguar se é viável a instalação de economizadores num estabelecimento de ensino com alunos com idades inferiores às já estudadas anteriormente, com o objetivo de alargar o estudo a outras faixas etárias. O estudo incidiu sobre 17 alunos de uma turma do 1º ano, com idades compreendidas entre os 6 e os 7 anos.

Importa referir que, neste estudo, as torneiras existentes na escola eram manuais, ou seja, dispunham de um sistema giratório para a sua utilização, ao contrário do existente no estudo do DECivil, onde as torneiras estudadas eram temporizadas. Neste estudo apenas foi estudado o economizador do tipo D.

Assim, com o presente estudo preliminar foi possível estudar dois parâmetros distintos, a viabilidade da instalação de economizadores em torneiras manuais, assim como uma faixa etária com utilizadores com idades inferiores a 10 anos.

A.1.2. Recolha de dados

O procedimento adotado para a recolha de dados foi efetuado presencialmente junto dos utilizadores, de maneira a contabilizar o tempo gasto com a torneira aberta por utilizador. O tempo gasto em cada utilização foi registado duas vezes, com e sem economizador.

Assim, o estudo foi dividido em duas fases. Na primeira foi solicitado aos utilizadores que lavassem as mãos individualmente num lavatório em que as torneiras não tinham instalado qualquer tipo de economizador. O tempo gasto em cada utilização foi contabilizado através de um cronómetro e registado. Como as torneiras existentes eram manuais com sistema giratório, não foi possível fazer uma caracterização inicial do caudal debitado. Essa caracterização foi feita individualmente para cada utilizador, pois o caudal variava consoante o grau de abertura da torneira. O caudal foi obtido através do registo do volume debitado pela torneira aberta em cada utilização durante um determinado período de tempo. Para se

obter este registo, foi solicitado aos utilizadores para indicarem o momento em que terminassem de lavar as mãos, mantendo a torneira aberta, de maneira a fazer o registo do caudal debitado.

Na segunda fase procedeu-se à instalação do economizador na torneira do lavatório, repetindo-se o mesmo procedimento descrito no parágrafo anterior. Foi apenas solicitado aos utilizadores que lavassem as mãos de maneira exatamente igual à anterior.

Importa referir também que os dados foram registados, em ambas as fases, por utilizador, de maneira a poder fazer-se uma análise comparativa do tempo gasto com a torneira aberta, com e sem economizador.

A.1.3. Análise de resultados

Pela análise dos dados registados, relativamente ao tempo gasto a lavar as mãos por utilizador, foi possível traçar graficamente o comportamento dos utilizadores nas duas situações, com e sem economizador instalado. De notar que, do total de utilizadores em estudo, 82% utilizaram sabão.

Na Figura A.1 encontram-se representados os registos do tempo gasto pelos utilizadores a lavar as mãos, com e sem economizador instalado.

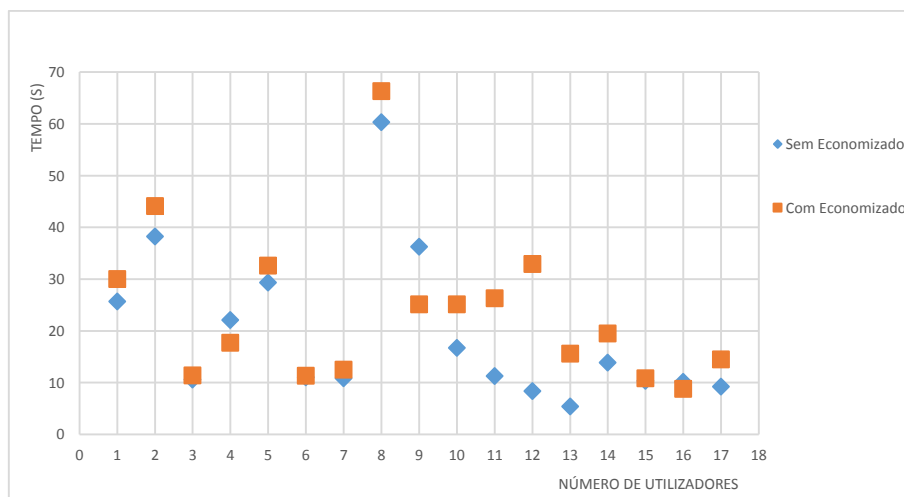


Figura A.1 – Análise do tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por utilizador.

Na Figura A.2 encontram-se representados os registos do tempo gasto pelos utilizadores a lavar as mãos, com e sem economizador instalado, por género.

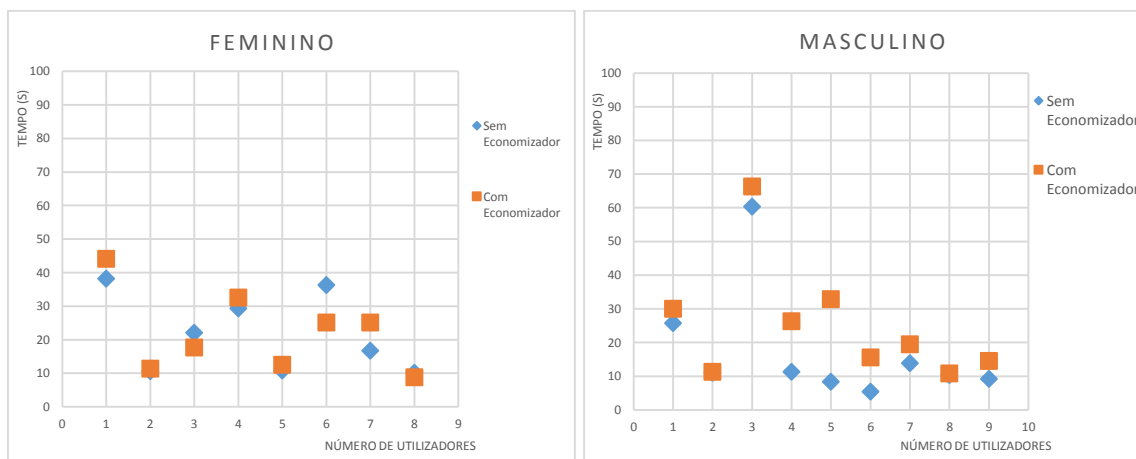


Figura A.2 - Análise do tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por género.

Na Figura A.3 encontra-se representada a variação percentual entre o tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador.

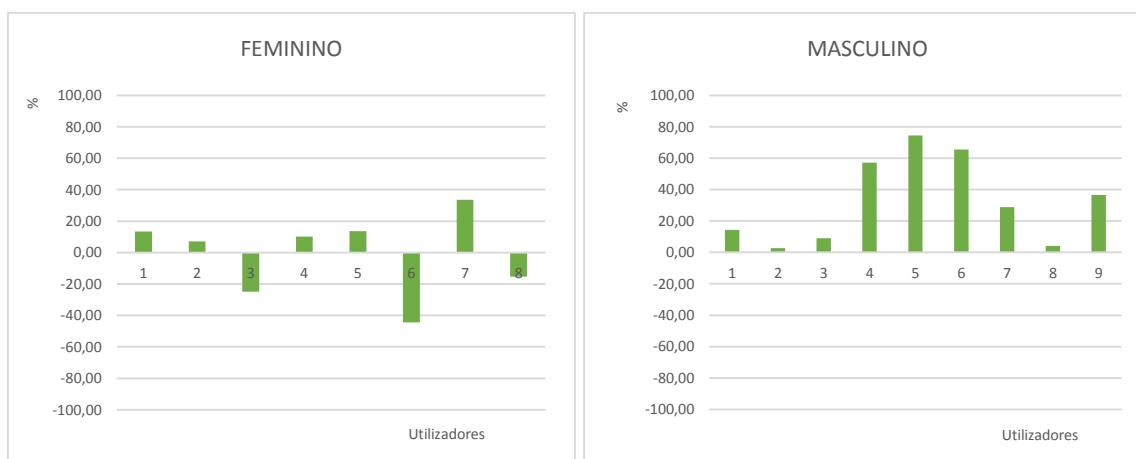


Figura A.3 – Análise da variação percentual entre tempo gasto a lavar as mãos com e sem economizador, por género.

Da análise comparativa entre o comportamento dos utilizadores do género feminino com os utilizadores do género masculino, é possível observar que o género feminino manteve aproximadamente o seu comportamento nas duas situações, enquanto os utilizadores do género masculino já fizeram variar um pouco mais esse comportamento.

Também foi possível observar que todos os utilizadores do género masculino demoraram mais tempo a lavar as mãos na torneira com o economizador instalado. Já no grupo dos utilizadores de género feminino, tal não se verificou. No caso dos utilizadores do género masculino concluiu-se que o tempo gasto a lavar as mãos nas torneiras do lavatório com economizador foi em média, cerca de 32% superior ao tempo utilizado na torneira sem economizador. Já no género feminino essa diferença percentual foi cerca de 1% superior.

Tal como já tinha sido verificado no estudo do DECivil, com utilizadores de faixas etárias acima dos 18 anos, o género masculino é o mais sensível aos economizadores que debitam

um fluxo laminado, como é o caso do economizador aqui estudado, quando comparado com o género feminino.

Através dos registos obtidos do tempo gasto por utilizador para lavar as mãos e do caudal debitado individualmente em cada utilização, procedeu-se ao cálculo do volume de água gasto por utilizador. Na Figura A.4 encontra-se o registo do volume de água gasto por utilizador, nas duas situações em estudo.

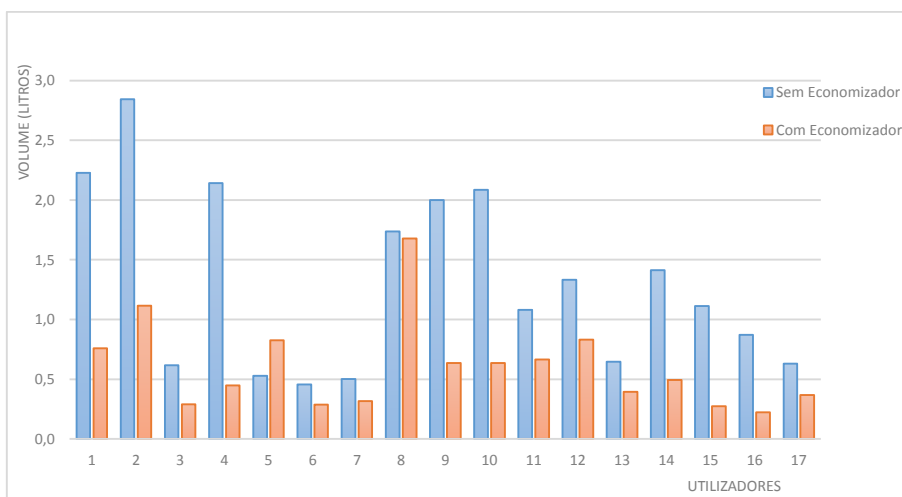


Figura A.4 - Análise do volume de água gasto por utilizador, com e sem economizador.

Da análise do gráfico acima apresentado é possível verificar que praticamente todos os utilizadores obtiveram um gasto de água inferior, quando utilizaram a torneira com economizador. Apenas houve o registo de um utilizador em que tal não se verificou.

Nos gráficos apresentados na Figura A.5 é possível observar os gastos de água obtidos, segundo o género dos utilizadores.

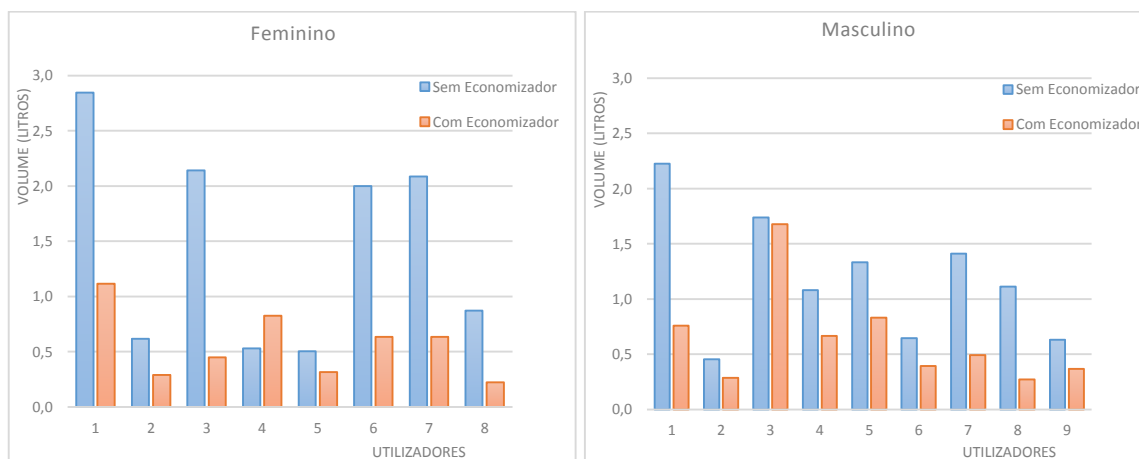


Figura A.5 - Análise do volume de água gasto por utilizador, com e sem economizador, por género.

Verifica-se que os utilizadores do género feminino são os que apresentam reduções nos consumos de água mais significativas, quando se instalou o economizador.

No geral, é possível concluir que a instalação de economizadores nas torneiras dos lavatórios em escolas do 1º Ciclo é uma medida aparentemente eficiente, sendo possível obter poupanças significativas.

Anexo B

B.1. Avaliação do conforto consoante o tipo de economizador

No sentido de alargar a análise do conforto associada aos quatro tipos de economizadores estudados no estudo do DECivil a mais faixas etárias, surgiu fazer-se um estudo preliminar junto de 27 alunos do 3º Ciclo, com idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos. O estudo decorreu nas instalações sanitárias do DECivil.

O procedimento adotado passou por escolher uma instalação sanitária do DECivil que dispunha de cinco torneiras de lavatório. Para tal foi escolhida a IS1 (masculina e feminina). O objetivo foi instalar um tipo de economizador em cada torneira, sendo que ficaria uma sem qualquer tipo de economizador instalado, de maneira avaliar o caudal debitado por ela também. Deste modo, foi possível avaliar cinco tipos de caudal diferentes.

Assim, no primeiro lavatório não se instalou qualquer tipo de economizador, já nos restantes quatro procedeu-se à instalação dos economizadores por ordem decrescente do caudal debitado, de maneira a que a diminuição do caudal debitado em cada lavatório fosse gradual.

O procedimento da monitorização passou por pedir aos alunos que individualmente, pressionassem as torneiras de cada lavatório, sequencialmente por ordem decrescente do caudal debitado e sentissem o caudal colocando as mãos sobre a água debitada, sem as lavar. No fim de passarem por todos os lavatórios, foi-lhes perguntado qual o caudal que lhes causou maior sensação de conforto, sendo que as respostas foram registadas e tratadas posteriormente.

Na Figura B.1 encontra-se a análise do caudal associado a cada economizador e para a situação sem economizador que causou maior sensação de conforto nos utilizadores, consoante o género.

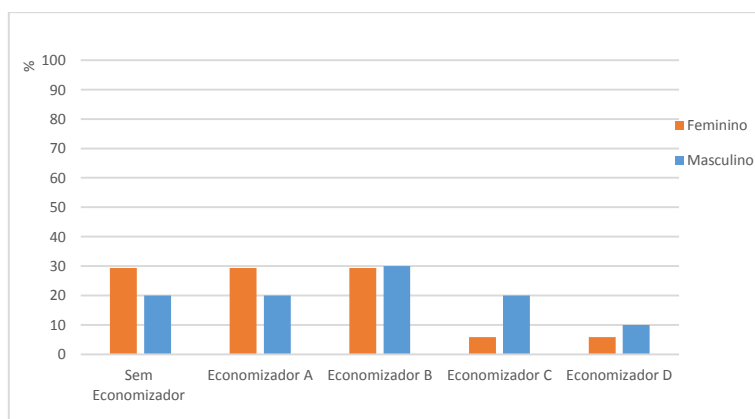


Figura B.1 – Análise do conforto causado pelo caudal debitado com e sem economizadores, por género.

Da análise do gráfico pode concluir-se que o género feminino mostrou-se mais sensível à redução de caudal, pela reduzida preferência sobre os economizadores C e D, que debitaram um caudal inferior. Quanto ao género masculino as opiniões foram bastante divergentes.

No gráfico da

Figura B.2 encontra-se uma análise global do caudal que causou maior sensação de conforto.

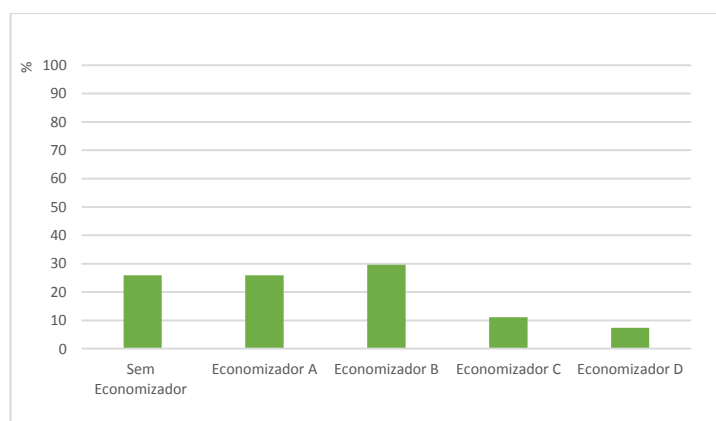


Figura B.2 – Análise do conforto global causado pelo caudal debitado com e sem economizadores.

Pela análise do gráfico pode concluir-se que não houve um significativo destaque para nenhum tipo de caudal associado a um tipo de economizador, nem para o caso do caudal debitado pela torneira sem economizador. Pode concluir-se, contudo, que o caudal debitado pelo lavatório que se encontrava sem economizador também não liderou a preferência dos utilizadores. Com isto conclui-se que o atual caudal debitado pelas torneiras não corresponde ao ótimo, pelo que esta conclusão pode considerar-se favorável pelo ponto de vista do binómio eficiência hídrica-conforto.

No entanto, importa referir que este estudo é apenas um estudo preliminar, sendo que o estudo do DECivil, apresentado anteriormente é muito mais completo por ter sido desenvolvido num período bastante mais alargado, assim como perante um maior número de utilizadores.

