



**ipb**

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

# **Avaliação do potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança: o caso do Centro Escolar da Sé**

**Tiago Joel Silva Moraes**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e Gestão para  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção

Orientadora: Professora Doutora Flora Cristina Meireles Silva

Coorientador: Professor Doutor António João Carvalho de Albuquerque

**Bragança, julho de 2019**

## Agradecimentos

A realização da presente dissertação de mestrado foi possível com um conjunto de apoios institucionais e pessoais que merecem ser reconhecidos.

Os apoios institucionais devem-se ao Instituto Politécnico de Bragança, em particular à Escola Superior de Tecnologia e Gestão e à Câmara Municipal de Bragança, em especial ao Eng.º Vítor Padrão, pelo interesse no estudo e disponibilização de material necessário para realização do trabalho e ao Eng.º Alexandre, pela disponibilidade na explicação do sistema de rega do Centro Escolar.

Ao Diretor do Agrupamento de Escolas Emídio Garcia, Professor Eduardo Santos, e à Coordenadora do Centro Escolar da Sé, Professora Florinda Reis, pela receção inicial, simpatia e disponibilidade para ajudar no que fosse necessário para o bom desenvolvimento do caso de estudo. Agradeço também aos funcionários docentes e não docentes pelas respostas dadas aos questionários referentes aos hábitos de “Consumo de água no Centro Escolar” e informações que foram sendo necessárias.

No que refere aos apoios pessoais, os meus sinceros e estimados agradecimentos à Professora Doutora Flora Silva, orientadora desta dissertação, pela simpatia, disponibilidade demonstrada ao longo destes meses, pelo seu apoio e incentivo diários, pelas sugestões, interrogações e conhecimentos que contribuíram para a elaboração deste trabalho. Foi simplesmente fantástica e foi um prazer enorme trabalhar com a Professora, pois nunca seria possível a concretização deste trabalho sem o seu apoio. Como lhe disse várias vezes “... não me diga nada Professora...”, ficará uma amizade para sempre, um muito obrigado! Foi com orgulho que realizei este trabalho com a Professora e não me vou esquecer da frase que sempre me disse “Tiago, não se preocupe que vai tudo correr bem”.

Um especial agradecimento ao Professor Doutor António Albuquerque, docente da Universidade da Beira Interior, na qualidade de coorientador científico desta dissertação, pelo apoio e sugestões.

À Professora Doutora Paula Barros, pelas suas sugestões, opiniões e incentivo, sempre acompanhados de boa disposição.

À minha namorada por me “aturar” diariamente (o que não é fácil), por me apoiar em todos os momentos, por me dar força a toda a hora, por me incentivar sempre, por me ter ajudado a ultrapassar os maiores obstáculos sempre com muito amor. A ela devo parte da conclusão deste trabalho, pois foi o meu grande pilar para que isto fosse possível.

Expresso um profundo agradecimento à minha família, em especial aos meus pais, pela confiança que depositaram em mim e por me terem ajudado a alcançar os meus objetivos. É um “presente” que quero dedicar ao meu pai, pois foi um ano muito difícil... termino este trabalho na mesma altura em que o meu pai termina os tratamentos... prometi que não iria falhar. À minha mãe, que sempre foi a pessoa que mais acreditou em mim e se esforçou para que eu conseguisse atingir os meus objetivos. Nunca vou conseguir agradecer-lhe, devo-lhe tudo!

Agradeço também ao meu irmão e à minha linda sobrinha por toda a força dada.

Ao meu amigo e “patrão” Hugo Rodrigues, que ajustou o meu horário para que fosse possível a realização desta dissertação. Um muito obrigado por tudo o que fez por mim e pela compreensão demonstrada. Sempre senti que queria o meu sucesso.

Aos meus amigos, Pedro Mesquita, Márcio Alves, Pedro Diegues, Luís Fernandes, David Afonso, Mariana Rodrigues, Leonardo Ferreira, Delfim Ferreira, Ruben Quinones, Luís Pinto e Pedro Fontes, pelo incentivo e apoio sempre que precisei. Um obrigado de coração.

E por fim, à Dona Altina, um muito obrigado pela força e carinho sempre dados.

## **Resumo**

O presente estudo avalia o potencial de eficiência hídrica no Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança, propondo soluções (4 opções) para redução do consumo de água potável e fazendo um estudo de viabilidade técnica e económica a 9 cenários.

Nas duas primeiras opções (3 cenários) propõe-se a regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização. Na terceira opção (3 cenários) potencia-se o aproveitamento de águas pluviais, e na quarta opção (3 cenários) propõe-se a reutilização de águas cinzentas. A mudança de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega foi também analisada.

Qualquer uma das quatro opções estudadas pode ser técnica e economicamente implementada, levando a uma redução considerável na fatura da água e da energia. O cenário de aproveitamento de águas pluviais para abastecimento de autoclismos, aliado à implementação de torneiras eficientes, permite obter uma poupança de água de 71,1% e um período de retorno do investimento de 6 anos, alcançando-se em 15 anos uma poupança acumulada de 70 000,00 €.

Assim, a adoção de medidas para um uso eficiente da água no Centro Escolar, poderá constituir uma mais valia em termos económicos para o Município, bem como contribuir para minimizar os riscos de escassez hídrica na região.

## **Palavras-chave**

Eficiência hídrica; Centros Escolares; Viabilidade técnico-económica.

## **Abstract**

This study evaluates the potential of water efficiency at the Sé School Center in the city of Bragança, proposing solutions (4 options) to reduce the consumption of potable water and making a study of technical and economic feasibility for 9 scenarios.

In the first two options (3 scenarios) it is proposed the regulation, placement of accessories and replacement of water using devices. The third option (3 scenarios) enhances the use of rainwater, and the fourth option (3 scenarios) proposes the reuse of greywater. The change in irrigation behavior due to changes in water intensity or irrigation periods was also analysed.

Any of the four studied options can be technically and economically implemented, leading to a considerable reduction in the water invoice. The scenario of rainwater reuse to supply flushing cisterns, allied to the implementation of efficient taps, allows a water saving of 71.1% and a 6 years return period of investment, achieving in 15 years an accumulated savings of € 70,000.00.

Thus, the adoption of measures for an efficient use of water in the School Center, may constitute a more economic value to the Municipality, as well as contribute to minimize the risks of water shortage in the region.

## **Keywords**

Water efficiency; School Centers; Technical and economic feasibility.

# Índice

Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract .....	v
Índice.....	vi
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Nomenclatura .....	xiii
<b>Capítulo 1</b> .....	1
Introdução .....	1
1.1. Enquadramento e justificação do tema.....	1
1.2. Objetivos .....	4
1.3. Descrição do plano de trabalhos.....	5
1.4. Estrutura da dissertação.....	5
<b>Capítulo 2</b> .....	7
Eficiência hídrica em edifícios como contributo para a sustentabilidade .....	7
2.1. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água .....	7
2.2. O princípio dos 5R .....	15
2.2.1. Redução de consumos. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos.....	16
2.2.2. Utilização de redutores de caudal.....	22
2.2.3. Redução das perdas e dos desperdícios .....	24
2.2.4. Reutilização e reciclagem de águas residuais.....	24
2.2.5. Recurso a origens alternativas: aproveitamento de águas pluviais .....	31
2.3. Sistemas prediais de água: legislação em vigor .....	40
2.3.1. Dimensionamento de sistemas prediais de distribuição de água.....	41
2.3.1.1. Caudais instantâneos .....	42
2.3.1.2. Caudais de cálculo.....	42
2.3.1.3. Dimensionamento das tubagens .....	43
2.3.1.4. Verificação das condições de pressão .....	45
2.3.1.5. Dimensionamento de bombas .....	45
2.3.2. Dimensionamento de sistemas prediais de drenagem de águas residuais .....	47
2.3.2.1. Caudais de descarga .....	48
2.3.2.2. Caudais de cálculo.....	48
2.3.2.3. Capacidade de autolimpeza das tubagens .....	49
2.3.2.4. Ramais de descarga .....	50

2.3.2.5. Ramais de ventilação.....	51
2.3.2.6. Tubos de queda.....	51
2.3.2.7. Coletores prediais .....	52
2.3.2.8. Ramais de ligação.....	52
2.3.3. Dimensionamento de sistemas prediais de drenagem de águas pluviais.....	53
2.3.3.1. Caudais de cálculo.....	53
2.3.3.2. Caleiras e algerozes .....	54
2.3.3.3. Tubos de queda.....	55
2.3.3.4. Coletores prediais .....	56
2.3.3.5. Ramais de ligação.....	56
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>57</b>
Material e Métodos .....	57
3.1. Descrição do Centro Escolar da Sé .....	57
3.2. Caracterização dos aparelhos sanitários e dispositivos de utilização .....	59
3.2.1. Medições efetuadas nos dispositivos de utilização .....	60
3.3. Proposta de soluções para redução do consumo de água potável .....	65
3.3.1. Consumo de água no edifício .....	65
3.3.2. Soluções para redução do consumo de água .....	68
3.3.2.1. Descrição das soluções propostas.....	70
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>74</b>
Resultados e Discussão .....	74
4.1. Análise da viabilidade técnico-económica das soluções propostas.....	74
4.1.1. Viabilidade técnica.....	74
4.1.2. Viabilidade económica.....	75
4.1.2.1. Custos de investimento inicial.....	77
4.1.2.2. Custos e exigências de exploração .....	78
4.1.2.3. Redução no valor da fatura.....	78
4.1.2.3. Período de retorno do investimento.....	80
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>91</b>
Conclusões e Proposta para trabalhos futuros.....	91
5.1. Conclusões .....	91
5.2. Proposta para trabalhos futuros .....	92
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>93</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>98</b>
Anexo I: Questionários.....	99
Anexo II: Dados de Precipitação.....	104
Anexo III: Fichas técnicas de torneiras .....	107

Anexo IV: Dimensões de tubagens .....	111
Anexo V: Dimensionamento das redes prediais.....	113
Anexo VI: Peças desenhadas.....	116
Anexo VII: Fichas técnicas de reservatórios e bomba .....	127
Anexo VIII: Volumes de água poupada.....	132
Anexo IX: Poupança de água.....	136
Anexo X: Período de retorno do investimento.....	146

# Lista de Figuras

<b>Figura 1.1:</b> Percentagem afeta a cada uso em centros escolares (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017). .....	4
<b>Figura 2.1:</b> Metas do PNUEA para 2020 (APA, 2012). .....	9
<b>Figura 2.2:</b> Número de medidas por setor.....	10
<b>Figura 2.3:</b> O princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.....	15
<b>Figura 2.4:</b> Rótulo ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, <a href="http://www.anqip.pt">www.anqip.pt</a> ). .....	17
<b>Figura 2.5:</b> Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; Pimentel-Rodrigues, 2008; ANQIP, <a href="http://www.anqip.pt">www.anqip.pt</a> ). .....	17
<b>Figura 2.6:</b> Exemplos de redutores de caudal (ANQIP, <a href="http://www.anqip.pt">www.anqip.pt</a> ). .....	23
<b>Figura 2.7:</b> Exemplo esquemático de um SPRAC (Ecodepur, <a href="http://www.ecodepur.pt">www.ecodepur.pt</a> ). .....	30
<b>Figura 2.8:</b> Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos alimentados pelo SAAP (ANQIP ETA, 0701, 2013). .....	37
<b>Figura 2.9:</b> Exemplo esquemático de um SAAP (Ecodepur, <a href="http://www.ecodepur.pt">www.ecodepur.pt</a> ). .....	39
<b>Figura 2.10:</b> Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (nível de conforto médio) (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto). .....	43
<b>Figura 2.11:</b> Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto). .....	49
<b>Figura 2.12:</b> Regiões pluviométricas (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto). .....	53
<b>Figura 3.1:</b> Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança: <b>(a)</b> Entrada principal do edifício; <b>(b)</b> Alçado Norte do edifício. ....	57
<b>Figura 3.2:</b> Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança (Fotografia aérea) (Google Maps, <a href="http://www.google.pt/maps">www.google.pt/maps</a> ). .....	58
<b>Figura 3.3:</b> Medição de caudal debitado por torneira de lavatório. ....	60
<b>Figura 3.4:</b> Medição de caudal debitado por torneira de: <b>(a)</b> Refeitório; <b>(b)</b> Sala de convívio. ....	61
<b>Figura 3.5:</b> Medição de volume de descarga dos autoclismos: <b>(a)</b> Bacia de retrete com autoclismo; <b>(b)</b> Abertura da caixa de inspeção; <b>(c)</b> Recolha da água residual proveniente da descarga; <b>(d)</b> Medição do volume de descarga. ....	62
<b>Figura 3.6:</b> Medição do volume de descarga dos urinóis.....	63
<b>Figura 3.7:</b> Sistema de rega: <b>(a)</b> Aspensor; <b>(b)</b> Em funcionamento. ....	64
<b>Figura 3.8:</b> Leitura de água no contador: <b>(a)</b> Antes do ciclo de rega; <b>(b)</b> Depois do ciclo de rega.....	65
<b>Figura 3.9:</b> Distribuição do consumo de água: <b>(a)</b> Mês típico; <b>(b)</b> Mês com rega. ....	65
<b>Figura 3.10:</b> Concelhos de: <b>(a)</b> Bragança; <b>(b)</b> Fundão; <b>(c)</b> Faro.....	66
<b>Figura 3.11:</b> Aplicação do princípio dos 5R da eficiência hídrica no Centro Escolar. ....	68
<b>Figura 3.12:</b> Dispositivo: <b>(a)</b> Sem redutor de caudal; <b>(b)</b> Com redutor de caudal.....	70

<b>Figura 4.1:</b> Estimativa da poupança anual de água potável, sem rega, nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro.....	79
<b>Figura 4.2:</b> Estimativa da poupança anual de água potável, com rega, nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro.....	79
<b>Figura 4.3:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 1. ....	81
<b>Figura 4.4:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.1.....	82
<b>Figura 4.5:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.2.....	83
<b>Figura 4.6:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.1.....	84
<b>Figura 4.7:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.2.....	85
<b>Figura 4.8:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.3.....	86
<b>Figura 4.9:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.1.....	87
<b>Figura 4.10:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.2.....	88
<b>Figura 4.11:</b> Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.3.....	89

# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.1:</b> Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017). .....	3
<b>Tabela 1.2:</b> Plano de trabalhos. ....	5
<b>Tabela 2.1:</b> Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica normal (APA, 2012). .....	10
<b>Tabela 2.2:</b> Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação de escassez hídrica (seca) (APA, 2012). ....	14
<b>Tabela 2.3:</b> Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0804, 2013; ANQIP, ETA 0805, 2013; Pimentel-Rodrigues, 2008). .....	19
<b>Tabela 2.4:</b> Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de lavatório (residências) (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2013; ANQIP, ETA 0809, 2013). .....	21
<b>Tabela 2.5:</b> Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de cozinha (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2013; ANQIP, ETA 0809, 2013). ....	21
<b>Tabela 2.6:</b> Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de fluxómetros de mictório (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017). .....	22
<b>Tabela 2.7:</b> Balanço hídrico em edifícios residenciais com reutilização de águas cinzentas (valores médios em litros por habitante e por dia) (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013). .....	25
<b>Tabela 2.8:</b> Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013). ....	26
<b>Tabela 2.9:</b> Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013). ....	27
<b>Tabela 2.10:</b> Tolerâncias relativamente ao VMA (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013). .....	27
<b>Tabela 2.11:</b> Número de análises sucessivas conformes nas diversas fases do SPRAC (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013). ....	28
<b>Tabela 2.12:</b> Consumos anuais e unitários por dispositivo ou utilização, a considerar para o dimensionamento de SAAP (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017). .....	35
<b>Tabela 2.13:</b> Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0701, 2013). ....	39
<b>Tabela 2.14:</b> Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às laterações climáticas (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017). ....	41
<b>Tabela 2.15:</b> Valores dos parâmetros a, b (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto). 54	
<b>Tabela 3.1:</b> Número de utilizadores do Centro Escolar da Sé em diferentes anos letivos. ....	59
<b>Tabela 3.2:</b> Aparelhos sanitários e dispositivos de utilização do Centro Escolar. ....	59
<b>Tabela 3.3:</b> Resultado médio das medições efetuadas "in situ" em torneiras de lavatório. ....	60
<b>Tabela 3.4:</b> Resultado médio das medições efetuadas "in situ" em torneiras de cozinha. ....	61
<b>Tabela 3.5:</b> Resultado médio das medições efetuadas "in situ" nos autoclismos. ....	62

<b>Tabela 3.6:</b> Resultado médio das medições efetuadas "in situ" nos urinóis. ....	63
<b>Tabela 3.7:</b> Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Bragança (CMB, 2019). ....	66
<b>Tabela 3.8:</b> Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Bragança (CMB, 2019). ....	66
<b>Tabela 3.9:</b> Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Fundão (ERSAR, 2019). ....	67
<b>Tabela 3.10:</b> Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Fundão (ERSAR, 2019). ....	67
<b>Tabela 3.11:</b> Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Faro (FAGAR, 2019). ....	67
<b>Tabela 3.12:</b> Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Faro (FAGAR, 2019). ....	67
<b>Tabela 3.13:</b> Soluções propostas para redução do consumo de água potável no Centro Escolar. ....	69
<b>Tabela 4.1:</b> Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada opção (sem rega). ....	76
<b>Tabela 4.2:</b> Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada opção (com rega). ....	76
<b>Tabela 4.3:</b> Custos de investimento inicial para cada opção. ....	77
<b>Tabela 4.4:</b> Período de retorno do investimento no concelho de Bragança para cada opção. ....	80
<b>Tabela 4.5:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 1. ....	81
<b>Tabela 4.6:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.1. ....	82
<b>Tabela 4.7:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.2. ....	83
<b>Tabela 4.8:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.1. ....	84
<b>Tabela 4.9:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.2. ....	85
<b>Tabela 4.10:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.3. ....	86
<b>Tabela 4.11:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.1. ....	87
<b>Tabela 4.12:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.2. ....	88
<b>Tabela 4.13:</b> Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.3. ....	89

# Lista de Nomenclatura

## Abreviaturas

ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
ATL	Atividades de Tempos Livres
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
Br	Bacia de retrete
CESé	Centro Escolar da Sé
CI	Caixa de Inspeção
CMB	Câmara Municipal de Bragança
DQA	Diretiva Quadro da Água
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA	Especificação Técnica ANQIP
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FAGAR	Faro, Gestão de águas e Resíduos
GEE	Gases de Efeito de Estufa
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
IS	Instalação Sanitária
Lv	Lavatório
min	Mínuto
NP	Norma Portuguesa
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PSA	Plano de Segurança da Água
PVC	Policloreto de Vinilo
SAAP	Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SPRAC	Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas
TQ	Tubo de queda
UFC	Unidades Formadoras de Colónia
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
UV	Radiações ultravioleta
VMA	Valor máximo admissível
VMR	Valor máximo recomendado
XPS	Poliestireno Extrudido

$s$	Desvio padrão
$\bar{x}$	Média

## Símbolos

A	Área de captação; Secção de passagem ocupada pelo fluido; Área a drenar	$L^2$
a, b	Constantes dependentes do período de retorno	-
C	Coefficiente de escoamento	-
$C_{AE}$	Consumo anual estimado	$L^3$
D	Diâmetro; Diâmetro interior do tubo de queda	L
$D_i$	Diâmetro do coletor	L
DN	Diâmetro nominal	L
g	Aceleração da gravidade	$L/T^2$
H	Altura manométrica total; Carga no tubo de queda	L; L
$H_a$	Altura manométrica de aspiração	L
$H_c$	Altura manométrica de compressão	L
$H_e$	Carga à entrada na bomba	L
$H_s$	Carga à saída da bomba	L
$H_{TOTAL}$	Altura total	L
i	Inclinação da tubagem	L/L
I	Intensidade de precipitação	$L/T$ ; $L/TL^2$
J	Perda de carga unitária	L/L
$K_s$	Rugosidade da tubagem	$L^{1/3}/T$
N	Número máximo de dias de retenção da água na cisterna	-
P	Pluviosidade; Altura de precipitação acumulada no período considerado; Potência	L; L; $ML^2T^{-3}$
$P_d$	Pressão disponível na rede pública de distribuição, à entrada do edifício	$ML^{-1}T^{-2}$
$P_m$	Pressão a montante	$ML^{-1}T^{-2}$
$P_x$	Pressão disponível no ponto considerado	$ML^{-1}T^{-2}$
Q	Caudal; Caudal escoado	$L^3/T$
$Q_a$	Caudal acumulado	$L^3/T$
$Q_c$	Caudal de cálculo	$L^3/T$
$R_h$	Raio hidráulico	L

s	Secção de passagem do fluido escoado	$L^2$
t	Duração da precipitação	T
$t_s$	Taxa de ocupação	-
U	Número de habitantes, utentes ou operários	-
v	Velocidade de escoamento; Velocidade do líquido à entrada na bomba	L/T
V	Volume	$L^3$
$v_1$	Velocidade do líquido à saída da bomba	L/T
$V_1$	Volume aproveitável	$L^3$
$v_2$	Velocidade do líquido à saída do troço de compressão	L/T
$V_2$	Volume consumido	$L^3$
$V_a$	Volume anual de água da chuva aproveitável	$L^3$
$V_d$	Volume a desviar do sistema	$L^3$
x; $c_s$	Coefficiente de simultaneidade	-
$Z_a$	Desnível geométrico entre a superfície do líquido e a entrada na bomba	L
$Z_c$	Desnível geométrico entre a saída da bomba e a saída do troço de compressão	L
$Z_n$	Diferença de cota entre o ponto x e a rede pública de distribuição	L
$\alpha$	Entrada em aresta viva no tubo de queda ou entrada em aresta cónica no tubo de queda	-
$\gamma$	Peso volúmico	$M/(L^2T^2)$
$\gamma_{rs}$	Peso específico da água residual	$M/(L^2T^2)$
$\Delta H_a$	Perda de carga na tubagem de aspiração	L
$\Delta H_c$	Perda de carga na tubagem de compressão	L
$\Delta H_T$	Perdas de carga totais	L
$\eta$	Rendimento	-
$\eta_f$	Eficiência hidráulica da filtragem	-
$\tau$	Tensão de arrastamento	$ML^{-1}T^{-2}$

# Capítulo 1

## Introdução

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

### 1.1. Enquadramento e justificação do tema

A água é o recurso natural mais valioso do planeta, pelo que a sua conservação constitui um dos mais importantes pilares do desenvolvimento sustentável (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

Os recursos hídricos de uma região dependem do seu clima (precipitação atmosférica, temperatura e evapotranspiração), mas também da afluência de água proveniente de bacias hidrográficas, que podem ser partilhadas com outros países. Existem determinadas situações que podem gerar sérios desequilíbrios entre necessidades e disponibilidades de água, que podem alcançar níveis graves em anos de uma anormal escassez de precipitação. De referir que a disponibilidade de recursos hídricos varia no tempo e no espaço e as necessidades de água para as atividades humanas também não são constantes. Estes desequilíbrios quantitativos entre a procura e a disponibilidade de água, são acentuados pela degradação da qualidade das águas naturais, decorrente de insuficiente controlo da poluição antropogénica, o que introduz limitações ao aproveitamento de alguns recursos naturais (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

A escassez de água para consumo humano é considerada um problema que tem vindo a aumentar em todo o Mundo, referindo-se como origem da escassez hídrica, a sobre-exploração dos recursos hídricos e as recorrentes secas, situação que resulta em graves

consequências ambientais, sociais e económicas (Santos, 2008). Estima-se que 40% da população do Mundo vive em áreas com *stress* hídrico, percentagem que terá tendência a subir para cerca de 65% até 2025, abrangendo, em grande parte, a bacia mediterrânica (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2011).

O uso eficiente de água, sem condicionar a eficácia da sua utilização ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconómico, pode reduzir os volumes utilizados e contribuir para os objetivos de sustentabilidade (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A eficiência hídrica<sup>1</sup>, para o cidadão em geral, permite uma redução dos encargos com a utilização da água, correspondendo ainda a uma obrigação do País, em termos de legislação comunitária, sobretudo da Diretiva Quadro da Água (DQA)<sup>2</sup>, em termos da conservação da água.

As políticas de uso eficiente da água são, cada vez mais importantes e podem ser resumidas pelo princípio dos 5R (Reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar a água; reciclar a água e recorrer a origens alternativas) (Silva-Afonso, 2009). A certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos<sup>3</sup> e de edifícios e o aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas são medidas essenciais para os edifícios, dentro do princípio dos 5R e que já foram desenvolvidos em Portugal pela ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.

Deste modo, face à previsão de escassez de água a curto/médio prazo na maior parte do País, as medidas conducentes a um uso eficiente de água nos setores urbano, industrial e agrícola, definidas no PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (APA, 2012), devem tornar-se prioritárias em Portugal (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Entre as ações propostas no PNUEA (APA, 2012), e reforçadas por Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), podem referir-se diversas medidas aplicáveis no ciclo predial

---

<sup>1</sup> Relação existente entre a quantidade de água estritamente necessária para satisfazer um determinado fim e a quantidade de água efetivamente gasta para o efeito. Implica também um aproveitamento e uma gestão adequada de origens alternativas de água, em função das diferentes utilizações (Aqua eXperience, [www.aquaexperience.pt](http://www.aquaexperience.pt)).

<sup>2</sup> A Diretiva Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro) é o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, estabelecendo um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho (Agência Portuguesa do Ambiente, [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)).

<sup>3</sup> O sistema voluntário de certificação e rotulagem de produtos é um exemplo das medidas implementadas (Silva-Afonso & Abrantes, 2008).

de água (usos interiores e exteriores) no âmbito do aproveitamento de águas pluviais e da reutilização de águas cinzentas como, por exemplo, a “reutilização ou uso de água de qualidade inferior”, a “utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos”, a “utilização de água da chuva em jardins e similares” ou a “utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água”. Assim, de acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), estas “fontes internas” “de água não potável podem evitar o fornecimento de água potável para alguns usos específicos em edifícios, permitindo, para além da redução da água captada (e da pressão sobre as massas de água), uma redução nos consumos energéticos e nas emissões” de gases de efeito de estufa (GEE). O estudo da utilização de fontes de água não potável em edifícios tem tido, segundo Silva-Afonso e Pimentel Rodrigues (2017) “assinalável desenvolvimento em diversos países”, como mostram alguns estudos (Abrantes, Silva & Albuquerque, 2018a, 2018b; Abrantes, 2017; Teixeira, 2013; Matos & Bentes, 2011; Reis & Ilha, 2011; Santos, Taveira-Pinto, Cheng & Leite, 2011; Silva-Afonso, Pimentel-Rodrigues & Lança, 2011; Barreto & Pedroso, 2011; Pedroso, 2009).

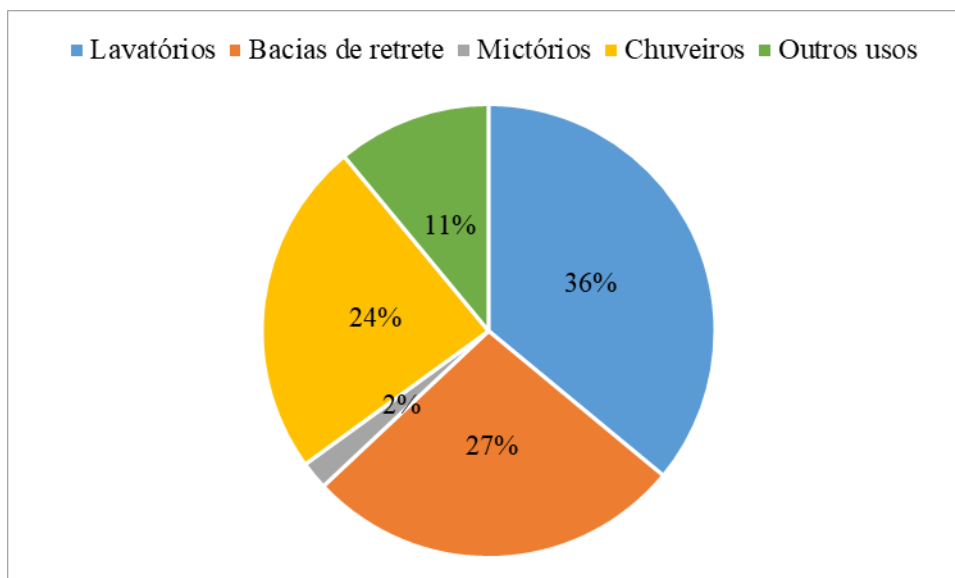
Na **Tabela 1.1**, apresentam-se os consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais, obtidos em resultado de auditorias realizadas pela ANQIP.

**Tabela 1.1:** Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

<b>Tipo de edifício</b>	<b>Consumo total (L/utilizador.dia) (*)</b>
Administrativo	30
Piscinas públicas	70
Pavilhões desportivos	20
<b>Centros Escolares</b>	<b>20</b>

(\*) Inclui funcionários e utentes.

Existem estudos em Portugal sobre eficiência hídrica em edifícios não residenciais (Meireles, Gonçalves, Sousa & Silva-Afonso, 2014), que poderão auxiliar na construção de diagramas de consumo, tal como é apresentado na **Figura 1.1**, apresentada em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017).



**Figura 1.1:** Percentagem afeta a cada uso em centros escolares (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

Assim, em conformidade com o referido anteriormente e dado o elevado consumo de água no Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança (CESé), equacionou-se, realizar um estudo, potenciando a utilização mais eficiente da água, com recurso a produtos e tecnologias que permitam o mesmo uso (com a mesma qualidade, segurança e conforto) utilizando menos água, em comparação com produtos convencionais. Equacionou-se ainda, o recurso a origens alternativas de água, como por exemplo, o aproveitamento de águas pluviais e a reutilização de águas cinzentas. De acordo com as recomendações do PNUEA (APA, 2012), a alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega foi também equacionada.

## 1.2. Objetivos

O presente trabalho de investigação tem como objetivo avaliar o potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança (Centro Escolar da Sé), com interesse para o Município. São propostas medidas para redução do consumo de água potável e cenários para o aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas.

Mostra-se ainda a viabilidade técnica e económica das soluções apresentadas e uma comparação dessas soluções em outras zonas do país.

### 1.3. Descrição do plano de trabalhos

Para a concretização dos objetivos propostos elaborou-se um Plano de Trabalhos que inclui quatro fases, apresentadas na **Tabela 1.2**.

**Tabela 1.2:** Plano de trabalhos.

Fases	Tipo de Trabalho	Descrição	Período de Tempo
I		Revisão bibliográfica sobre o tema	outubro a dezembro de 2018
II	Recolha de dados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantas das redes de distribuição de água, drenagem de águas residuais e pluviais</li><li>• Consumo de água no CESé</li><li>• Tarifários em vigor</li><li>• Número de utilizadores e frequência de utilização</li><li>• Aplicação de questionários</li><li>• Entrevistas e observação</li><li>• Monitorização direta a dispositivos de utilização e ao sistema de rega</li></ul>	janeiro a março de 2019
III	Trabalho experimental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Delineação de propostas para a eficiência hídrica no edifício</li><li>• Pedido de orçamentos</li><li>• Análise da viabilidade técnica e económica das soluções propostas</li></ul>	março a maio de 2019
IV		Redação do trabalho	novembro de 2018 a junho de 2019

### 1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em **cinco capítulos** e **dez anexos**.

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

O **Capítulo 2** constitui a parte de revisão bibliográfica deste estudo, focando a questão da eficiência hídrica em edifícios como contributo para a sustentabilidade. Apresentam-se

as diretrizes para o setor urbano definidas no Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) (implementação 2012-2020), o princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios, e a legislação em vigor e critérios para o dimensionamento de sistemas prediais de água, nomeadamente sistemas prediais de distribuição de água, de drenagem de águas residuais e pluviais.

No **Capítulo 3**, Material e Métodos, é descrito o CESé, bem como feita uma caracterização dos aparelhos sanitários e dispositivos de utilização presentes no Centro Escolar e apresentadas soluções para redução do consumo de água potável.

No **Capítulo 4**, Resultados e Discussão, foi realizada uma análise da viabilidade técnica e económica das soluções apresentadas.

As principais Conclusões e Proposta para trabalhos futuros são apresentadas no **Capítulo 5**, listando-se no final, as Referências bibliográficas utilizadas.

O **Anexo I** apresenta os Questionários aplicados no CESé. Os dados de precipitação são apresentados no **Anexo II**. No **Anexo III** apresentam-se as Fichas técnicas de torneiras. As dimensões das tubagens são apresentadas no **Anexo IV**, o dimensionamento das redes prediais no **Anexo V** e as peças desenhadas no **Anexo VI**. No **Anexo VII** apresentam-se as Fichas Técnicas do reservatório para o Aproveitamento de Águas Pluviais, do Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas e da bomba. Os volumes de água para armazenamento são apresentados no **Anexo VIII**, a poupança de água no **Anexo IX** e no **Anexo X** o período de retorno do investimento.

# Capítulo 2

## Eficiência hídrica em edifícios como contributo para a sustentabilidade

No presente capítulo apresentam-se as diretrizes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (implementação 2012-2020), apresentando as medidas para o setor predial e que têm vindo a ser desenvolvidas e impulsionadas, desde 2008, pela ANQIP. É apresentado o princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios, focando-se a:

- Redução de consumos. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica (Autoclismos; Torneiras e fluxómetros de mictórios);
- Utilização de redutores de caudal;
- Redução das perdas e dos desperdícios;
- Reutilização e reciclagem de águas residuais;
- Recurso a origens alternativas: aproveitamento de águas pluviais.

São ainda referidas as regras de dimensionamento dos sistemas prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais e pluviais, de acordo com a legislação em vigor em Portugal.

### 2.1. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) é um instrumento de política nacional, cujo principal objetivo é promover o Uso Eficiente da Água em Portugal, no período 2012-2020, especialmente nos setores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios hídricos, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento socioeconómico do país (APA, 2012).

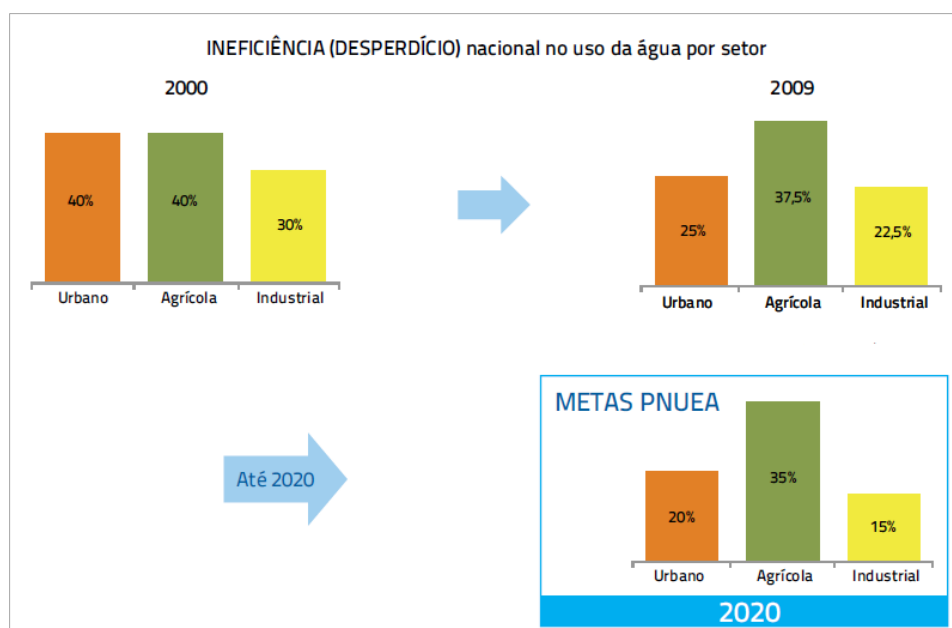
No PNUEA são definidos objetivos estratégicos e específicos para os três setores, destacando-se, como objetivo estratégico para o setor urbano, a redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento (APA, 2012). Como objetivos específicos referem-se:

- “Elevar significativamente o conhecimento dos gestores e operadores dos sistemas de abastecimento de água e dos utilizadores em geral;
- Promover a sensibilização, informação e formação dos principais intervenientes no uso da água, bem como na introdução nos programas e livros escolares de matéria específica;
- Conhecer o nível de ineficiência dos sistemas públicos de abastecimento de água através do seu apetrechamento com equipamentos de medição e com sistema de transmissão e tratamento da informação, abrangendo todo o ciclo urbano da água;
- Garantir uma dinâmica de sucesso na implementação do uso eficiente da água, dirigindo os maiores esforços para os sistemas públicos, (não domésticos), e para as maiores concentrações humanas onde os custos não são suportados diretamente pelos utilizadores da água (p.e: **escolas**; centros comerciais; estações de serviço; hospitais; repartições e serviços da administração pública; hotéis; instalações desportivas: ginásios, piscinas, estádios; aeroportos; terminais rodovias e ferroviários; escritórios; restaurantes; lavandarias);
- Reduzir ao mínimo o uso da água potável em atividades que possam ter o mesmo desempenho com águas de qualidade alternativa e de outras origens que não a rede pública de água potável, promovendo a utilização de água da chuva e a eventual reutilização de águas residuais tratadas;
- Promover a utilização de equipamentos normalizados e certificados para o uso eficiente da água, incentivando a sua produção e comercialização;
- Instituir prémios e distinções oficiais para equipamentos, instalações e sistemas que demonstrem o seu valor acrescentado ao nível da eficiência e que prestigiem as entidades produtoras de equipamentos e gestoras de sistemas” (p. 21).

Segundo Lee e Tansel (2013), já em 2006 e 2007, na Florida, EUA, as autarquias davam incentivos aos residentes de moradias unifamiliares, para que estes instalassem dispositivos de utilização eficientes.

No ano 2000 as estimativas apontavam para um desperdício no uso de água em cada setor abrangido pelo PNUEA de: 40% no setor agrícola; 30% na industrial e 40% no urbano (APA, 2012).

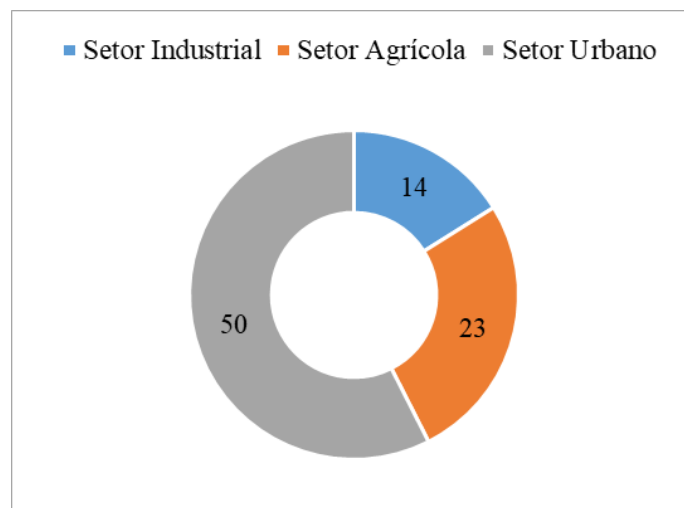
No entanto, foram estabelecidas metas com o objetivo de se alcançar uma eficiência de uso de 80%, 65% e 85% para os setores urbano, agrícola e industrial (**Figura 2.1**).



**Figura 2.1:** Metas do PNUEA para 2020 (APA, 2012).

De facto, para um consumo total anual estimado em 4 255 000 000 m<sup>3</sup>/ano as metas do PNUEA correspondem a uma poupança total de água superior a 100 000 000 m<sup>3</sup>/ano (APA, 2012).

A implementação do PNUEA baseia-se na concretização de um conjunto de medidas destinado a aumentar a eficiência no uso da água nos setores urbano, agrícola e industrial (**Figura 2.2**), as quais preveem a redução de perdas nos sistemas de condução de água e a redução dos consumos através da adequação tecnológica e adequação de comportamentos (APA, 2012).



**Figura 2.2:** Número de medidas por setor.

A maioria das medidas requer implementação em situação hídrica normal (**Tabela 2.1**), prevendo-se também um conjunto de medidas para ser intensificado, ou implementado, durante períodos de escassez hídrica (seca) (APA, 2012). Na **Tabela 2.1** far-se-á referência apenas às medidas aplicáveis ao uso urbano.

**Tabela 2.1:** Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica normal (APA, 2012).

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
<b>Sistemas públicos</b>		
<b>Redução de consumos de água</b>		
Medida 1	Otimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água	Redução do consumo de água, através da utilização de equipamentos e dispositivos mais eficientes
Medida 2	Redução de pressão no sistema público de abastecimento	Controle de pressões no sistema de distribuição pública, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 3	Utilização de sistema tarifário adequado	Estabelecimento de tarifas e escalões que permitam a aplicação de custos reais
Medida 4	Utilização de águas residuais urbanas tratadas	Uso da água tratada das ETAR's em usos adequados
<b>Redução de perdas de água</b>		
Medida 5	Redução de perdas de água no sistema predial de abastecimento	Redução do volume de água perdida na rede pública
<b>Sistemas prediais de instalações coletivas</b>		
<b>Redução de consumos de água</b>		

<b>N.º</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
Medida 6	Redução de pressão nos sistema predial de abastecimento	Controle de pressões no sistema de distribuição predial, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 7	Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente	Reduzir o desperdício de água do banho, até que a temperatura ideal seja atingida
Medida 8	Reutilização ou uso de água de qualidade inferior	Utilização da água usada nos sistemas prediais, para fins adequados
<b>Redução de perdas de água</b>		
Medida 9	Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento	Redução do volume de água perdida na rede predial
<b>Dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares</b>		
<b>Redução de consumos de água</b>		
<b>Autoclismos</b>		
Medida 10	Adequação da utilização de autoclismos	Alteração de hábitos de uso do autoclismo para descargas mínimas
Medida 11	Substituição ou adaptação de autoclismos	Substituição de autoclismos por outros de menor consumo
Medida 12	Utilização de bacias de retrete sem uso de água	Substituição de retretes por outras que funcionem sem recurso a água
Medida 13	Utilização de bacias de retrete por vácuo	Substituição das retretes por outras que funcionem a vácuo
<b>Chuveiros</b>		
Medida 14	Adequação da utilização de chuveiros	Alteração de hábitos no duche e banho reduzindo o tempo de água corrente
Medida 15	Substituição ou adoção de chuveiros	Substituição de chuveiros por outros de menor gasto de água
<b>Torneiras</b>		
Medida 16	Adequação da utilização de torneiras	Alteração de hábitos da população de forma a evitar desperdícios de água
Medida 17	Substituição ou adaptação de torneiras	Substituição de torneiras por outras de menor gasto de água
<b>Máquinas de lavar roupa</b>		
Medida 18	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa	Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 19	Substituição de máquinas de lavar roupa	Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
<b>Máquinas de lavar louça</b>		

<b>N.º</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
Medida 20	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça	Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 21	Substituição de máquinas de lavar louça	Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
<b>Urinóis</b>		
Medida 22	Adequação da utilização de urinóis	Garantir a regulação do volume em função do número de descargas
Medida 23	Adaptação da utilização de urinóis	Melhoria do funcionamento através da instalação de sistemas de controlo automático
Medida 24	Substituição de urinóis	Substituição de dispositivos convencionais por outros mais eficientes
<b>Sistemas de aquecimento e refrigeração de ar</b>		
Medida 25	Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar	Redução de consumos e perdas em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar
<b>Usos exteriores</b>		
<b>Lavagem de pavimentos</b>		
Medida 26	Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos	Alteração dos hábitos dos utilizadores de modo a reduzir a quantidade de água
Medida 27	Utilização de limpeza a seco de pavimentos	Substituição de água por métodos de limpeza a seco
Medida 28	Utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos	Substituição de água por água residual devidamente tratada
<b>Lavagem de veículos</b>		
Medida 30	Adequação de procedimentos na lavagem de veículos	Alteração de hábitos na forma de efetuar lavagens de veículos
Medida 31	Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos	Substituição de dispositivos convencionais por outros que funcionem a pressão
Medida 32	Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos	Utilização da água reciclada após tratamento adequado
<b>Jardins e similares</b>		
Medida 34	Adequação da gestão da rega em jardins e similares	Alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega
Medida 35	Adequação da gestão do solo em jardins e similares	Alteração das características do terreno para maior e melhor infiltração e armazenamento de água

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 36	Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares	Alteração das espécies plantadas para redução de água da rega
Medida 37	Substituição ou adaptação de tecnologias em jardins e similares	Substituição de sistemas de rega por outros de menor consumo
Medida 38	Utilização de água da chuva em jardins e similares	Alimentação de sistemas de rega por água da chuva
Medida 39	Utilização de água residual tratada em jardins e similares	Alimentação de sistemas de rega por água residual tratada
<b>Piscinas, lagos e espelhos de água</b>		
Medida 41	Adequação de procedimentos em piscinas	Alteração de comportamentos na lavagem de filtros e perdas por transbordo
Medida 42	Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água	Recirculação da água usada com um tratamento adequado
Medida 43	Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água	Realização periódica de ensaios de estanquidade e deteção de fugas
Medida 44	Redução de perdas por evaporação em piscinas	Instalação de uma cobertura na piscina quando não em uso
Medida 45	Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água	Utilização de água da chuva para suprir necessidades de reposição de água
<b>Campos desportivos e outros espaços verdes de recreio</b>		
Medida 47	Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Efetuar a rega de acordo com as necessidades da espécie vegetal semeada e com o tipo de solo existente
Medida 48	Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Utilização de água da chuva para suprir necessidades de rega
Medida 49	Utilização de água residual tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	Utilização de água residual tratada para suprir necessidades de rega

As medidas 2, 3, 6, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 27, 30, 34, 41 e 47, são também aplicáveis em situações de escassez hídrica (seca). Na **Tabela 2.2** referem-se as medidas que só são aplicáveis em situação de escassez hídrica (seca).

**Tabela 2.2:** Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação de escassez hídrica (seca) (APA, 2012).

N.º	Designação da medida	Descrição sumária da medida
Medida 29	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 33	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de veículos	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 40	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 46	Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água	Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 50	Limitação ou proibição total de rega de campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes com água potável	Utilização de água proveniente de outras fontes para lavagens

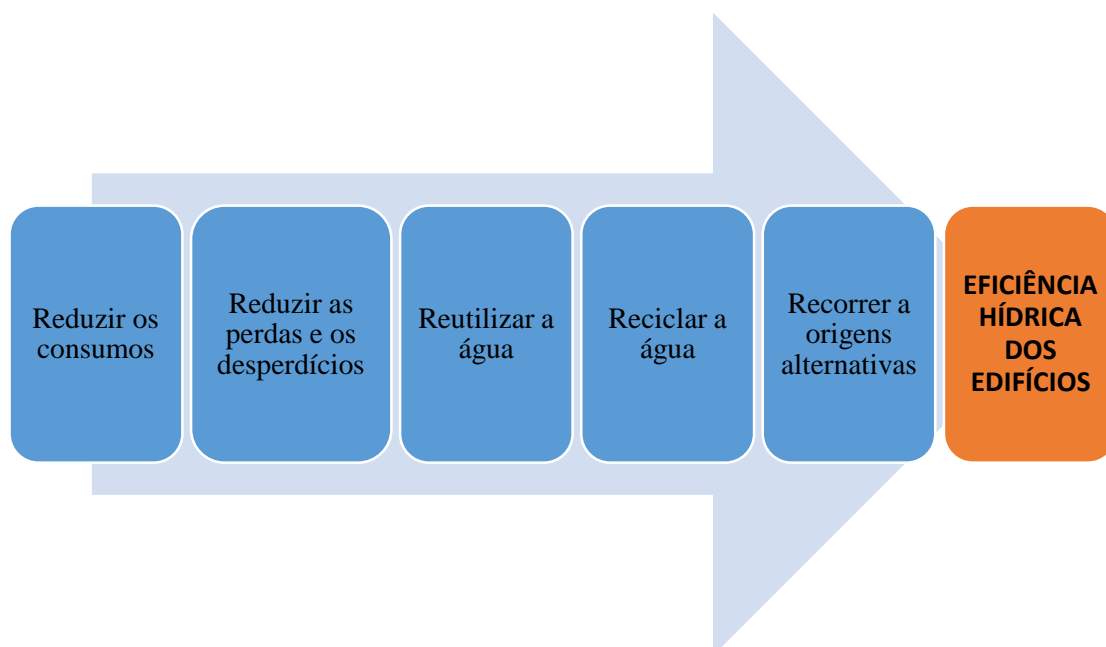
Para a implementação das medidas definidas nas **Tabelas 2.1** e **2.2**, o PNUEA foi estruturado em diferentes áreas programáticas, nomeadamente:

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

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

## 2.2. O princípio dos 5R

A eficiência hídrica no ciclo predial pode ser resumida pelo princípio dos 5R (**Figura 2.3**) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; Silva-Afonso, 2009).



**Figura 2.3:** O princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.

O **primeiro R** - *Reduzir os consumos*, relaciona-se com a adoção de produtos ou dispositivos eficientes, sem prejuízo de outras medidas de carácter não técnico (económicas e sociológicas).

O **segundo R** – *Reduzir as perdas e os desperdícios*, pode envolver intervenções como, por exemplo, o controlo das perdas em autoclismos ou a instalação de circuitos de circulação e retorno de água quente sanitária.

Em relação ao **terceiro** e **quarto R**, a diferença entre *reutilização* e *reciclagem da água*, reside no fato de se considerar uma **utilização “em série”** ou a **reintrodução da água no início do circuito (após tratamento)**.

No que refere ao **quinto R**, o *recurso a origens alternativas* pode envolver o aproveitamento de águas pluviais, de águas freáticas ou ainda de águas salgadas (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2010a; Maia, Pimentel-Rodrigues, Silva-Afonso & Ferreira, 2010). Importa referir que, o designado clima mediterrânico não é

particularmente favorável ao aproveitamento de água da chuva, uma vez que se caracteriza por Verões quentes e secos (coincidindo com as maiores necessidades de consumo) e por Invernos frios e chuvosos, tendo a estiagem de Verão uma duração habitual de dois a três meses. Alguns países europeus, como Portugal, Espanha, Itália ou Grécia, são abrangidos na maior parte do território por este tipo de clima (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2010a). No entanto, Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2010b) afirmam que face aos elevados riscos de *stress* hídrico a curto/médio prazo, o aproveitamento da água da chuva pode mostrar-se sempre importante num quadro de conservação do recurso água potável, permitindo satisfazer parte significativa dos consumos de Inverno, para além de ter um efeito benéfico na redução dos picos de cheia.

### **2.2.1. Redução de consumos. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos**

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

De uma forma geral, a rotulagem da eficiência hídrica de produtos tem sido implementada em diversos países de forma voluntária. A ANQIP, indo de encontro aos objetivos definidos no PNUEA, estabeleceu um sistema de **certificação e rotulagem de eficiência hídrica** para produtos comercializados em Portugal, embora os seus rótulos possam ser considerados e aceites noutros países (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A ANQIP optou também por um modelo voluntário, representando-se, na **Figura 2.4**, o rótulo ANQIP e na **Figura 2.5** os rótulos genéricos que foram adotados (Pimentel-Rodrigues, 2008).



**Figura 2.4:** Rótulo ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt)).



**Figura 2.5:** Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; Pimentel-Rodrigues, 2008; ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt)).

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

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

de Eficiência Hídrica de Produtos (ANQIP, ETA 0802, 2013). No âmbito do referido sistema, entende-se por produto tipo cada uma das seguintes categorias:

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

A certificação e a autorização de rotulagem têm uma validade de 5 anos, sendo as características e condições de utilização dos rótulos definidas na Especificação Técnica ANQIP **ETA 0803** – Rótulos de eficiência hídrica de produtos (ANQIP, ETA 0803, 2013). A ANQIP mantém um registo, que publicita, com todos os produtos certificados, a respetiva categoria de rotulagem e a validade da certificação. Periodicamente, edita também um catálogo digital, disponível no *site* (ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt)).

Como referido em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), a ANQIP desenvolveu as seguintes especificações técnicas, no âmbito da certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos:

- **ETA 0804** – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0804, 2013);
- **ETA 0805** – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0805, 2013);
- **ETA 0806** – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0806, 2013);
- **ETA 0807** – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0807, 2013);
- **ETA 0808** – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0808, 2013);
- **ETA 0809** – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0809, 2013).

### *Certificação e rotulagem de eficiência hídrica de autoclismos*

Os autoclismos das bacias de retrete representam um dos maiores consumos de água no ciclo predial em Portugal (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2011; 2010c; Pimentel-Rodrigues, 2008). A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto poderá ser feita de acordo com as categorias e tolerâncias apresentadas na **Tabela 2.3**.

**Tabela 2.3:** Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0804, 2013; ANQIP, ETA 0805, 2013; Pimentel-Rodrigues, 2008).

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

A ANQIP estabeleceu, para os autoclismos de pequeno volume, categorias de eficiência hídrica A+ e A++ (ou ainda A em alguns casos), a inclusão obrigatória no rótulo do aviso, relativo à necessidade de garantir a performance do conjunto e condições de drenagem

compatíveis na rede predial (ANQIP, ETA 0804, 2013; ANQIP, ETA 0805, 2013; Pimentel-Rodrigues, 2008), adotando, por exemplo, inclinações superiores às mínimas regulamentares.

O sistema de rotulagem da ANQIP, ao incluir os referidos avisos, é uma solução muito adequada, que não se observa noutros esquemas de rotulagem existentes a nível europeu ou mesmo mundial (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Importa mencionar que a ANQIP tem vindo a desenvolver diversos estudos experimentais, de modo a estabelecer condições de conceção e dimensionamento das redes com dispositivos eficientes, a integrar em próxima revisão do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto.

Neste sentido, pode considerar-se, para um autoclismo de 4 litros, um ramal de DN 90 com inclinação próxima de 2%, ou, no caso de um autoclismo de 6 litros, uma inclinação igual ou superior a 1%, com DN 90 ou DN 110. As configurações com DN 90 consideram-se adequadas em edifícios residenciais, mas em edifícios públicos pode ser adotada a segunda configuração com DN 110 (Silva-Afonso, Bernardo & Pimentel-Rodrigues, 2013).

#### *Certificação e rotulagem de eficiência hídrica de torneiras e fluxómetros de mictórios*

As torneiras são o dispositivo de utilização mais comum, quer em habitações quer em instalações coletivas (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A frequência de uso, de difícil quantificação e com grande variação temporal e espacial, é bastante elevada. Esta variação também se verifica em termos de duração da utilização, a qual pode variar entre poucos segundos até vários minutos. A Especificação Técnica ANQIP **ETA 0808** (ANQIP, ETA 0808, 2013) estabelece as condições para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros. Assim, são considerados no âmbito da referida Especificação os seguintes dispositivos:

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

Para as torneiras de lavatório (residências), o modelo implementado considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um consumo de água até 2,0 L/min (**Tabela 2.4**). Para as torneiras de cozinha, o modelo considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um consumo de água até 4,0 L/min (**Tabela 2.5**). De referir que nas zonas públicas pode ser recomendável a utilização de torneiras da letra B ou superior, por razões de saúde pública (maior eficácia na limpeza) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2013; ANQIP, ETA 0809, 2013).

**Tabela 2.4:** Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de lavatório (residências) (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2013; ANQIP, ETA 0809, 2013).

<b>Caudal (L/min)</b>	<b>Torneiras de lavatório</b>	<b>Torneiras de lavatório com arejador ou “eco-stop”</b>	<b>Torneiras de lavatório com arejador e “eco-stop”</b>
$Q \leq 2,0$	A	A+	A++
$2,0 \leq Q \leq 4,0$	B	A	A+
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	C	B	A
$6,0 \leq Q \leq 8,0$	D	C	B
$8,0 < Q$	E	D	C

**Tabela 2.5:** Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de torneiras de cozinha (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0808, 2013; ANQIP, ETA 0809, 2013).

<b>Caudal (L/min)</b>	<b>Torneiras de cozinha</b>	<b>Torneiras de cozinha com arejador ou “eco-stop”</b>	<b>Torneiras de cozinha com arejador e “eco-stop”</b>
$Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	B	A	A+
$6,0 \leq Q \leq 8,0$	C	B	A
$8,0 \leq Q \leq 10,0$	D	C	B
$10,0 < Q$	E	D	C

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

Relativamente aos fluxómetros de mictório, o modelo implementado considera que a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um volume de descarga entre 2,0 e 4,0 litros (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017) (**Tabela 2.6**).

**Tabela 2.6:** Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de fluxómetros de mictório (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

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

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

### *Outros sistemas de rotulagem*

O rótulo ANQIP é um dos mais antigos da Europa e foi lançado em 2008, tendo em conta o risco de escassez de água no País e as recomendações do PNUEA (APA, 2012). Na Europa, o sistema de rotulagem mais generalizado é o Water Label, que é baseado apenas no caudal (ou volume) e não inclui redutores de caudal (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2014).

### **2.2.2. Utilização de redutores de caudal**

No mercado, estão disponíveis torneiras de baixo caudal onde, em geral, os fabricantes procuram compensar as eventuais sensações de desconforto através de soluções adequadas, como a emulsão de ar. No que refere às torneiras de maior caudal, podem ser aplicadas, por exemplo, ponteiras redutoras. No entanto, nestes casos, a redução do caudal

nas torneiras pode conduzir a uma sensação de desconforto, em particular nos casos em que o redutor não é adequado à pressão residual no local ou às características das torneiras (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

Assim, “os redutores a utilizar quando se pretende um caudal relativamente reduzido devem ser do tipo arejador, pulverizador ou redutor de fluxo laminado. Os arejadores funcionam como um emulsionador de ar, que permite a redução do caudal de água sem diminuir o conforto. Estes arejadores são compostos por elementos que restringem o escoamento, introduzindo de seguida ar no fluxo de água” (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017, p.50).

De mencionar que as “ponteiras de fluxo pulverizado, ou pulverizadores, diminuem o caudal criando simultaneamente um efeito de chuveiro com diversos jatos finos de água. O efeito chuveiro proporciona um raio de ação do jato relativamente alargado, com menos quantidade de água, efeito não aparente devido à pulverização. Alguns redutores podem funcionar como arejador ou pulverizador, sendo o utilizador a escolher a função, por rotação da ponteira. Normalmente a sua instalação é recomendada para torneiras de cozinha” (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017, p.50).

Os redutores de fluxo laminado, têm uma aplicação e funcionamento idênticos aos arejadores, mas sem a introdução de ar no fluxo de água. Assim, “a visualização de uma massa de água aparentemente abundante e uma utilização sem salpicos reduz a sensação de desconforto. Os redutores de fluxo laminar são adequados para utilizações muito frequentes, em locais públicos e em todas as zonas onde existem preocupações com saúde pública derivadas do contacto ar-água” (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017, p. 50). Na **Figura 2.6** apresentam-se exemplos de redutores de caudal certificados pela ANQIP.



**Figura 2.6:** Exemplos de redutores de caudal (ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt)).

### 2.2.3. Redução das perdas e dos desperdícios

Em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) é referido que o conceito de **desperdício** corresponde a um consumo desnecessário do recurso (por excessivo) no processo de “produção”. Por exemplo, “um uso negligente da água ou um deficiente funcionamento geral dos sistemas prediais de água” (p. 51). O desperdício de água é, então, “um conjunto de ações e processos, através dos quais se gasta sem proveito, ou simplesmente se usa mal a água” (p. 51). A quantidade de água consumida num edifício pode ser descrita pela seguinte expressão (Consumo = Uso + Perda + Desperdício).

O conceito de **uso** “corresponde à quantidade de água necessária à realização de determinada atividade (p. 52).

No que se diz respeito às **perdas**, “as situações que mais frequentemente se observam em edifícios respeitam a autoclismos e redes exteriores de rega (geralmente enterradas) (p. 52).

### 2.2.4. Reutilização e reciclagem de águas residuais

O recurso às águas cinzentas<sup>4</sup>, como fonte interna alternativa, insere-se nos 3.º e 4.º R (**Reutilizar água e reciclar água**) e foi objeto de desenvolvimento de uma Especificação Técnica por parte da ANQIP (Especificação **ETA 0905**) (ANQIP ETA, 0905, 2013). Considerando-se que a introdução de águas não potáveis na instalação predial tem riscos sanitários, foi na perspetiva da Carta de Bona que a ANQIP desenvolveu a ETA 0905, bem como a Especificação Técnica complementar, a **ETA 0906** (ANQIP, ETA 0906, 2013), para certificação técnico-sanitária das instalações. Uma das recomendações da Carta é que a gestão e os sistemas de controlo sejam baseados num Plano de Segurança da Água (PSA) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2012).

De uma forma geral, “a conceção, instalação e exploração dos Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC) devem respeitar as normas e regulamentos nacionais e europeus aplicáveis às instalações prediais ou a qualquer dos

---

<sup>4</sup> As **águas cinzentas**, são águas residuais domésticas que não contêm águas negras. São provenientes de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar roupa, entre outros. Já as **águas negras**, são águas que provêm de descargas de sanitas e urinóis (Aqua eXperience, [www.aquaexperience.pt](http://www.aquaexperience.pt)).

seus componentes, incluindo a legislação sobre a segurança e qualidade da água” (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017, p. 53). A informação sobre o balanço hídrico em edifícios residenciais apresentada na **Tabela 2.7**, pode, também, ser adaptada para edifícios não residenciais.

**Tabela 2.7:** Balanço hídrico em edifícios residenciais com reutilização de águas cinzentas (valores médios em litros por habitante e por dia) (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013).

Natureza da água utilizada	Usos de água	Águas residuais produzidas	Destino da água
52 litros de água de qualidade alimentar	40 litros para duche, banheira e lavatórios	70 litros de águas cinzentas	48 litros de águas cinzentas a regenerar e reutilizar
	12 litros para a cozinha		
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas		22 litros de águas cinzentas a descarregar
	13 litros para a máquina de lavar a roupa		
	25 litros para descarga de autoclismos	25 litros de águas negras	25 litros de águas negras a descarregar
	5 litros para rega de espaços verdes exteriores	Infiltração no solo	

A produção de águas cinzentas e o seu grau de poluição são basicamente determinados pelos hábitos dos consumidores, resultando de produtos de higiene pessoal, detergentes, sujidade do corpo e também da roupa. Esses poluentes são considerados como facilmente biodegradáveis (ANQIP ETA, 0905, 2013). Geralmente, as águas de chuveiros e banheiras não são muito poluídas, sendo designadas por águas cinzentas claras (Matos & Bentes, 2011). As das máquinas de lavar roupa costumam ter uma carga poluente elevada e as águas da cozinha (pia lava louça e máquina de lavar louça) ainda maior.

O grande número de estudos microbiológicos realizados em águas de banheiras, chuveiros e **lavatórios** revelou teores de coliformes totais e fecais (*E. coli*) **relativamente baixos**, em comparação com águas residuais domésticas totais. De referir que, nos

efluentes de máquinas de lavar roupa, as concentrações de bactérias dependem da temperatura de lavagem (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Considera-se que, as águas regeneradas podem ser utilizadas em descargas de autoclismos, lavagem de roupas e rega de jardins, após tratamento adequado. A infiltração no solo ou descarga direta nas linhas de água pode também ser considerada em relação às descargas de excedentes do tratamento (ANQIP ETA, 0905, 2013).

Lambert e Lee (2018), Alsulaili e Hamoda (2015) e Hyde (2013), realizaram estudos no Qatar, Kuwait e Gana, respetivamente, considerando também que as águas cinzentas podem ser utilizadas para descargas de autoclismos. Num estudo realizado por Silva, Portes, Faria, Andrade e Teixeira (2016), num edifício comercial em Curitiba, os autores concluíram que depois de tratamento adequado, as águas cinzentas podem ser utilizadas em autoclismos do espaço comercial e assim preservar os recursos hídricos. Também para Couto, Calijuri, Assemany, Santiago e Lopes (2015), a implementação deste tipo de sistemas representa uma mais valia ambiental e económica.

De acordo com a ETA 0905 (ANQIP ETA, 0905, 2013), a qualidade considera-se adequada quando, nos controlos analíticos anuais, nenhum parâmetro exceda um valor máximo admissível (VMA) específico (ver **Tabelas 2.8 e 2.9**), com a tolerância indicada na **Tabela 2.10** e, neste último caso, uma análise de confirmação a realizar após revisão da instalação e no prazo máximo de 15 dias, conduza a um novo valor que cumpra o VMA.

**Tabela 2.8:** Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013).

Parâmetro	VMA	VMR
Coliformes totais	-	10 <sup>4</sup> UFC/100 mL
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	400 UFC/100 mL	-
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	10 <sup>3</sup> UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1 UFC/mL	
Parasitas entéricos	1 ovo/10L	
Sólidos em suspensão	10 mg/L	
Turvação	2 UNT	

**Tabela 2.9:** Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013).

Parâmetro	VMA	VMR
<i>Legionella spp.</i> <sup>(*)</sup>	100 UFC/100 mL	-
Coliformes totais	-	10 <sup>4</sup> UFC/100 mL
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	100 UFC/100 mL	-
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	200 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
<i>Salmonellae</i>	Não detetável	-
Parasitas entéricos	1 ovo/10L	Não detetável
Sólidos em suspensão	10 mg/L	-
Turvação	2 UNT	-

<sup>(\*)</sup> – Quando existir risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, entre outros).

**Tabela 2.10:** Tolerâncias relativamente ao VMA (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013).

Parâmetro	Tolerância relativamente ao VMA
<i>Legionella spp.</i>	1 unidade logarítmica
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	1 unidade logarítmica
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	100% do VMA
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100% do VMA
Parasitas entéricos	100% do VMA
Sólidos em suspensão	100% do VMA
Turvação	100% do VMA

Nas descargas de autoclismos consideram-se os requisitos da **Tabela 2.8**, onde os valores para coliformes totais e fecais são definidos como nas normas de qualidade para águas balneares interiores, nos termos da legislação nacional e em Diretivas Europeias aplicáveis. A colocação de aviso de obrigatoriedade de fechar a tampa da sanita, no caso de descargas de autoclismos, pode ser considerada uma medida de segurança adicional. Os requisitos indicados na **Tabela 2.8** são também aplicáveis à lavagem de roupas, a qual deverá ser efetuada a temperaturas não inferiores a 55°C (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

No que refere à rega de jardins privados devem ser cumpridos os requisitos indicados na **Tabela 2.9**, sem necessidade de adição de produtos químicos. No caso de rega de produtos suscetíveis de serem consumidos a cru, deve atender-se aos VMA indicados na Norma Portuguesa NP 4434 (NP 4434), não se recomendando neste caso o aproveitamento de águas provenientes de cozinhas (ANQIP, ETA 0905, 2013).

Para os métodos de análise de referência dos parâmetros indicados na Especificação Técnica ETA 0905, devem ser considerados os que constam na legislação portuguesa sobre a qualidade da água, sendo o número de análises definido na **Tabela 2.11** e obrigatoriamente efetuadas por laboratório acreditado (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Assim, a fase de arranque deve ter no mínimo uma duração de 6 semanas e só se considera finalizada quando, para cada parâmetro, se observar conformidade em X análises sucessivas (valor de X indicado na **Tabela 2.11**). No período de arranque, as análises não devem ser feitas com intervalos inferiores a 7 dias e a primeira análise só deve ser feita ao fim das duas primeiras semanas após o arranque da instalação (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Depois de um período de paragem prolongada ou deteção de problema grave na instalação, o restabelecimento do seu funcionamento só poderá ser feito após a verificação da conformidade em todos os parâmetros em Y análises sucessivas (ver **Tabela 2.11**) (ANQIP ETA, 0905, 2013).

**Tabela 2.11:** Número de análises sucessivas conformes nas diversas fases do SPRAC (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2013).

Parâmetro	Período de arranque (valor X)	Após paragem prolongada ou deteção de problema grave (valor Y)	Exploração corrente
<i>Legionella spp.</i> (*)	3	2	1 (*)
Coliformes totais	2	1	1
Estreptococos fecais ( <i>Enterococos</i> )	3	2	1
Coliformes fecais ( <i>Escherichia coli</i> )	3	2	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	2	1

Parâmetro	Período de arranque (valor X)	Após paragem prolongada ou deteção de problema grave (valor Y)	Exploração corrente
Parasitas entéricos	3	2	1
Sólidos em suspensão	3	2	1
Turvação	3	2	1
<i>Salmonellae</i>	2	1	1

(\*) – Uma amostra no Verão.

O instalador será responsável pelas análises da fase de arranque ou as decorrentes de paragem da instalação provocada por problemas detetados durante o período de garantia (mínimo de 2 anos). Os valores indicados na **Tabela 2.11**, na coluna de exploração corrente, correspondem ao número de análises a realizar no período de um ano (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Importa referir que, deverá ser prevista uma alimentação alternativa de água ao SPRAC, com água de outras origens (suprimento), mas com qualidade adequada às utilizações em vista. A operação deverá ser preferencialmente automática e no último estágio de tratamento. Quando o nível mínimo de água regenerada for atingido no reservatório arrancará o dispositivo de suprimento, introduzindo no sistema a quantidade de água estritamente necessária (ANQIP ETA, 0905, 2013).

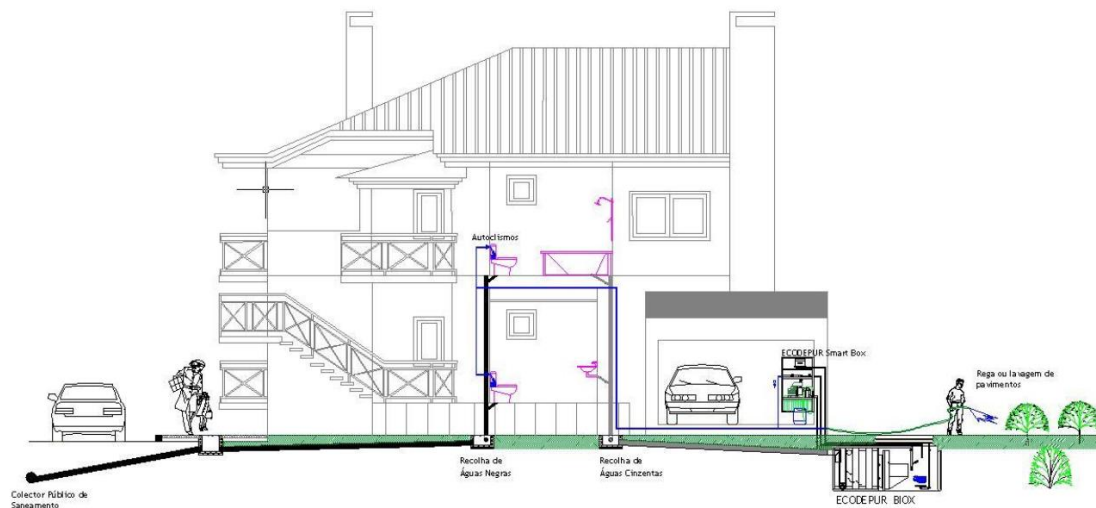
As redes de água regenerada, incluindo elementos acessórios, devem ser diferenciadas das redes de água potável, sugerindo-se a utilização de tubagem de **cor púrpura** ou de fita adesiva colorida, de preferência com os avisos “Rede não potável”, “Água não potável” ou “Água regenerada”, cujo estado de conservação deve ser controlado periodicamente. Os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem ser sinalizados com advertências semelhantes às descritas, acompanhadas de simbologia adequada, e as respetivas torneiras dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança), para evitar usos inadequados (ANQIP ETA, 0905, 2013).

Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) referem que, uma das funções dos reservatórios é compensar o desfasamento entre a afluência de águas cinzentas e o seu consumo, mas também podem ter alguma influência sobre a qualidade das águas regeneradas. O seu volume depende dos hábitos dos utilizadores, do tipo de edifício, bem como do tempo de processamento, mas, **existindo em regra um equilíbrio entre a**

**produção de águas cinzentas e as necessidades de água regenerada, o volume de reserva (antes ou depois do tratamento) não deve ser maior do que o consumo médio diário.** Existem tecnologias de tratamento de águas que podem ser utilizadas no tratamento de águas cinzentas, sendo preferíveis as que dispensam a adição de produtos químicos, necessitam de pouca energia e manutenção económica. De entre elas destacam-se: Sistemas biológicos de tratamento; Tecnologia de membranas; Tecnologias combinadas.

Também uma "técnica muito generalizada para desinfecção é a das radiações ultravioleta (UV), em que, após uma separação de sólidos e um tratamento biológico, uma radiação de  $250 \text{ J/m}^2$  é geralmente suficiente para assegurar os necessários requisitos de qualidade. De referir que, por razões de segurança operacional é recomendável o controlo automático dos dispositivos de desinfecção. No caso de avaria destes últimos, a unidade de controlo deve desviar automaticamente a água regenerada, com vista a evitar que a água não desinfetada entre no circuito de utilização (ANQIP, ETA 0905, 2013).

Na **Figura 2.7** apresenta-se um exemplo esquemático de um SPRAC (Ecodepur, [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt)).



**Figura 2.7:** Exemplo esquemático de um SPRAC (Ecodepur, [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt)).

No que refere ao *nexus* água-energia nos SPRAC, em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) é mencionado que “as instalações compactas (curto tempo de retenção) traduzem uma poupança também ao nível energético, dado que a redução do consumo nos edifícios

corresponde, também, a uma redução nos consumos energéticos no ciclo urbano da água” (p. 58). No que se refere às grandes instalações, com o tratamento “convencional” para este tipo de águas, o consumo de energia no sistema de tratamento torna o sistema “neutro” do ponto de vista energético, isto é, a energia gasta no tratamento das águas cinzentas, cerca de 1,8 kWh/m<sup>3</sup>, equivale à energia poupada no ciclo urbano da água.

### **2.2.5. Recurso a origens alternativas: aproveitamento de águas pluviais**

De acordo com Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues (2017), os sistemas de aproveitamento de água pluvial (SAAP) em edifícios têm conhecido um grande desenvolvimento em diversos países, destacando-se o Brasil e a Alemanha, não só por razões de uso racional da água, mas também como contributo para a redução dos picos de cheia em períodos de precipitação (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Também os estudos de Agatón, Ruiz e Sayago (2016) e Cruz (2016) apontam o aproveitamento da água da chuva como fundamental para o desenvolvimento sustentável.

O aproveitamento de água da chuva, nos países Mediterrânicos, sempre foi uma prática tradicional e com soluções de tecnologia simples. No entanto, o crescente desenvolvimento dos sistemas públicos de abastecimento de água levou, no último século, a um progressivo abandono destas soluções, perdendo-se em grande parte os saberes tradicionais que as suportavam. No entanto, os cenários de escassez e de *stress* hídrico, para além das preocupações de sustentabilidade, têm vindo a suscitar um interesse crescente pela reinvenção destes sistemas, baseados em tecnologias recentes, mais económicas e seguras (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A utilização de água da chuva em edifícios foi objeto em 2009 do desenvolvimento de uma Especificação Técnica por parte da ANQIP, a **ETA 0701** (ANQIP ETA, 0701, 2013). Tal como no caso da reutilização de águas cinzentas, a Especificação recomenda a Certificação destas instalações por razões de garantia de qualidade técnica e de saúde pública, dado não existirem ainda normas ou regulamentos aplicáveis em Portugal (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2012). As condições para a certificação dos SAAP são estabelecidas na Especificação Técnica ANQIP **ETA 0702** (ANQIP ETA, 0702, 2013).

De acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), no que se refere ao dimensionamento do reservatório, e face às longas estiagens que caracterizam o clima mediterrânico, é geralmente importante prolongar o período de armazenamento, em particular quando a água pluvial é utilizada para fins de rega de zonas verdes. Um aspeto a que foi dedicada particular atenção na elaboração da ETA 0701 foi a necessidade de desviar o escoamento inicial (*first flush*), porque as prolongadas estiagens podem agravar os problemas de poluição das primeiras águas.

Neste seguimento, para verificar a qualidade da água em armazenamentos prolongados, a ANQIP desenvolveu uma monitorização de controlo da qualidade da água numa instalação piloto (o edifício sede da Ordem dos Engenheiros, em Coimbra), onde a água pluvial é utilizada para rega de jardins, tendo analisado ao longo de várias semanas os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos essenciais (incluindo a *Legionella*) no reservatório e nas utilizações (à saída dos aspersores) (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2012), que são os locais mais críticos na instalação. Foi em resultado desse estudo que a ANQIP admitiu na ETA 0701 a possibilidade de um **período máximo de armazenamento de três meses**, significativamente superior ao estabelecido noutras normas estrangeiras. Este período é viável no contexto do clima mediterrânico e pode contribuir para o incremento deste tipo de instalações (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017).

Os estudos de pluviosidade deverão recorrer a dados de fontes oficiais, como o IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) ou o SNIRH (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos). Face às características do clima Mediterrânico e à grande variabilidade dos valores diários de precipitação, agravada pelas alterações climáticas, é recomendado que o dimensionamento das cisternas dos SAAP seja feito em Portugal com base em precipitações médias mensais (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Depois, para o cálculo da capacidade hidráulica da filtragem, deverão ser utilizados valores de intensidades máximas. O cálculo destes valores pode ser feito recorrendo ao Anexo IX do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Os períodos de retorno devem ser fixados tendo em atenção as condições locais, recomendando-se, nos casos habituais, o valor de 5 anos. Não se devem considerar como superfícies de recolha aquelas que estejam em contacto periódico com fontes poluidoras (ANQIP ETA, 0701, 2013).

Para Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), face às prolongadas estiagens de Verão que caracterizam o clima em Portugal, é recomendado que seja ponderado o desvio das primeiras águas (*first flush*) em função da qualidade necessária nas utilizações finais, instalando um dispositivo para desvio desse escoamento inicial, de preferência com funcionamento automático. No caso de sistemas não automatizados são considerados em regra “critérios de volume” para o dimensionamento do sistema de desvio, enquanto que no caso de sistemas automatizados são mais adequados os “critérios de tempo”.

Se se adotarem sistemas de desvio não automáticos (volumétricos), o volume das primeiras águas a desviar pode ser determinado com base na área da superfície de recolha e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que pode variar entre 0 e 8 mm, conforme as condições locais, as utilizações e os intervalos entre precipitações. Na ausência de dados ou de estudos das condições locais, é recomendado que seja feito o desvio de um volume mínimo correspondente a 2 mm de precipitação (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O volume a desviar será dado pela expressão (ANQIP ETA, 0701, 2013):

$$V_d = P \cdot A \quad (2.1)$$

onde:

$V_d$  – Volume a desviar do sistema (litros)  
 $P$  – Altura da precipitação a desviar (mm)  
 $A$  – Área de captação (m<sup>2</sup>)

Quando o desvio do escoamento inicial for feito de forma automática, através de unidades de controlo, pode adotar-se um critério de tempo, em alternativa ao critério de volume. Quando se opte pelo critério de tempo, deve ser desviado, após estiagens prolongadas, um volume mínimo correspondente aos primeiros 10 minutos de precipitação, podendo adotar-se valores mais baixos em função do intervalo entre precipitações (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). Assim:

Considere-se, por exemplo, num edifício com uma cobertura de 100 m<sup>2</sup>, onde se pretendem desviar os 2 mm iniciais de precipitação. Esta altura corresponde a um volume de 200 litros, podendo então utilizar-se um recipiente com este volume, instalado na ligação do tubo de recolha das águas da cobertura à cisterna. O recipiente deve possuir

uma pequena torneira ou orifício aberto, de modo a obter-se um esvaziamento lento. Assim, se surgir uma precipitação dentro de um curto espaço de tempo, o reservatório ainda não estará vazio, mas também não haverá necessidade de desviar todo o *first-flush*. Se o período até à precipitação seguinte for prolongado, o recipiente já estará vazio e permitirá novo desvio de *first-flush* (p. 62).

O volume de água da chuva a aproveitar num determinado período pode ser determinado pela expressão:

$$V_a = C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f \quad (2.2)$$

onde:

$V_a$  – Volume anual de água da chuva aproveitável (litros)

$C$  – Coeficiente de escoamento (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)

$P$  – Altura de precipitação acumulada no período considerado (mm)

$A$  – Área de captação (m<sup>2</sup>)

$\eta_f$  – Eficiência hidráulica da filtragem

O valor de  $C$  varia com a altura de precipitação, recomendando-se, para coberturas impermeáveis correntes, o valor de 0,8<sup>5</sup>. Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode ser admitida uma eficiência hidráulica ( $\eta_f$ ) de 0,9, podendo, no entanto, as suas características recomendar a adoção de outro valor (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Na **Tabela 2.12** apresentam-se, a título indicativo, valores de consumos por tipo de dispositivos ou utilizações, os quais podem ser considerados no dimensionamento dos SAAP em edifícios de diferentes tipologias. Os valores foram estimados com base em dispositivos classificados pelo sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos da ANQIP na categoria “A”, pelo facto de não se considerar corrente a utilização de um sistema de aproveitamento de água da chuva com dispositivos não eficientes (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

---

<sup>5</sup> Em teoria, o valor a considerar poderia ser a unidade em coberturas impermeáveis. Contudo, para ter em atenção as retenções e evaporações iniciais, bem como o *first-flush* a desviar, recomenda-se uma redução de 20%. No entanto, como o valor da água não aproveitada não depende da altura de precipitação, para alturas de precipitação elevadas, pode adotar-se um coeficiente  $C$  de valor mais elevado (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Assim, as águas da chuva provenientes da descarga de superfície (excesso de água), das primeiras águas e do filtro podem ser lançadas na rede de águas pluviais, infiltradas ou lançadas em linha de água natural, desde que não exista a possibilidade de contaminação (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

**Tabela 2.12:** Consumos anuais e unitários por dispositivo ou utilização, a considerar para o dimensionamento de SAAP (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

Dispositivo ou utilização		Consumo unitário	Consumo anual estimado	
Autoclismos (categoria “A”) <sup>(a)</sup> em residências		24 L/(pessoa.dia)	8800 L/pessoa	
Autoclismos (categoria “A”) <sup>(a)</sup> em edifícios de serviços (p.e. escritórios)		12 L/(pessoa.dia)	4400 L/pessoa	
Autoclismos (categoria “A”) <sup>(a)</sup> em edifícios escolares		6 L/(pessoa.dia)	2200 L/pessoa	
Lavagem de roupa (máquina da categoria “A”) <sup>(b)</sup>		10 L/(pessoa.dia)	3700 L/pessoa	
Limpezas gerais		Lavagem de pavimentos	1000 L/pessoa <sup>(c)</sup>	
		Lavagem de automóveis (self-service)		
		Outro tipo de lavagens		A determinar caso a caso
Zonas verdes (valores para anos médios) <sup>(d)</sup>	Valores totais (em 6 meses) abril a setembro	Relvados <sup>(e)</sup>	450 a 800 L/m <sup>2</sup>	
		Jardins <sup>(f)</sup>	60 a 400 L/m <sup>2</sup>	
		Campos de golfe <sup>(g,h)</sup>	200 a 450 L/m <sup>2</sup>	
	Valores máximos (por dia) no Verão	Relvados <sup>(e)</sup>	5 a 7 L/m <sup>2</sup>	-
		Jardins <sup>(f)</sup>	1,5 a 5 L/m <sup>2</sup>	-
		Campos de golfe <sup>(g,h)</sup>	2 a 4,5 L/m <sup>2</sup>	-

<sup>(a)</sup> Autoclismo de 6 litros com dupla descarga.

<sup>(b)</sup> Máquina com consumo de 9 a 12 litros por kg.

<sup>(c)</sup> Trata-se de uma estimativa aproximada para pequenos logradouros, pois o global pode variar de forma muito significativa. Deve utilizar-se, sempre que possível, o valor unitário multiplicado pela área e pelo número de limpezas anuais.

<sup>(d)</sup> Considera-se que, em Portugal, a rega de espaços verdes deve ser considerada como uma utilização temporalmente limitada nos SAAP, dado que as maiores necessidades de rega surgem nos períodos de estiagem mais prolongados. Por este motivo, entende-se que não há interesse em considerar valores totais superiores aos indicados como estimativas médias semestrais. Deve ainda salientar-se a tendência atual para a **realização de zonas verdes sem necessidade de rega**.

<sup>(e)</sup> Função do tipo de relva, do tipo de solo e da zona do país.

<sup>(f)</sup> Função do tipo de plantas, do tipo de solo e da zona do país (considerou-se um misto de relvados e zonas arbustivas).

<sup>(g)</sup> Valor médio, ponderando as áreas destinadas a greens e tees, a *farways* e *surronds*, a *roughs* e *semi-roughs* e a zonas de enquadramento.

<sup>(h)</sup> Função do tipo de solo e da zona do país.

No dimensionamento do reservatório, devem ser considerados períodos ideais de reserva da água na cisterna entre **20 e 30 dias**, admitindo-se que esta retenção possa ser prolongada até um **máximo de 90 dias**, desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. Nos edifícios residenciais, administrativos, comerciais, de serviços ou industriais, de pequena ou média dimensão e com uma estrutura de consumos relativamente uniforme ao longo do tempo, a cisterna pode ser pré-dimensionada através de métodos simplificados (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Para um pré-dimensionamento ou para um dimensionamento simplificado da cisterna, é proposta a aplicação da expressão (2.3):

$$V = \text{Min}\{V_1 \text{ ou } V_2\} \quad (2.3)$$

com:

$$V_1 = 0,0015 P \cdot A \cdot N \quad (2.4)$$

$$V_2 = 0,003 (U \cdot C_{AE}) N \quad (2.5)$$

sendo:

$V_1$  – Volume aproveitável (litros)

$P$  – Pluviosidade média anual no local da instalação (mm)

$A$  – Área de captação ( $\text{m}^2$ )

$N$  – Número máximo de dias de retenção da água na cisterna (em geral, 20 a 30 dias, podendo considerar-se um valor superior, até 90 dias, quando as condições de armazenamento sejam adequadas)

$V_2$  – Volume consumido (litros)

$U$  – Número de habitantes, utentes ou operários

$C_{AE}$  – Consumo anual estimado (litros), tendo em atenção o número de utentes do edifício, conforme **Tabela 2.12**

Um dimensionamento mais rigoroso (não simplificado) é recomendável (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017):

- Em sistemas de grande dimensão;
- Quando a estrutura de consumos não é uniforme ao longo do tempo (situação que pode ser relevante, por exemplo, quando se considera a rega de espaços verdes ou ocupações sazonais);

- Quando se pretende verificar o funcionamento e as necessidades de suprimento de uma cisterna pré-dimensionada por métodos simplificados;
- Quando se pretende otimizar o volume da cisterna, tendo em atenção suprimentos.

Os métodos de dimensionamento baseiam-se, geralmente, em métodos tradicionais de determinação de volumes de reservatórios através de diferenças mensais, exigindo o conhecimento das precipitações locais e do diagrama de consumos (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O dimensionamento das tubagens de abastecimento da rede de água não potável deve ser feito de forma semelhante ao dimensionamento da rede potável e para idênticos níveis de conforto. As redes de água não potável, incluindo elementos acessórios, devem ser diferenciadas das redes de água potável. Sugere-se a utilização de tubagem de **cor púrpura** ou de fita adesiva colorida, de preferência com texto “Água não potável”, “Água da chuva” ou outro equivalente, devendo ser controlado periodicamente o estado de conservação destas marcas e avisos (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem ser sinalizados com advertências análogas às referidas, acompanhadas de simbologia adequada, como a apresentada na **Figura 2.8**. É recomendado que as torneiras de lavagem ou rega sejam dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança), para evitar usos inadequados (ANQIP ETA, 0701, 2013).



**Figura 2.8:** Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos alimentados pelo SAAP<sup>6</sup> (ANQIP ETA, 0701, 2013).

<sup>6</sup> Cores recomendadas: vermelho (RAL 3000), púrpura (RAL 3004) ou cores intermédias (RAL 3001 a RAL 3003). Dimensões recomendadas: 10 cm × 15 cm, admitindo-se dimensões inferiores quando justificado pelo espaço disponível.

O espaço por baixo da frase “Não beber” pode ser aproveitado para colocação do nome ou logotipo do fornecedor do equipamento e/ou instalador.

Assim, a água da chuva pode ter, entre outros, os seguintes usos:

- Descargas em bacias de retrete;
- Lavagem em máquinas de lavar roupa;
- Lavagem de pavimentos, automóveis, entre outros;
- Rega de zonas verdes;
- Outros usos (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, entre outros).

Os SAAP, se forem realizados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2013), proporcionam tratamentos básicos de filtragem (no filtro de montante) e de sedimentação (na cisterna). Podem ocorrer na cisterna processos de precipitação e/ou decomposição biológica, com efeito geralmente favorável na qualidade da água.

Para utilizações com eventual contacto humano, como a rega de zonas verdes, lavagem de pavimentos e descargas de autoclismos, a água da chuva pode não carecer de qualquer tratamento complementar, desde que observadas as prescrições da ETA 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2013). Contudo, recomenda-se que a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade aplicáveis a águas balneares. No caso das descargas de autoclismos, é recomendado ainda que seja colocado um aviso aconselhando o fechamento do tampo antes da descarga.

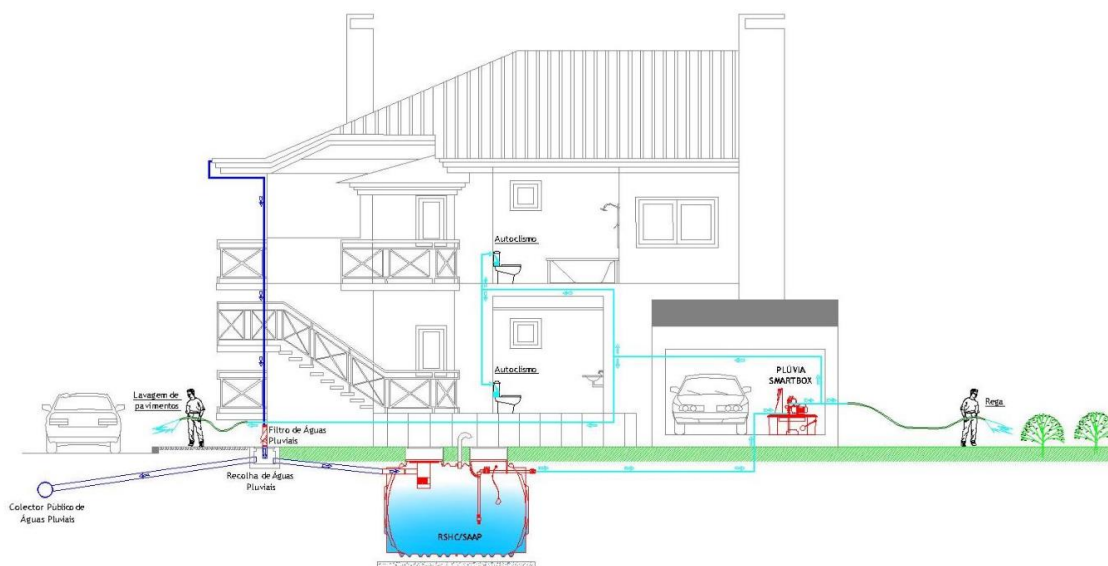
De um modo geral, os SAAP devem ser dotados de um sistema suplementar de abastecimento de água, para que o seu funcionamento contínuo seja assegurado mesmo em alturas de défice de precipitação para as utilizações previstas. O suprimento de água deve poder ser realizado sem que seja interrompido o abastecimento da rede não potável, recomendando-se a instalação de sistemas que façam, de forma automática e segura, a gestão e a comutação das fontes de abastecimento (ANQIP ETA, 0701, 2013).

Independentemente das intervenções excecionais de reparação e na ausência de condições que recomendem intervenções em períodos mais curtos, a manutenção do SAAP deverá realizar-se de acordo com as frequências mínimas indicadas na **Tabela 2.13**. As operações semestrais de manutenção devem ter lugar, preferencialmente, no início e no fim da época das chuvas (ANQIP ETA, 0701, 2013).

**Tabela 2.13:** Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017; ANQIP, ETA 0701, 2013).

Componentes	Frequência da manutenção
Filtros	Inspeção e limpeza semestrais
Sistema de desvio do <i>first flush</i>	Inspeção semestral e limpeza anual (se automático) ou semestral (se manual)
Caleiras e tubos de descarga	Inspeção e limpeza semestrais
Órgãos de tratamento/desinfeção	Inspeção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	De acordo com as indicações do fabricante
Cisterna	Inspeção anual e limpeza e higienização de 10 em 10 anos (no máximo)
Unidade de controlo	Inspeção semestral e manutenção anual
Canalizações e acessórios	Inspeção anual

Na **Figura 2.9** apresenta-se um exemplo esquemático de um SAAP (Ecodepur, [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt)).



**Figura 2.9:** Exemplo esquemático de um SAAP (Ecodepur, [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt)).

Relativamente ao *nexus* água-energia nos sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios, Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) referem que estes sistemas, ao reduzirem o consumo de água potável nos edifícios, contribuem para a redução dos consumos energéticos nos sistemas públicos de abastecimento e drenagem. Embora os SAAP requeiram um sistema de pressurização no edifício, o consumo de energia correspondente é igual a menor do que ao que ocorre quando a alimentação é feita a partir da rede pública.

### **2.3. Sistemas prediais de água: legislação em vigor**

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

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

Na **Tabela 2.14** resumem-se as principais medidas que é possível adotar nestas instalações, com o objetivo de promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas.

Em relação ao aumento da intensidade das precipitações, será necessário ajustar os padrões de dimensionamento da drenagem pluvial em novos edifícios e reavaliar os sistemas de drenagem nos sistemas existentes. Relativamente às ondas de calor extremas e ao risco inerente de escassez de água, é também necessário o ajuste das normas de projeto, em especial no que diz respeito ao dimensionamento de reservatórios prediais, quando existem, e ao aumento da eficiência no uso de água nos edifícios. Assim, o aproveitamento de águas pluviais e a reutilização das águas cinzentas devem ser promovidos, como contributos para o aumento da resiliência.

**Tabela 2.14:** Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às laterações climáticas (Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues, 2017).

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

Nos *Pontos 2.3.1 a 2.3.3*, serão referidas as regras de dimensionamento dos sistemas prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais e pluviais, em vigor em Portugal.

### **2.3.1. Dimensionamento de sistemas prediais de distribuição de água**

A constituição, instalação e dimensionamento de sistemas prediais de distribuição de água implica o conhecimento de algumas prescrições de carácter técnico-regulamentar, bem como de uma metodologia de cálculo adequada (Pedroso, 2016).

### 2.3.1.1. Caudais instantâneos

Os caudais instantâneos são os caudais necessários e suficientes que deverão chegar aos diferentes dispositivos de utilização, tendo em atenção as suas características particulares. Os caudais instantâneos mínimos a adotar no dimensionamento dos sistemas de distribuição deverão ser os indicados no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto e em Pedroso (2016), salvo nos casos em que os fabricantes dos respetivos dispositivos recomendem caudais de valor superior àqueles. Para o caso do dispositivo **Autoclismo de bacia de retrete (Br)**, o caudal mínimo a adotar é **0,10 L/s**.

### 2.3.1.2. Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo traduzem-se pelo somatório dos caudais instantâneos (caudais de cálculo), afetado de um coeficiente, que expressa a probabilidade dessa ocorrência, e que se designa por coeficiente de simultaneidade (Pedroso, 2016):

$$Q_c = x \cdot Q_a \quad (2.6)$$

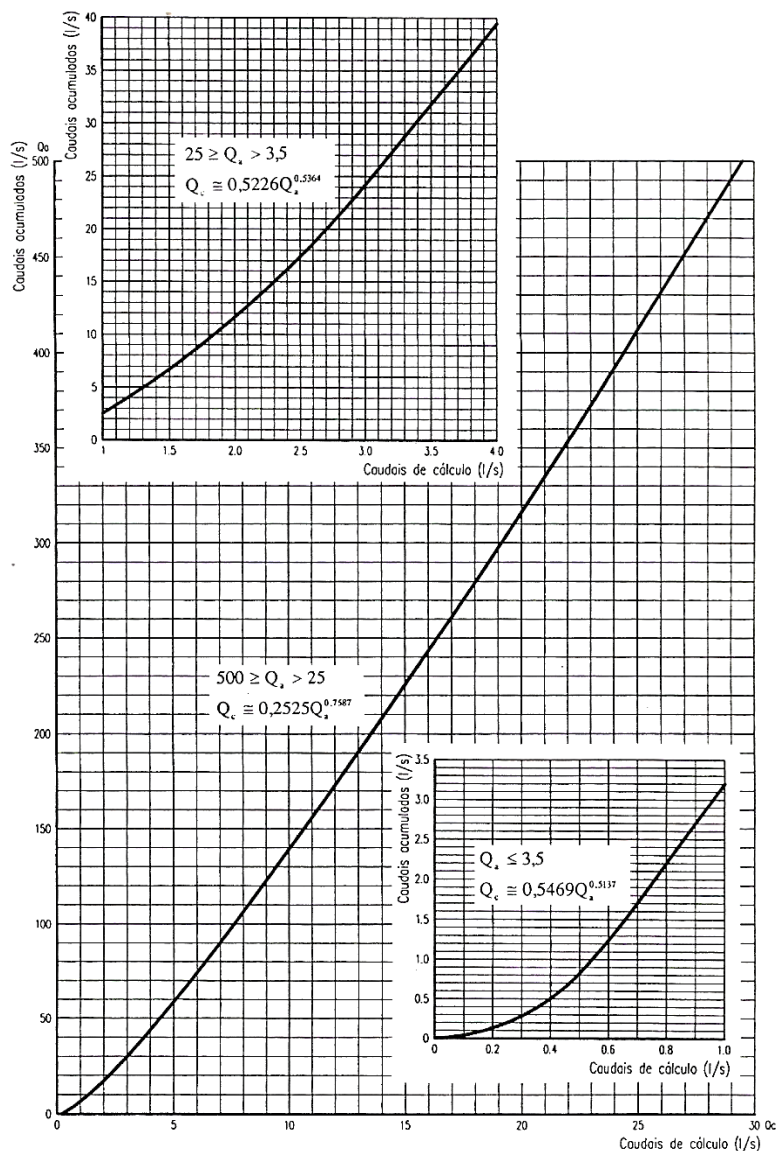
em que:

$Q_c$  – Caudal de cálculo (L/s)

$x$  – Coeficiente de simultaneidade

$Q_a$  – Caudal acumulado (L/s)

De acordo com a regulamentação aplicável, os coeficientes de simultaneidade poderão ser obtidos por via analítica ou gráfica (resultante de dados estatísticos). O Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto apresenta uma curva (**Figura 2.10**) que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, permite a obtenção direta dos caudais de cálculo a partir do caudal acumulado (somatório dos caudais instantâneos), considerando um nível de conforto médio. A referida legislação apresenta ainda duas outras curvas que se aplicam a níveis de conforto elevado e mínimo, tendo em conta os níveis de desempenho pretendidos para o sistema considerado.



**Figura 2.10:** Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (nível de conforto médio) (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto).

### 2.3.1.3. Dimensionamento das tubagens

O dimensionamento das tubagens é feito em função do caudal de água a assegurar nos dispositivos de utilização, do seu dimensionamento, da altura de distribuição, da pressão mínima a assegurar nos dispositivos e do material constituinte das tubagens (Pedroso, 2016).

### *Pressões de serviço*

As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa. O Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto recomenda que, por razões de conforto e durabilidade das tubagens, aquelas pressões oscilem entre 150 kPa e 300 kPa.

### *Velocidades de escoamento*

As velocidades de escoamento deverão variar entre 0,5 m/s e 2,0 m/s, também por razões de conforto e durabilidade das tubagens, dado que a maioria dos ruídos nas canalizações se devem a velocidades de escoamento do fluido elevadas, as quais dão lugar à produção de vibrações.

### *Diâmetros e perdas de carga contínuas*

A determinação dos diâmetros e perdas de carga contínuas das tubagens, resultantes fundamentalmente das características do fluido, neste caso da água, e das paredes das tubagens, poderá ser feita através da Equação da Continuidade (2.7) e da fórmula de Manning-Strickler (2.8) (Pedroso, 2016; Marques & Sousa, 2011).

$$Q = v \cdot s \quad (2.7)$$

em que:

$Q$  – Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$v$  – Velocidade de escoamento (m/s)

$s$  – Secção de passagem do fluido escoado (m<sup>2</sup>)

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (2.8)$$

em que:

$Q$  – Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$K_s$  – Rugosidade da tubagem (m<sup>1/3</sup>/s)

$A$  – Secção de passagem ocupada pelo fluido (m<sup>2</sup>)

$R_h$  – Raio hidráulico (m)

$J$  – Perda de carga unitária (m/m)

### ***Perdas de carga localizadas***

De acordo com Pedroso (2016), para além das perdas de carga ocorridas ao longo das tubagens, existem outras provocadas pelas singularidades existentes (por exemplo, válvulas, joelhos, entre outras). A perda de carga de percurso das tubagens deverá ser acrescida com as perdas de carga referentes a cada uma das singularidades existentes. Um incremento de 20% às perdas de carga de percurso é um valor que, para casos correntes, traduz a incidência de perdas de carga provocadas pelas singularidades existentes nas tubagens. Nos casos em que se verifique ser a incidência de singularidades demasiado significativa, face às dimensões da rede, os valores das perdas de carga localizadas poderão ser determinados pelo Método dos Comprimentos Equivalentes, o qual se baseia no princípio de que cada singularidade provoca perda de carga igual à que produziria um determinado comprimento de tubagem com o mesmo diâmetro.

#### **2.3.1.4. Verificação das condições de pressão**

Conhecidas as perdas de carga totais no troço de tubagem que conduz a água da rede pública até ao ponto  $x$  considerado, a pressão disponível nesse ponto obtém-se através da expressão (2.9) (Pedroso, 2016):

$$P_x = P_d - Z_n - \Delta H_T \quad (2.9)$$

em que:

$P_x$  – Pressão disponível no ponto considerado (m.c.a.)

$P_d$  – Pressão disponível na rede pública de distribuição, à entrada do edifício (m.c.a.)

$Z_n$  – Diferença de cota entre o ponto  $x$  e a rede pública de distribuição (m)

$\Delta H_T$  – Perdas de carga totais (m.c.a.)

#### **2.3.1.5. Dimensionamento de bombas**

Sempre que as condições de pressão e de caudal na rede pública de distribuição não assegurarem um correto desempenho funcional dos dispositivos de utilização instalados nas edificações, ter-se-á de recorrer à utilização de meios que possibilitem a obtenção dessas mesmas condições (Pedroso, 2016). A correção deste tipo de deficiências na

distribuição predial de água é conseguida pelo uso nos edifícios de instalações elevatórias e sobrepessoras.

### **Potência de uma bomba**

A potência de uma bomba tem de ser superior à que esta cede ao escoamento, devido às perdas nas transformações de energia em presença (Pedroso, 2016). Designe-se por  $H_e$  a carga à entrada na bomba, a qual traduz o trabalho exterior fornecido pelo motor, por  $H_s$  a carga à saída da bomba, a qual traduz o ganho energético do líquido na sua passagem pela bomba, e por  $\eta$  o rendimento da bomba, o qual traduz a relação entre a potência ganha e a do motor e assume sempre valores inferiores à unidade. Tem-se então que a diferença entre  $H_s$  e  $H_e$  corresponderá ao ganho de pressão que o líquido sofrerá na sua passagem pela bomba, o qual irá ser representado por  $H_{TOTAL}$ , donde a potência da bomba será expressa por (2.10):

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{TOTAL}}{\eta} \quad (2.10)$$

em que:

$P$  – Potência (W)

$\gamma$  – Peso volúmico (N/m<sup>3</sup>)

$Q$  – Caudal bombeado (m<sup>3</sup>/s)

$H_{TOTAL}$  – Altura total (m)

$\eta$  – Rendimento da bomba

### **Altura manométrica**

A altura manométrica representa o ganho de pressão que o líquido sofre na sua passagem pela bomba. O elemento de bombagem terá, pois, de fornecer ao líquido, para que este possa executar o trabalho referente ao deslocamento do seu peso entre duas posições definidas, a energia que lhe possibilite transpor as resistências que se opõem a esse deslocamento (Pedroso, 2016).

Determinam-se assim, a **altura manométrica de aspiração (2.11)**, a qual corresponde à diferença entre a altura que representa a pressão atmosférica e a pressão à entrada da bomba e a **altura manométrica de compressão (2.13)**, a qual corresponde à diferença

entre a altura representativa da pressão à saída da bomba e a representativa da pressão atmosférica (Pedroso, 2016):

$$H_a = Z_a + \frac{v^2}{2g} + \Delta H_a \quad (2.11)$$

em que:

$H_a$  – Altura manométrica de aspiração (m)

$Z_a$  – Desnível geométrico entre a superfície do líquido e a entrada na bomba (m)

$v$  – Velocidade do líquido à entrada na bomba (m/s)

$\Delta H_a$  – Perda de carga na tubagem de aspiração (m)

Na prática, normalmente despreza-se a parcela  $v^2/2g$ , devido à sua fraca influência no resultado final.

$$H_c = Z_c + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \Delta H_c \quad (2.12)$$

em que:

$H_c$  – Altura manométrica de compressão(m)

$Z_c$  – Desnível geométrico entre a saída da bomba e a saída do troço de compressão (m)

$v_1$  – Velocidade do líquido à saída da bomba (m/s)

$v_2$  – Velocidade do líquido à saída do troço de compressão (m/s)

$\Delta H_c$  – Perda de carga na tubagem de compressão (m)

Se  $v_1$  for igual a  $v_2$ , virá:

$$H_c = Z_c + \Delta H_c \quad (2.13)$$

Por fim, através do somatório das alturas manométricas de aspiração e de compressão, obtém-se a altura manométrica total (2.14):

$$H = H_a + H_c \quad (2.14)$$

### 2.3.2. Dimensionamento de sistemas prediais de drenagem de águas residuais

A constituição, instalação e dimensionamento de sistemas prediais de distribuição de drenagem de águas residuais implica o conhecimento de algumas prescrições de caráter

técnico-regulamentar, bem como de uma metodologia de cálculo adequada (Pedroso, 2016).

### 2.3.2.1. Caudais de descarga

Os caudais de descarga são os caudais descarregados pelos aparelhos sanitários para a rede de drenagem, tendo em atenção as suas características particulares. Os caudais de descarga a adotar no dimensionamento das redes de drenagem, deverão ser os indicados no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto e em Pedroso (2016), salvo os casos em que os fabricantes dos aparelhos sanitários recomendem caudais de valor superior. Para o caso do aparelho **Lavatório (Lv)**, o caudal de descarga a adotar é **30 L/min**.

### 2.3.2.2. Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo traduzem-se pelo somatório dos caudais de descarga (caudal acumulado), atribuídos aos aparelhos sanitários, afetado de um coeficiente, que expressa a probabilidade dessa ocorrência, e que se designa por coeficiente de simultaneidade (Pedroso, 2016):

$$Q_c = c_s \cdot Q_a \quad (2.15)$$

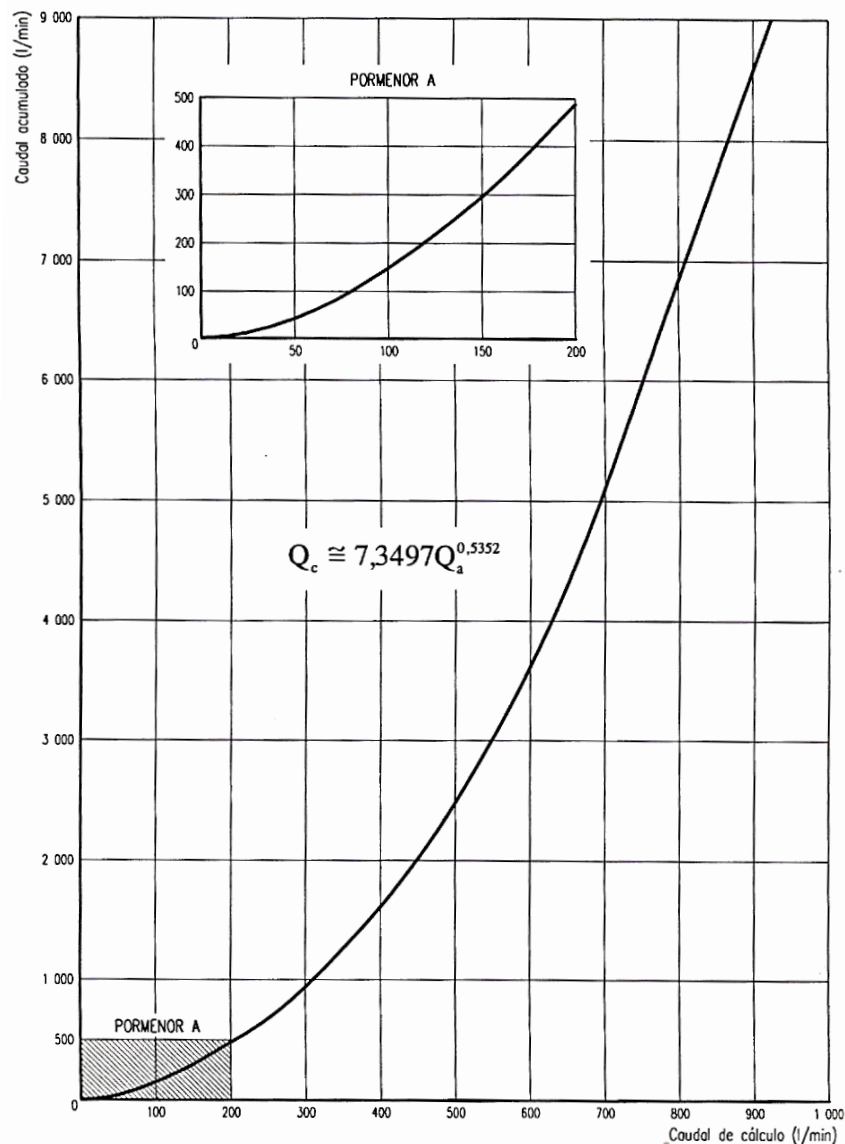
em que:

$Q_c$  – Caudal de cálculo (L/min)

$c_s$  – Coeficiente de simultaneidade

$Q_a$  – Caudal acumulado (L/min)

De acordo com a regulamentação aplicável, os coeficientes de simultaneidade poderão ser obtidos por via analítica ou gráfica. A curva representada na **Figura 2.11**, permite a obtenção direta dos caudais de cálculo a partir do conhecimento dos caudais acumulados confluentes (somatório dos caudais de descarga). O coeficiente de simultaneidade deverá ter em conta a especificidade da instalação (Pedroso, 2016).



**Figura 2.11:** Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto).

### 2.3.2.3. Capacidade de autolimpeza das tubagens

Nos casos em que as águas a drenar contenham elevados teores de gorduras, lamas, entre outros, deve proceder-se à verificação da capacidade de autolimpeza das tubagens de fraca pendente, principalmente nos casos em que se trate de coletores prediais ou de ramais de ligação (Pedroso, 2016). Para que esta condição se verifique, em termos satisfatórios, a tensão de arrastamento deverá ser superior a 2,45 Pa e calculada da seguinte pela seguinte expressão (2.16):

$$\tau = \gamma \cdot R_h \cdot i \quad (2.16)$$

em que:

$\tau$  – Tensão de arrastamento (Pa)

$\gamma_{rs}$  – Peso específico da água residual (N/m<sup>3</sup>)

$R_h$  – Raio hidráulico (m)

$i$  – Inclinação da tubagem (m/m)

Nesse sentido, as velocidades de escoamento não devem ser inferiores a 0,6 m/s para águas residuais sem gorduras ou com teores destas muito reduzidos e 1,2 m/s para águas residuais com significativos teores de gorduras (Pedroso, 2016).

#### 2.3.2.4. Ramais de descarga

##### *Ramais de descarga individuais*

Os ramais de descarga individuais poderão ser dimensionados para um escoamento a secção cheia, nos casos de sistemas apenas com ventilação primária, desde que a distância entre o sifão e a secção ventilada não ultrapasse o valor máximo admissível (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto), ou nos casos de sistemas com ventilação secundária; caso contrário, o dimensionamento deverá ser feito como para os ramais de descarga não-individuais (Pedroso, 2016). As inclinações dos ramais de descarga terão de estar compreendidas entre 10 e 40 mm/m. Os valores mínimos a considerar para os diâmetros dos ramais de descarga individuais dos aparelhos sanitários são, por exemplo: **Bacia de retrete (90 mm); Lavatório (40 mm) e Urinol suspenso (50 mm).**

##### *Ramais de descarga não-individuais*

Os ramais de descarga não-individuais não deverão ser dimensionados para escoamentos superiores a meia secção. As inclinações terão de estar compreendidas entre 10 e 40 mm/m. O diâmetro interior dos ramais de descarga é calculado através da expressão (2.8), substituindo  $J$  por  $i$  – inclinação (m/m). O raio hidráulico é obtido através do quociente entre a área da secção líquida e o perímetro da secção líquida em contacto com as paredes de tubagem (Pedroso, 2016). Para escoamento a secção cheia e a meia secção, o raio

hidráulico pode ser obtido através da divisão do diâmetro interior da tubagem ( $D$ ) por quatro ( $R_h = D/4$ ), donde virá que:

$$\text{Para escoamentos a secção cheia: } D = \frac{Q^{3/8}}{0,6459 \cdot K_s^{3/8} \cdot i^{3/16}} \quad (2.17)$$

$$\text{Para escoamentos a meia secção: } D = \frac{Q^{3/8}}{0,4980 \cdot K_s^{3/8} \cdot i^{3/16}} \quad (2.18)$$

Também pode ser obtido utilizando ábacos ou tabelas apresentadas em Pedroso (2016).

### 2.3.2.5. Ramais de ventilação

Nos casos em que se verifique a necessidade de existirem ramais de ventilação, o seu diâmetro interior deve ser igual ou superior a  $2/3$  do diâmetro dos ramais de descarga que ventilam. Os troços horizontais deverão possuir inclinação ascendente, no sentido contrário ao do escoamento do ramal que ventilam, de valor não inferior a 20 mm/m (Pedroso, 2016).

### 2.3.2.6. Tubos de queda

O diâmetro dos tubos de queda não deve ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais que para ele confluem, com um mínimo de 50 mm. O diâmetro dos tubos de queda deve ser constante ao longo de todo o seu desenvolvimento e deverão ser dimensionados para uma taxa de ocupação máxima do caudal drenado de  $1/3$ , se o sistema possuir ventilação secundária; caso contrário, esta taxa de ocupação descerá até  $1/7$ , com o aumento do seu diâmetro, de acordo com a expressão (2.19):

$$Q \leq 2,5D \quad (2.19)$$

em que:

$Q$  – Caudal de cálculo (L/min)

$D$  – Diâmetro interior do tubo de queda (mm)

O diâmetro interior dos tubos de queda é calculado através da expressão (2.20):

$$D = 4,4205 \cdot Q^{3/8} \cdot t_s^{-5/8} \quad (2.20)$$

em que:

$D$  – Diâmetro interior do tubo de queda (mm)

$Q$  – Caudal de cálculo (L/min)

$t_s$  – Taxa de ocupação

Também pode ser obtido utilizando ábacos ou tabelas apresentadas em Pedroso (2016).

De referir que uma rede de drenagem de águas residuais terá sempre de possuir ventilação primária, a qual será obtida através do prolongamento do tubo de queda até à sua abertura para o exterior da edificação (Pedroso, 2016).

#### **2.3.2.7. Coletores prediais**

O diâmetro dos coletores prediais não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 100 mm. As inclinações dos coletores devem estar compreendidas entre 10 e 40 mm/m. Os coletores devem ser dimensionados para um escoamento não superior a meia secção. O diâmetro interior dos coletores prediais pode ser calculado pela expressão (2.8), substituindo  $J$  por  $i$  – inclinação (m/m) ou através de tabelas apresentadas em Pedroso (2016).

#### **2.3.2.8. Ramais de ligação**

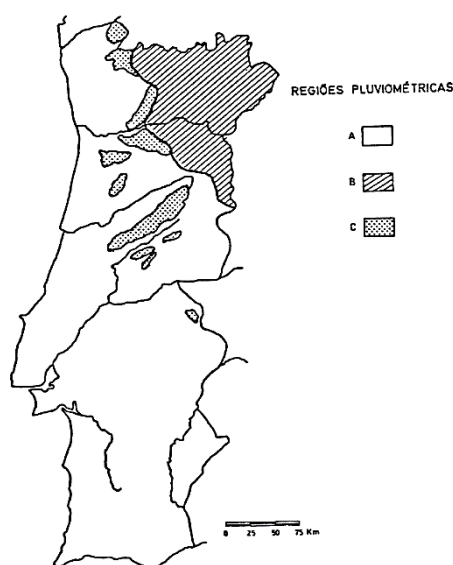
O diâmetro dos ramais de ligação prediais não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 125 mm. As inclinações dos ramais de ligação não deverão ser inferiores a 10 mm/m, sendo aconselhável que se situem entre 20 e 40 mm/m. O diâmetro interior dos ramais de ligação é calculado do mesmo modo que os coletores prediais (Pedroso, 2016).

### 2.3.3. Dimensionamento de sistemas prediais de drenagem de águas pluviais

A constituição, instalação e dimensionamento de sistemas prediais de distribuição de água implica o conhecimento de algumas prescrições de carácter técnico-regulamentar, bem como de uma metodologia de cálculo adequada (Pedroso, 2016).

#### 2.3.3.1. Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo deverão ser obtidos com base em curvas de intensidade, duração, frequência (Pedroso, 2016), que fornecem os valores das médias das intensidades máximas de precipitação, para as diferentes regiões pluviométricas (**Figura 2.12**), adotando para o efeito um período de retorno mínimo de 5 anos, para uma duração de precipitação de 5 minutos (Regiões A, B e C – Precipitação: 1,75 L/min.m<sup>2</sup>, 1,40 L/min.m<sup>2</sup> e 2,10 L/min.m<sup>2</sup>, respetivamente).



**Figura 2.12:** Regiões pluviométricas<sup>7</sup> (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto).

As curvas são obtidas com base no tratamento estatístico de registos udográficos recolhidos para as diferentes regiões pluviométricas consideradas, traduzidas através da expressão (2.21):

<sup>7</sup> As regiões autónomas dos Açores e Madeira consideram-se como pertencentes à região pluviométrica referenciada por C.

$$I = a \cdot t^b \quad (2.21)$$

em que:

$I$  – Intensidade de precipitação (mm/h)

$t$  – Duração da precipitação (min)

$a, b$  – Constantes dependentes do período de retorno

As constantes  $a$  e  $b$  são obtidas por ajustamento das curvas aos valores dos registos. A **Tabela 2.15** refere os valores obtidos nos ajustamentos para períodos de retorno de 5 anos. Períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 são referidos no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto.

**Tabela 2.15:** Valores dos parâmetros  $a, b$  (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto).

Período de retorno (anos)	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
5	259,26	-0,562	207,41	-0,562	311,11	-0,562

Determinada a intensidade de precipitação, o caudal de cálculo é determinado de acordo com a expressão (2.22):

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (2.22)$$

em que:

$Q$  – Caudal de cálculo (L/min)

$C$  – Coeficiente de escoamento

$I$  – Intensidade de precipitação (L/min.m<sup>2</sup>)

$A$  – Área a drenar em projeção horizontal (m<sup>2</sup>)

O coeficiente de escoamento poderá tomar valores entre 0,75 e 0,95 para **Telhados e Coberturas** (Marques & Sousa, 2011).

### 2.3.3.2. Caleiras e algerozes

A altura da lâmina líquida no interior das caleiras e dos algerozes não deve ultrapassar 7/10 da altura da sua secção transversal, salvo se for assegurado que, em caso de

transbordo, este não se dará para o interior do edifício. As inclinações das caleiras e algerozes deverão oscilar entre 2 e 15 mm/m, sendo recomendada a adoção de valores entre 5 e 10 mm/m. A secção das caleiras pode ser determinada recorrendo à expressão de (2.8), ou através da tabela referida em Pedroso (2016).

### 2.3.3.3. Tubos de queda

O diâmetro dos tubos de queda não deverá ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais de descarga que para ele confluem, com um mínimo de 50 mm e deve preferencialmente ser constante ao longo de todo o seu desenvolvimento (Pedroso, 2016).

Para um escoamento normal, quando se processa em descarregador, o caudal escoado é dado pela expressão (2.23):

$$Q = \left( \alpha + \beta \frac{H}{D} \right) \pi \cdot D \cdot H \sqrt{2gH} \quad (2.23)$$

em que:

$Q$  – Caudal escoado (m<sup>3</sup>/s)

$H$  – Carga no tubo de queda (m)

$D$  – Diâmetro interior do tubo de queda (m)

$g$  – Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

$\alpha = 0,453$  (entrada em aresta viva no tubo de queda) ou 0,578 (entrada cónica no tubo de queda)

$\beta = 0,350$

A expressão (2.23) poderá ser utilizada para a determinação dos diâmetros dos tubos de queda sempre que:

- O tubo de queda tenha um comprimento  $L \geq 0,04D$  (m) e entrada em aresta viva;
- O tubo de queda tenha um comprimento  $L \geq 1$  m e entrada cónica;
- Sem quaisquer restrições, quando o tubo de queda não possua acessórios na base que introduzam sinuosidades.

Também pode ser obtido utilizando tabelas apresentadas em Pedroso (2016).

#### **2.3.3.4. Coletores prediais**

O diâmetro dos coletores prediais não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 100 mm e as inclinações devem estar compreendidas entre 5 e 40 mm/m, sendo aconselhável não utilizar valores inferiores a 10 mm/m (Pedroso, 2016). Os coletores podem ser dimensionados para um escoamento a secção cheia. O diâmetro interior dos coletores prediais é calculado através da expressão (2.8), ou através da tabela apresentada em Pedroso (2016).

#### **2.3.3.5. Ramais de ligação**

O diâmetro dos ramais de ligação prediais não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 125 mm. As inclinações não deverão ser inferiores a 10 mm/m, sendo aconselhável que se situe entre 20 e 40 mm/m. Podem ser dimensionados para um escoamento a secção cheia, desde que o ramal se destine única e exclusivamente ao transporte de águas pluviais ou equiparadas. O diâmetro interior é calculado da mesma forma que os coletores prediais (Pedroso, 2016).

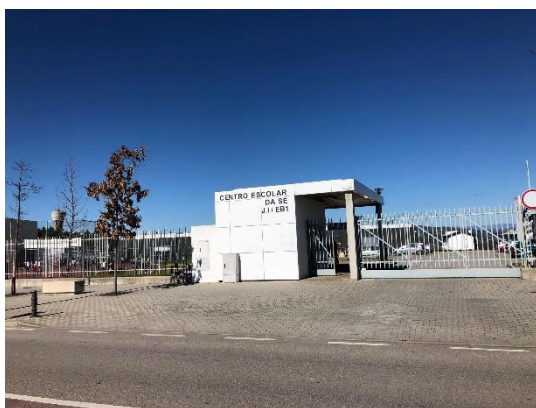
# Capítulo 3

## Material e Métodos

Neste capítulo apresenta-se uma descrição do CESé, e é feita uma caracterização dos aparelhos sanitários e dispositivos de utilização (medições de caudal). É ainda caracterizado o sistema de rega. Como potenciais soluções para redução do consumo de água potável no CESé, propõe-se as seguintes opções (Regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização; Regulação e substituição de dispositivos de utilização; Aproveitamento de águas pluviais; Reutilização de águas cinzentas; Sistema de rega).

### 3.1. Descrição do Centro Escolar da Sé

O CESé (**Figuras 3.1-(a)** e **(b)**), edifício do ano 2010, localizado na cidade de Bragança, destina-se a alunos do Ensino Pré-Escolar e do 1.º Ciclo do Ensino Básico do concelho de Bragança.



(a)



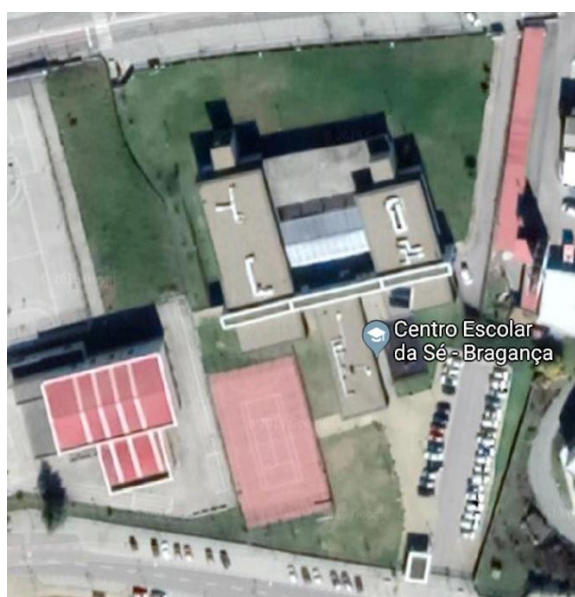
(b)

**Figura 3.1:** Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança: (a) Entrada principal do edifício; (b) Alçado Norte do edifício.

Possui espaços de ensino, de apoio e sociais, com as seguintes características:

- Área para jardim de infância e para o 1.º ciclo;
- 10 salas de aula para 25 alunos cada;
- 4 salas para jardim de infância;
- 2 salas de apoio para alunos com necessidades educativas especiais;
- Sala de educação visual e trabalhos manuais;
- 1 ateliê de Educação Musical e Expressão Dramática;
- Biblioteca;
- Salão polivalente para convívio entre alunos;
- Refeitório com copa de apoio;
- Posto de primeiros socorros;
- Sala de reuniões e de convívio para professores;
- Sala de atendimento aos pais;
- Gabinete de trabalho para a coordenação do Centro;
- 17 Instalações sanitárias;
- Equipamentos desportivos;
- Equipamento informático e de tecnologias da informação e comunicação.

O Centro Escolar é constituído por dois pisos (piso -1 e piso 0), possuindo uma área verde envolvente com aproximadamente 4884 m<sup>2</sup>, um campo de jogos e um parque de estacionamento (**Figura 3.2**).



**Figura 3.2:** Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança (Fotografia aérea) (Google Maps, [www.google.pt/maps](http://www.google.pt/maps)).

O piso -1 é constituído por 8 instalações sanitárias e um refeitório com copa e o piso 0 por 9 instalações sanitárias e uma sala de convívio para professores e funcionários.

O número de alunos do Ensino Pré-escolar e do 1.º Ciclo, bem como o número de funcionários docentes e não docentes dos anos letivos 2015/2016 a 2018/2019 é apresentado na **Tabela 3.1**. De referir que mesmo durante as pausas letivas, o Centro Escolar funciona como ATL (Atividades de Tempos Livres).

**Tabela 3.1:** Número de utilizadores do Centro Escolar da Sé em diferentes anos letivos.

Ano letivo	N.º de alunos		N.º de funcionários		N.º de docentes	
	Pré-escolar	1.º Ciclo	Pré-escolar	1.º Ciclo	Docentes de apoio	Docentes Titulares
2015/2016	85	236	7	6	40	10
2016/2017	97	255	8	6	41	11
2017/2018	99	261	8	6	41	11
2018/2019	90	264	7	6	41	11

A recolha de dados envolveu monitorizações diretas, observação de comportamentos, entrevistas e questionários aplicados a funcionários docentes e não docentes do CESé, com o intuito de perceber os hábitos dos utilizadores do edifício, relativamente ao “Consumo de água no Centro Escolar”.

### 3.2. Caracterização dos aparelhos sanitários e dispositivos de utilização

Os aparelhos sanitários e os dispositivos de utilização implementados no CESé são os que contam na **Tabela 3.2**.

**Tabela 3.2:** Aparelhos sanitários e dispositivos de utilização do Centro Escolar.

Pisos	Bacias de retrete com autoclismo	Fluxómetros de mictórios	Torneiras <sup>(a)</sup>		Chuveiros <sup>(d)</sup>
			Lavatório	Cozinha	
			Temporizadas		
Piso -1	27	14	37	1 <sup>(b)</sup>	1
Piso 0	23	14	33	1 <sup>(c)</sup>	1

<sup>(a)</sup> Apenas com água fria; <sup>(b)</sup> Torneira misturadora de monocomando; <sup>(c)</sup> Torneira simples. <sup>(d)</sup> Os chuveiros não são utilizados.

### 3.2.1. Medições efetuadas nos dispositivos de utilização

#### *Torneiras de lavatório (temporizadas)*

De forma aleatória, foram selecionadas 20 torneiras para medição do caudal. Utilizou-se um copo graduado e um cronómetro. Seguindo a metodologia de Gonçalves (2014) colocou-se o copo graduado debaixo da torneira e mediu-se o volume e o tempo de débito de água (**Figura 3.3**). Os resultados são apresentados na **Tabela 3.3**.



**Figura 3.3:** Medição de caudal debitado por torneira de lavatório.

**Tabela 3.3:** Resultado médio das medições efetuadas "in situ" em torneiras de lavatório.

<b>Tempo (segundos)</b>	8
<b>Volume (litros)</b>	$1,0 \pm 0,1$
$\bar{x} \pm s$	

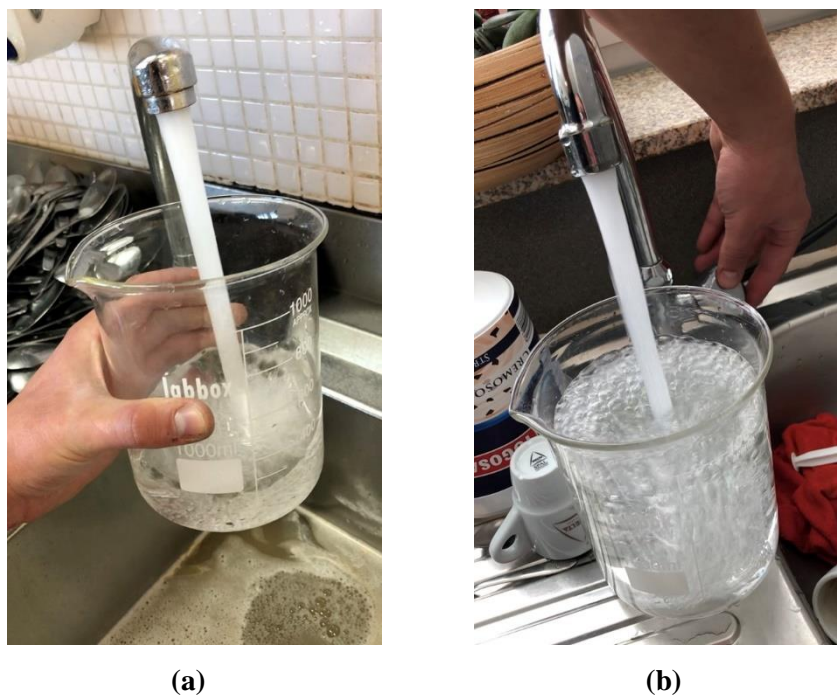
$\bar{x}$  – média;  $s$  – desvio padrão

Assim sendo, estima-se que o caudal debitado pelas torneiras de lavatório seja de **7,5 L/min.**

#### *Torneiras de cozinha*

A metodologia utilizada para a medição do caudal nas torneiras dos pisos -1 e 0 foi idêntica à utilizada nas torneiras de lavatório. No entanto, como estas torneiras não são temporizadas, colocou-se o copo graduado debaixo da torneira e mediu-se o tempo necessário para encher 1 litro (**Figuras 3.4-(a)** e **(b)**), repetindo-se o procedimento três

vezes. Para efetuar esta medição, pediu-se a um utilizador habitual para proceder à abertura das torneiras. Os resultados são apresentados na **Tabela 3.4**.



**Figura 3.4:** Medição de caudal debitado por torneira de: **(a)** Refeitório; **(b)** Sala de convívio.

**Tabela 3.4:** Resultado médio das medições efetuadas "in situ" em torneiras de cozinha.

<b>Tempo (segundos)</b>	$6 \pm 0,1$
$\bar{x} \pm s$	
<b>Volume (litros)</b>	1,0

$\bar{x}$  – média;  $s$  – desvio padrão

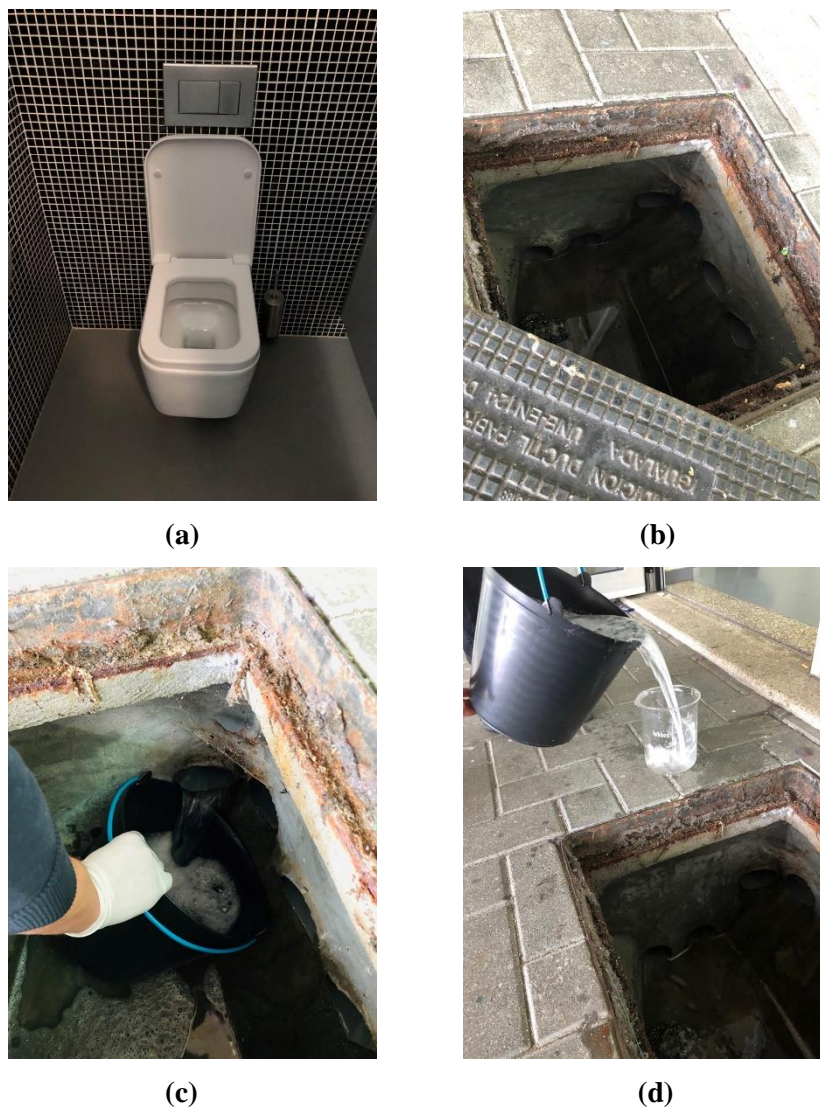
Assim sendo, estima-se que o caudal debitado pelas torneiras de cozinha seja de **10,0 L/min**.

Importa referir que a torneira da **Figura 3.4-(a)**, habitualmente funciona 2 horas por dia. Assim sendo, estima-se um consumo de cerca de **1200 L/dia**, só neste dispositivo.

#### ***Autoclismos de bacias de retrete***

Os autoclismos instalados são de descarga dupla (6 L/3 L). Para confirmar o volume de descarga em cada um dos botões, utilizou-se um balde com a capacidade de 7 litros e um copo graduado de volume 1 litro. Em primeiro lugar, retirou-se a tampa de uma caixa de inspeção da rede de drenagem de águas residuais, fez-se uma descarga, recolheu-se a água

proveniente de uma bacia de retrete num balde de 7 litros, e efetuou-se a medição com o auxílio do copo graduado. Foram seleccionados 3 autoclismos de forma aleatória (**Figuras 3.5-(a) a (d)**). Os resultados são apresentados na **Tabela 3.5**.



**Figura 3.5:** Medição de volume de descarga dos autoclismos: (a) Bacia de retrete com autoclismo; (b) Abertura da caixa de inspeção; (c) Recolha da água residual proveniente da descarga; (d) Medição do volume de descarga.

**Tabela 3.5:** Resultado médio das medições efetuadas "in situ" nos autoclismos.

<b>Volume de descarga (botão de 6 litros)</b>	
$\bar{x} \pm s$	$6,5 \pm 0,2$
<b>Volume de descarga (botão de 3 litros)</b>	
$\bar{x} \pm s$	$3,5 \pm 0,1$

$\bar{x}$  – média;  $s$  – desvio padrão

Da análise da **Tabela 3.5**, é possível verificar que os volumes de descarga medidos estão acima dos valores definidos em fábrica. No entanto, estão dentro do intervalo de tolerância.

### ***Fluxómetros de mictórios***

O volume de descarga dos urinóis foi medido seguindo o procedimento de Gonçalves (2014). Primeiro tapou-se a saída da bacia do urinol com isolamento XPS envolvido com silicone, com o objetivo de o tornar estanque, esperando cerca de 30 minutos para secar o silicone. Depois, foi efetuada uma descarga e a água que ficou na bacia do urinol foi retirada com um recipiente. Quando, com o recipiente, não se conseguiu retirar toda a água presente, recorreu-se a papel absorvente. A quantidade de água recolhida no recipiente e no papel absorvente foi transferida para um copo graduado com capacidade de 1 litro, por forma a determinar o volume de descarga. Este procedimento foi repetido em 3 urinóis selecionados de forma aleatória (**Figura 3.6**). Os resultados são apresentados na **Tabela 3.6**.



**Figura 3.6:** Medição do volume de descarga dos urinóis.

**Tabela 3.6:** Resultado médio das medições efetuadas "in situ" nos urinóis.

<b>Volume de descarga (litros)</b>	
$\bar{x} \pm s$	$2,0 \pm 0,1$

$\bar{x}$  – média;  $s$  – desvio padrão

### *Rega de espaços exteriores*

De acordo com informação disponibilizada pela Câmara Municipal de Bragança, e por observação “in situ”, o sistema de rega implementado no CESé (**Figuras 3.7-(a) e (b)**):

- É automático;
- É constituído por 12 setores, tendo cada setor 7 aspersores (totalizando 84 aspersores);
- Funciona em dois ciclos: o primeiro ciclo das 22 horas até cerca das 2 horas da manhã e o segundo ciclo das 4 horas até cerca das 8 horas da manhã;
- Cada setor funciona alternadamente cerca de 20 minutos;
- Normalmente, entra em funcionamento em meados do mês de maio, prolongando-se até meados do mês de setembro.



**(a)**



**(b)**

**Figura 3.7:** Sistema de rega: **(a)** Aspersor; **(b)** Em funcionamento.

Para estimar o consumo de água em cada ciclo, foram realizadas medições “in situ” da seguinte forma: registou-se a leitura de água no contador, posteriormente foi acionado o sistema de rega e no final do ciclo registou-se novamente a leitura no contador (**Figura 3.8**).



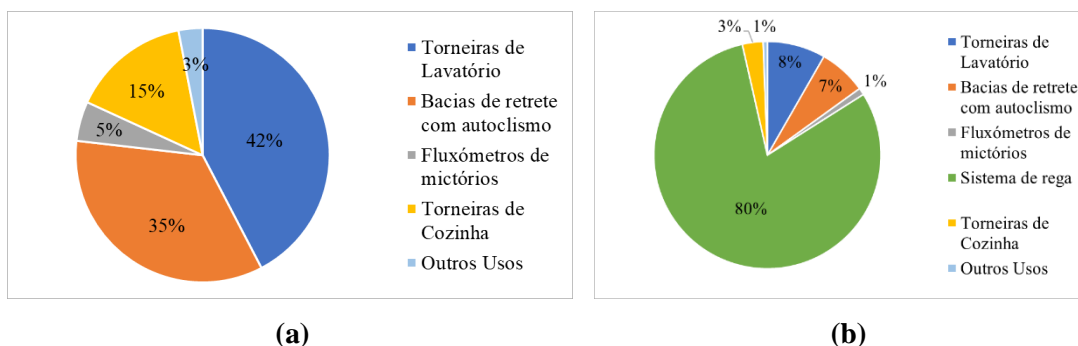
**Figura 3.8:** Leitura de água no contador: **(a)** Antes do ciclo de rega; **(b)** Depois do ciclo de rega.

Após realização deste ensaio, estima-se que o consumo de água em cada ciclo seja de 12500 litros. Assim, estima-se um consumo de **25000 L/dia**, só referente ao sistema de rega.

### 3.3. Proposta de soluções para redução do consumo de água potável

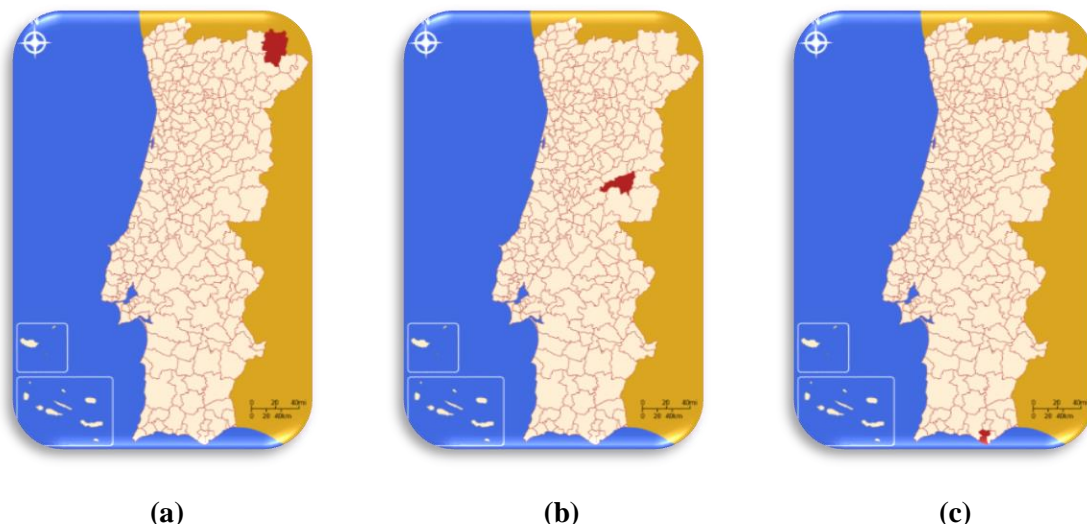
#### 3.3.1. Consumo de água no edifício

Nas **Figuras 3.9-(a)** e **(b)** é apresentada a distribuição do consumo de água no CESé, em **mês típico** e em **mês com rega**, estimada com base em dados disponibilizados pela Câmara Municipal de Bragança (para os anos de 2015, 2016 e 2017), medidos “in situ”, por observação de hábitos de consumo de água, por entrevista aos utilizadores e por questionários aplicados a funcionários docentes e não docentes (ver questionários nos **Anexos I.1 e I.2**).



**Figura 3.9:** Distribuição do consumo de água: **(a)** Mês típico; **(b)** Mês com rega.

Face ao consumo de água estimado no CESé, e conhecendo o tarifário de água em vigor no concelho de Bragança (**Figura 3.10-(a)** e **Tabelas 3.7 e 3.8**) decidiu fazer-se uma análise das soluções a propor, admitindo a localização do Centro Escolar com as mesmas características, num concelho da região Centro (Fundão) (**Figura 3.10-(b)** e **Tabelas 3.9 e 3.10**) e num concelho da região do Algarve (Faro) (**Figura 3.10-(c)** e **Tabelas 3.11 e 3.12**).



**Figura 3.10:** Concelhos de: (a) Bragança; (b) Fundão; (c) Faro.

**Tabela 3.7:** Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Bragança (CMB, 2019).

<b>Estado e Entidades Públicas (escalão único)</b>		
<b>Tarifas variáveis (por m<sup>3</sup>)</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
1,86 €	0,58 €	2,71 €

**Tabela 3.8:** Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Bragança (CMB, 2019).

<b>Estado e Entidades Públicas (escalão único)</b>		
<b>Tarifas fixas</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
8,00 €	2,04 €	4,75 €

**Tabela 3.9:** Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Fundão (ERSAR, 2019).

<b>Entidades Públicas (escalão único)</b>		
<b>Tarifas variáveis (por m<sup>3</sup>)</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
4,21 €	4,21 €	2,19 €

**Tabela 3.10:** Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Fundão (ERSAR, 2019).

<b>Entidades Públicas (escalão único)</b>		
<b>Tarifas fixas</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
0,00 €	1,59 €	16,06 €

**Tabela 3.11:** Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Faro (FAGAR, 2019).

<b>Consumidores não domésticos (escalão único)</b>		
<b>Tarifas variáveis (por m<sup>3</sup>)</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
2,75 €	1,85 €	2,013 €

**Tabela 3.12:** Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Faro (FAGAR, 2019).

<b>Consumidores não domésticos (escalão único)</b>		
<b>Tarifas fixas</b>		
<b>Água</b>	<b>Saneamento Urbano</b>	<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>
0,00 €	5,21 €	13,79 €

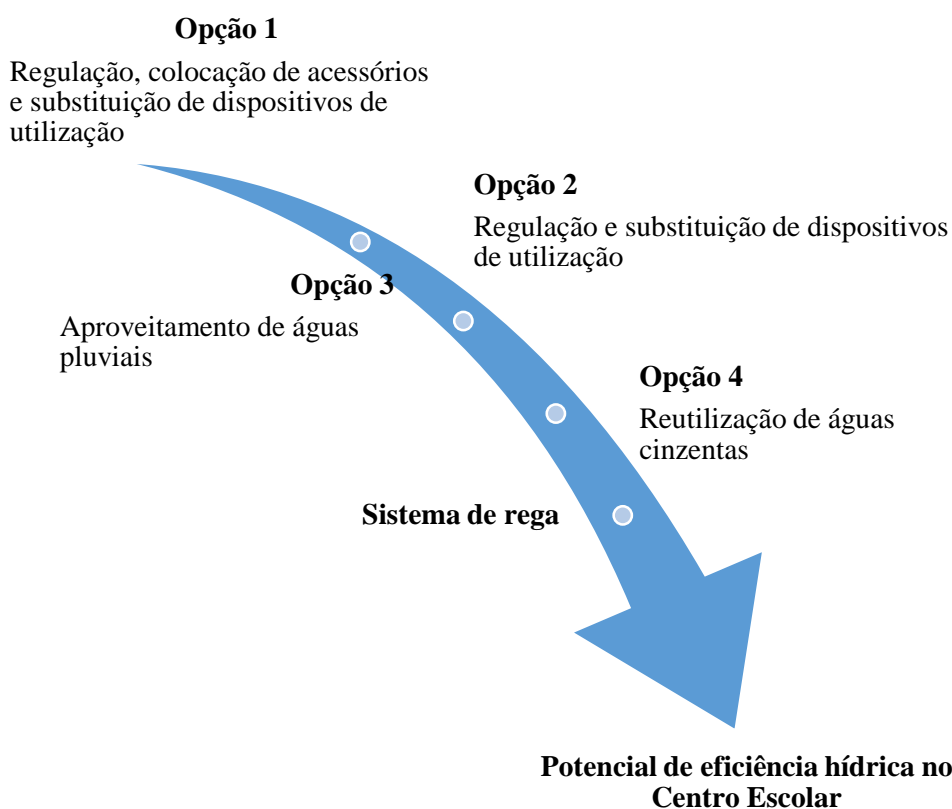
A seleção dos dois concelhos, deve-se ao facto de:

- No concelho do Fundão, tal como no de Bragança, o clima ser temperado, com influências tanto continentais como atlânticas, apresentando valores de pluviosidade semelhantes (**Anexo II, Tabelas II.1 e II.2**). No entanto, o tarifário de água é muito superior no concelho do Fundão;

- No concelho de Faro, o clima ser mediterrânico, apresentando valores de pluviosidade diferentes em relação aos outros dois concelhos (**Anexo II, Tabela II.3**). Neste concelho, o tarifário de água é superior ao do concelho de Bragança e inferior ao de Faro.

### 3.3.2. Soluções para redução do consumo de água

Tendo em vista a aplicação do princípio dos 5R (Reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar a água; reciclar a água; recorrer a origens alternativas) (Silva-Afonso, 2009), e face aos consumos de água apresentados nas **Figuras 3.9-(a) e (b)**, são propostas as seguintes soluções para redução do consumo de água potável no CESé (ver **Figura 3.11 e Tabela 3.13**).



**Figura 3.11:** Aplicação do princípio dos 5R da eficiência hídrica no Centro Escolar.

**Tabela 3.13:** Soluções propostas para redução do consumo de água potável no Centro Escolar.

<b>Soluções propostas</b>		
<p><b>Opção 1</b></p> <p>Regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Colocação de redutores de caudal nas torneiras de lavatório</li> <li>• Substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>	
<p><b>Opção 2</b></p> <p>Regulação e substituição de dispositivos de utilização</p>	<p><b>Cenário 2.1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 1,8 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
	<p><b>Cenário 2.2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
<p><b>Opção 3</b></p> <p>Aproveitamento de águas pluviais (SAAP)</p>	<p><b>Cenário 3.1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas pluviais</li> <li>• Substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
	<p><b>Cenário 3.2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas pluviais</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 1,8 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
	<p><b>Cenário 3.3</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas pluviais</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5,0 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
<p><b>Opção 4</b></p> <p>Reutilização de águas cinzentas (SPRAC)</p>	<p><b>Cenário 4.1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas cinzentas</li> <li>• Substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
	<p><b>Cenário 4.2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas cinzentas</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 1,8 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>
	<p><b>Cenário 4.3</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação do volume de descarga dos autoclismos</li> <li>• Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas cinzentas</li> <li>• Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5,0 L/min e substituição de torneiras de cozinha</li> </ul>

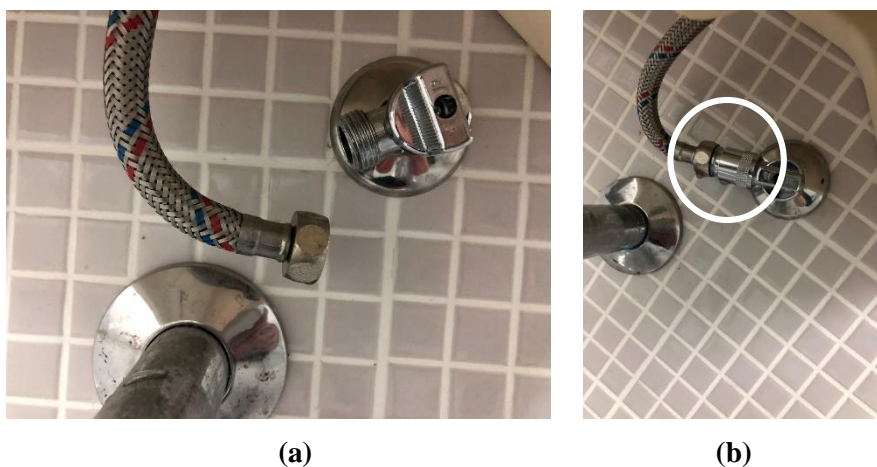
<b>Soluções propostas</b>	
<b>Sistema de rega</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição do tempo de funcionamento de cada setor de rega (de 20 minutos para 10 minutos), mantendo 2 ciclos diários</li> <li>• Redução para 1 ciclo de rega diário, mantendo cada setor a funcionar durante 20 minutos</li> </ul>

### 3.3.2.1. Descrição das soluções propostas

#### *Opção 1: Regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização*

Nesta opção, e com o objetivo de reduzir o consumo nos dispositivos de utilização, foram consideradas as seguintes soluções:

- Regular os volumes de descarga dos autoclismos para 6L/3L;
- Colocar redutores de caudal, certificados pela ANQIP, junto às válvulas de seccionamento de cada lavatório (conforme ensaio realizado, **Figura 3.12**);



**Figura 3.12:** Dispositivo: (a) Sem redutor de caudal; (b) Com redutor de caudal.

- Substituir as torneiras do refeitório e da sala de convívio por torneiras mais eficientes, com caudal de 5,0 L/min e certificadas pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo III.1**). As torneiras serão da **classe A** em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP.

### ***Opção 2: Regulação e substituição de dispositivos de utilização***

Nesta opção, tendo sempre como objetivo reduzir o consumo de água nos dispositivos de utilização, foram considerados dois cenários com as seguintes soluções:

- Regular os volumes de descarga dos autoclismos para 6L/3L (**cenários 2.1 e 2.2**);
- Substituir as torneiras de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 1,8 L/min (**cenário 2.1**) e com caudal de 5,0 L/min (**cenário 2.2**), ambas certificadas pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo III.2**); As torneiras serão da **classe A++ (cenário 2.1) e A (cenário 2.2)** em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP;
- Substituir as torneiras do refeitório e da sala de convívio por torneiras mais eficientes, com caudal de 5,0 L/min e certificadas pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo III.1**) (**cenários 2.1 e 2.2**).

### ***Opção 3: Aproveitamento de águas pluviais***

Nesta opção, tendo como objetivo reduzir o consumo de água nos dispositivos de utilização e aliado a este facto, aproveitar a água da chuva, foram considerados três cenários com as seguintes soluções:

- Regular os volumes de descarga dos autoclismos para 6L/3L (**cenários 3.1, 3.2 e 3.3**);
- Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas pluviais (**cenários 3.1, 3.2 e 3.3**):
  - **Passo 1:** Considerando a rede de drenagem de águas pluviais existente, determinouse, de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto e as expressões referidas no **Ponto 2.3 do Capítulo 2**, o caudal de cálculo, para o dimensionamento do coletor que irá ligar a última caixa de inspeção ao reservatório;
  - **Passo 2:** A rede de distribuição de água com águas pluviais foi dimensionada com a mesma legislação e critérios do passo 1; O reservatório foi dimensionado de acordo com as recomendações da Especificação Técnica ANQIP ETA 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2013), podendo ou não ter tratamento de águas e tendo em atenção os dados pluviométricos (**Anexo II**) disponibilizados pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA); A estação elevatória foi dimensionada de acordo com os procedimentos referido no **Ponto 2.3 do Capítulo 2** e recorrendo a Grundfos: <https://pt.grundfos.com>.

- Os materiais e diâmetros utilizados no dimensionamento das tubagens encontram-se no **Anexo IV**.
- Substituir as torneiras do refeitório e da sala de convívio por torneiras mais eficientes, com caudal de 5,0 L/min e certificadas pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo III.1**) (**cenários 3.1, 3.2 e 3.3**);
- Substituir as torneiras de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 1,8 L/min (**cenário 3.2**) e com caudal de 5,0 L/min (**cenário 3.3**), ambas certificadas pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo III.2**).

#### ***Opção 4: Reutilização de águas cinzentas***

Nesta opção, tendo também como objetivo reduzir o consumo de água nos dispositivos de utilização e aliado a este facto, reutilizar as águas cinzentas (**provenientes dos lavatórios**), foram considerados três cenários com as seguintes soluções:

- Regular os volumes de descarga dos autoclismos para 6L/3L (**cenários 4.1, 4.2 e 4.3**);
- Fazer a distribuição de água aos autoclismos com águas cinzentas (**cenários 4.1, 4.2 e 4.3**):
  - **Passo 1:** Considerando a rede de drenagem de águas residuais existente, separou-se a água residual proveniente de lavatórios (águas cinzentas) da proveniente de bacias de retrete e urinóis (águas negras). Assim, uma nova rede, paralela à existente, foi dimensionada considerando o caudal proveniente de 52<sup>8</sup> lavatórios dos 70 existentes, de acordo com a legislação em vigor e critérios referidos no **Ponto 2.3 do Capítulo 2**. A nova rede de drenagem será ligada a Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas;
  - **Passo 2:** A rede de distribuição de água com águas cinzentas foi dimensionada com a mesma legislação e critérios do passo 1; O Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas foi dimensionado de acordo com as recomendações da Especificação Técnica ANQIP ETA 0905 (ANQIP ETA, 0905) e de acordo com os dispositivos instalados (torneiras temporizadas: existentes, com caudal de 1,8 L/min ou com caudal de 5 L/min); Para o cálculo do volume de reserva, considerou-se a estimativa de consumo mensal proveniente dos lavatórios, determinando-se assim o volume diário e necessário para abastecer os autoclismos; A estação elevatória foi

---

<sup>8</sup> Foram considerados 52 lavatórios para minimizar a realização de obras no interior do edifício e utilizar parte da rede de drenagem de águas residuais existente.

dimensionada de acordo com os procedimentos referido no **Ponto 2.3 do Capítulo 2** e recorrendo a Grundfos: <https://pt.grundfos.com>.

- Os materiais e diâmetros utilizados no dimensionamento das tubagens encontram-se no **Anexo IV**.
- Substituir as torneiras do refeitório e da sala de convívio por torneiras mais eficientes, com caudal de 5,0 L/min e certificadas pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo III.1**) (**cenários 4.1, 4.2 e 4.3**);
- Substituir as torneiras de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 1,8 L/min (**cenário 4.2**) e com caudal de 5,0 L/min (**cenário 4.3**), ambas certificadas pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo III.2**).

### ***Sistema de rega***

Relativamente ao sistema de rega, o PNUEA (APA, 2012) refere a aplicação das Medidas 34 (alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega) e 40 (Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo) para uma situação hídrica normal e em situação de escassez hídrica (seca), respetivamente. Assim, por análise do sistema de rega implementado no CESé, sugere-se a diminuição do tempo de funcionamento de cada setor de rega (de 20 minutos para 10 minutos), mantendo 2 ciclos diários, ou a redução para 1 ciclo de rega diário, mantendo cada setor a funcionar durante 20 minutos.

# Capítulo 4

## Resultados e Discussão

Neste capítulo faz-se uma análise da viabilidade técnica (verificação dos critérios de dimensionamento) e económica (custos de investimento inicial, custos e exigências de exploração, redução no valor da fatura e períodos de retorno do investimento) das soluções propostas.

### **4.1. Análise da viabilidade técnico-económica das soluções propostas**

Antes de ser tomada qualquer decisão relativamente à implementação de soluções para redução do consumo de água potável, como por exemplo: substituição de dispositivos de utilização, sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de reutilização de águas cinzentas, é importante avaliar a sua viabilidade e sustentabilidade analisando fatores técnicos e económicos.

#### **4.1.1. Viabilidade técnica**

Todas as opções propostas para a redução do consumo de água potável no CESé, poderão, do ponto de vista do funcionamento hidráulico-sanitário e construtivo, ser implementadas.

As opções 3 e 4 poderão funcionar de forma autónoma, com a inclusão de detetores de pressão junto dos pontos de consumo, sistemas de pressurização e de controladores de nível junto dos pontos de armazenamento, de modo a permitir um adequado funcionamento das redes de abastecimento com águas pluviais e cinzentas, tal como mencionado por Abrantes (2017) e Teixeira (2013).

Para a drenagem das águas pluviais, e tal como referido no Capítulo 3, considerou-se a rede existente e uma ligação (coletor de DN 200 mm) entre a última caixa de inspeção (CI) e o reservatório de águas pluviais (enterrado).

A rede de drenagem de águas cinzentas existente e nova, cumprem os limites de velocidade de escoamento e tensão de arrastamento definidos no Decreto-Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto e Pedroso 2016 (ver **Tabelas V.1 e V.2 do Anexo V**).

Pode verificar-se que as velocidades de escoamento para as redes de distribuição com águas pluviais (**Tabela V.3 do Anexo V**) e cinzentas (**Tabela V.4 do Anexo V**), estão dentro do intervalo de valores indicados no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto e em Pedroso (2016), oscilando entre 0,5 e 2,0 m/s. As estações elevatórias consideradas em ambas as redes de distribuição garantem as pressões mínimas necessárias para o bom funcionamento dos dispositivos de utilização (neste caso, autoclismos).

No **Anexo VI** são apresentadas as peças desenhadas referentes às redes prediais de:

- Distribuição de água (existente – suprimento);
- Drenagem de águas pluviais e cinzentas;
- Distribuição com águas pluviais e cinzentas.

As fichas técnicas referentes ao reservatório de águas pluviais (capacidade de 75 m<sup>3</sup>) e Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas (capacidade de 4,82 m<sup>3</sup>), bem como da bomba projetada são apresentadas no **Anexo VII**.

Assim, considera-se ser tecnicamente viável a implementação das opções 3 e 4.

#### **4.1.2. Viabilidade económica**

O estudo da viabilidade económica foi feito com base no volume de água consumida e poupada (**Anexo VIII**), nos custos de investimento, operação, manutenção e inspeção, tal como realizado por Abrantes (2017) e Teixeira (2013). Considerar-se-á como solução mais viável, a solução que apresentar uma maior economia de água, aliada a um menor investimento, baixa manutenção e um período de retorno do investimento baixo.

Nas **Tabelas 4.1 e 4.2** é apresentada uma estimativa dos valores de água consumida anualmente, bem como a poupança associada a cada uma das opções propostas, **sem considerar o sistema de rega e considerando o sistema de rega**, respetivamente.

**Tabela 4.1:** Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada opção (sem rega).

		<b>Autoclismos (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de lavatório (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de cozinha (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Poupança (%)</b>
<b>Consumo atual</b>		756,44	929,02	331,20	2016,66	<b>0</b>
<b>Opção 1</b>		756,44	844,56	165,60	1766,60	<b>12,4</b>
<b>Opção 2</b>	<b>Cenário 2.1</b>	756,44	287,15	165,60	1209,19	<b>40,0</b>
	<b>Cenário 2.2</b>	756,44	437,93	165,60	1359,97	<b>32,6</b>
<b>Opção 3</b>	<b>Cenário 3.1</b>	122,73	929,02	165,60	1217,34	<b>39,3</b>
	<b>Cenário 3.2</b>	122,73	287,15	165,60	575,48	<b>71,1</b>
	<b>Cenário 3.3</b>	122,73	437,93	165,60	726,25	<b>63,7</b>
<b>Opção 4</b>	<b>Cenário 4.1</b>	0	929,02	165,60	1094,62	<b>45,7</b>
	<b>Cenário 4.2</b>	426,29	287,15	165,60	922,04	<b>54,3</b>
	<b>Cenário 4.3</b>	318,51	437,93	165,60	922,04	<b>54,3</b>

**Tabela 4.2:** Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada opção (com rega).

		<b>Autoclismos (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de lavatório (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de cozinha (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Rega (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Poupança (%)</b>
<b>Consumo atual</b>		756,44	929,02	331,20	3000	5016,66	<b>0</b>
<b>Opção 1</b>		756,44	844,56	165,60	1500	3266,60	<b>34,9</b>
<b>Opção 2</b>	<b>Cenário 2.1</b>	756,44	287,15	165,60	1500	2709,19	<b>46,0</b>
	<b>Cenário 2.2</b>	756,44	437,93	165,60	1500	2859,97	<b>43,0</b>
<b>Opção 3</b>	<b>Cenário 3.1</b>	122,73	929,02	165,60	1500	2717,34	<b>45,8</b>
	<b>Cenário 3.2</b>	122,73	287,15	165,60	1500	2075,48	<b>58,6</b>
	<b>Cenário 3.3</b>	122,73	437,93	165,60	1500	2226,25	<b>55,6</b>
<b>Opção 4</b>	<b>Cenário 4.1</b>	0	929,02	165,60	1500	2594,62	<b>48,3</b>

		<b>Autoclismos (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de lavatório (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Torneiras de cozinha (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Rega (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Poupança (%)</b>
	<b>Cenário 4.2</b>	426,29	287,15	165,60	1500	2422,04	<b>51,7</b>
	<b>Cenário 4.3</b>	318,51	437,93	165,60	1500	2422,04	<b>51,7</b>

#### 4.1.2.1. Custos de investimento inicial

Os custos de investimento inicial incluem, os custos associados à colocação de redutores de caudal, à substituição de dispositivos de utilização (torneiras), à instalação da rede predial de distribuição de águas pluviais e cinzentas (movimento de terras, tubagens e acessórios, órgãos da rede, bomba, reservatório de águas pluviais, Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas) e mão-de-obra.

Para estimar os custos de investimento inicial, foram pedidos orçamentos para o fornecimento e aplicação de todos os equipamentos e acessórios, necessários para a execução de todas as soluções propostas. Na **Tabela 4.3** apresentam-se os custos de investimento inicial associados a cada opção.

**Tabela 4.3:** Custos de investimento inicial para cada opção.

	<b>Redutores de caudal (€)</b>	<b>Torneiras (€)</b>			<b>SAAP (€)</b>	<b>SPRAC (€)</b>	<b>Total (€)</b>
		<b>Cozinha</b>	<b>1,8 L/min</b>	<b>5,0 L/min</b>			
<b>Opção 1</b>	585,9	140,00					<b>725,90</b>
<b>Opção 2</b>	<b>Cenário 2.1</b>	140,00	5 932,29				<b>6 072,29</b>
	<b>Cenário 2.2</b>	140,00		3 788,40			<b>3 928,40</b>
<b>Opção 3</b>	<b>Cenário 3.1</b>	140,00			35 485,50 <sup>(a)</sup>		<b>35 625,50</b>
	<b>Cenário 3.2</b>	140,00	5 932,29		35 485,50 <sup>(a)</sup>		<b>41 557,79</b>
	<b>Cenário 3.3</b>	140,00		3 788,40	35 485,50 <sup>(a)</sup>		<b>39 413,90</b>
<b>Opção 4</b>	<b>Cenário 4.1</b>	140,00				33 048,54 <sup>(b)</sup>	<b>33 188,54</b>
	<b>Cenário 4.2</b>	140,00	5 932,29			33 048,54 <sup>(b)</sup>	<b>39 120,83</b>

	Redutores de caudal (€)	Torneiras (€)			SAAP (€)	SPRAC (€)	Total (€)
		Cozinha	1,8 L/min	5,0 L/min			
	<b>Cenário 4.3</b>	140,00		3 788,40		33 048,54 <sup>(b)</sup>	<b>36 976,94</b>

<sup>(a)</sup> Reservatório com capacidade de 75 m<sup>3</sup>.

<sup>(b)</sup> Sistema de Reutilização de Águas Cinzentas com capacidade de 4,82 m<sup>3</sup>.

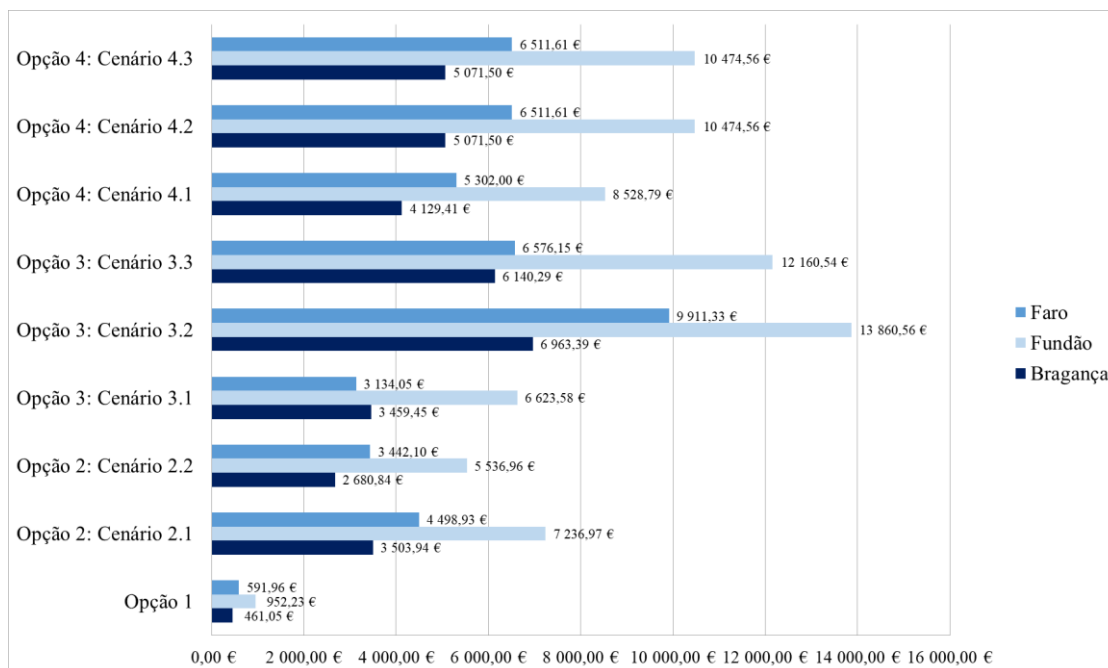
#### 4.1.2.2. Custos e exigências de exploração

Num SAAP e num SPRAC é necessário substituir elementos de rede, equipamentos e acessórios, ao longo do tempo de exploração. Considera-se adequada a substituição do grupo hidropressor e válvulas de 10 em 10 anos (Abrantes, 2017; Teixeira, 2013). Os custos associados à manutenção e substituição de elementos e/ou equipamentos para as opções 3 e 4, foram estimados em **2 301,12 €**.

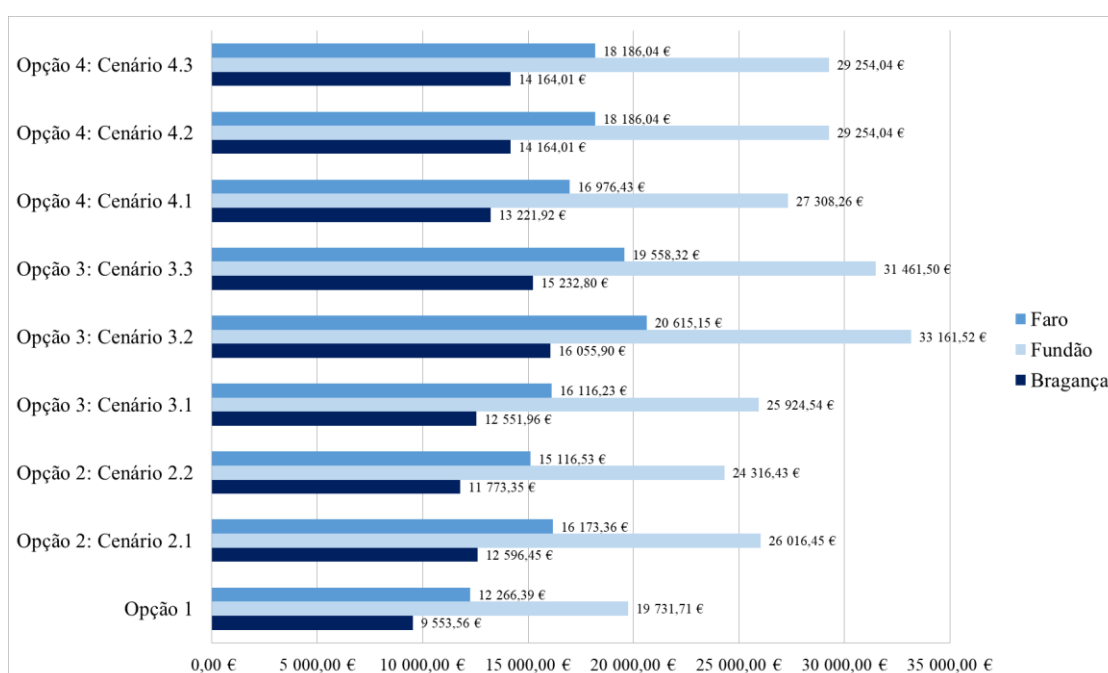
#### 4.1.2.3. Redução no valor da fatura

Para calcular a redução do valor da fatura (**Anexo IX**), consultaram-se os tarifários em vigor nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro (ver **Tabelas 3.7 a 3.12 do Capítulo 3**).

Aplicando os tarifários em vigor em cada concelho, para cada opção e considerando o mesmo edifício com os mesmos hábitos, estimou-se a poupança anual, em cada concelho, em termos de faturação. Os valores são apresentados nas **Figuras 4.1** (sem rega) e **4.2** (com rega). Importa referir que, os valores apresentados nas **Figuras 4.1 e 4.2, não incluem as torneiras de cozinha**.



**Figura 4.1:** Estimativa da poupança anual de água potável, sem rega, nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro.



**Figura 4.2:** Estimativa da poupança anual de água potável, com rega, nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro.

Analisando as **Figuras 4.1** e **4.2**, é possível observar que qualquer uma das opções é uma boa solução para a redução do consumo de água e da faturação associada ao mesmo. No entanto, é necessário verificar o período de retorno do investimento associado a cada

opção, para perceber qual das opções é mais viável. O cenário 3.2 da opção 3 é o que traduz uma maior poupança (71,1%).

#### 4.1.2.3. Período de retorno do investimento

O período de retorno do investimento é outro critério importante para a escolha da melhor solução do ponto de vista económico (Matos, 2018). A partir do custo de investimento inicial, dos custos de exploração em 10 anos e da poupança anual na fatura de água, calculou-se o período de retorno do investimento aplicado ao Centro Escolar localizado no concelho de Bragança (Tabela 4.4 e Anexo X). O tarifário foi atualizado tendo como base uma taxa de variação de 1,2% (PORDATA, www.pordata.pt).

**Tabela 4.4:** Período de retorno do investimento no concelho de Bragança para cada opção.

		Período de retorno do investimento (anos)
<b>Opção 1</b>		2
<b>Opção 2</b>	<b>Cenário 2.1</b>	2
	<b>Cenário 2.2</b>	2
<b>Opção 3</b>	<b>Cenário 3.1</b>	11
	<b>Cenário 3.2</b>	6
	<b>Cenário 3.3</b>	7
<b>Opção 4</b>	<b>Cenário 4.1</b>	8
	<b>Cenário 4.2</b>	8
	<b>Cenário 4.3</b>	8

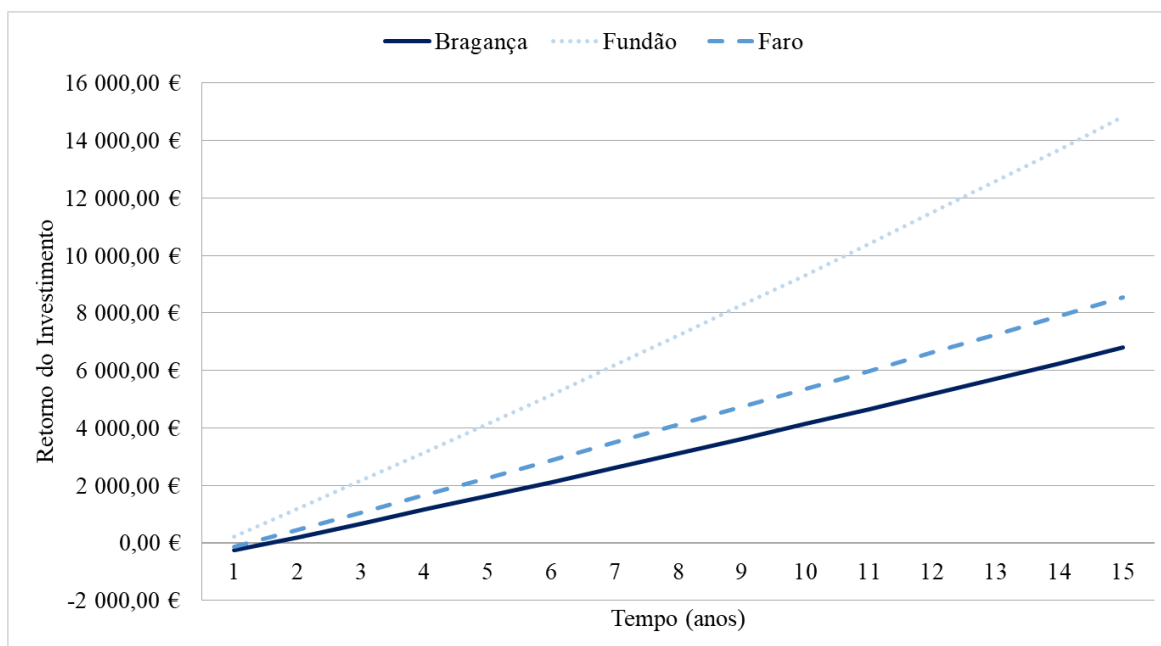
Para o concelho de Bragança, de todas as opções, as opções 1 e 2 são as que apresentam um período de retorno do investimento mais baixo (2 anos), no entanto, são também aquelas que exigem investimentos iniciais menores, traduzindo-se também em poupanças mais baixas. O cenário 3.2 da opção 3 é o que tem um investimento inicial maior, um tempo de retorno de 6 anos, mas em termos de poupança de água, é a mais significativa.

Procedeu-se a uma análise semelhante, considerando a existência do mesmo Centro Escolar nos concelhos do Fundão e Faro, apresentando-se os resultados referentes à *opção 1* (Regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização) na **Tabela 4.5** e na **Figura 4.3**.

**Tabela 4.5:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 1.

Opção 1	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	725,90		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	0,00		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	1 365,06	2 819,36	1 752,68
Período de retorno do investimento (anos)	2	1	2

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.3:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 1.

Da análise da **Tabela 4.5** e **Figura 4.3** é possível observar que os períodos de retorno do investimento na **opção 1** são baixos nos três concelhos: **Bragança (2 anos)**, Fundão (1 ano) e Faro (2 anos). A **Figura 4.3** mostra que ao final de 15 anos, podem ser alcançadas poupanças de cerca de **7 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **12,4%** no consumo de água.

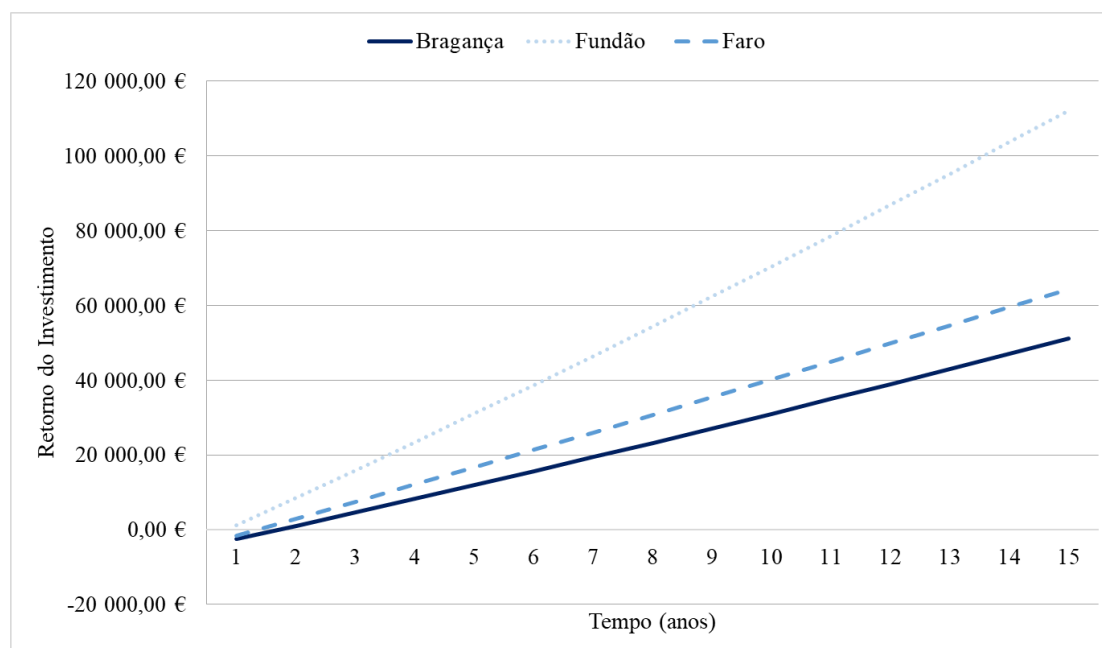
Uma análise semelhante foi realizada para a **opção 2**: Regulação e substituição de dispositivos de utilização.

Assim, no que refere à **opção 2: Cenário 2.1**, são apresentados na **Tabela 4.6** e **Figura 4.4**, os resultados para os três concelhos.

**Tabela 4.6:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.1.

Opção 2: Cenário 2.1	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	6 072,29		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	0,00		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	4 407,95	9 104,10	5 659,64
Período de retorno do investimento (anos)	2	1	2

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.4:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.1.

Analisando a **Tabela 4.6** e **Figura 4.4** é possível verificar que os períodos de retorno do investimento no **cenário 2.1** da **opção 2** também são baixos nos três concelhos: **Bragança (2 anos)**, Fundão (1 ano) e Faro (2 anos). A **Figura 4.4** mostra que ao final de 15 anos, podem ser obtidas poupanças de cerca de **52 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **40,0%** no consumo de água. De facto, a

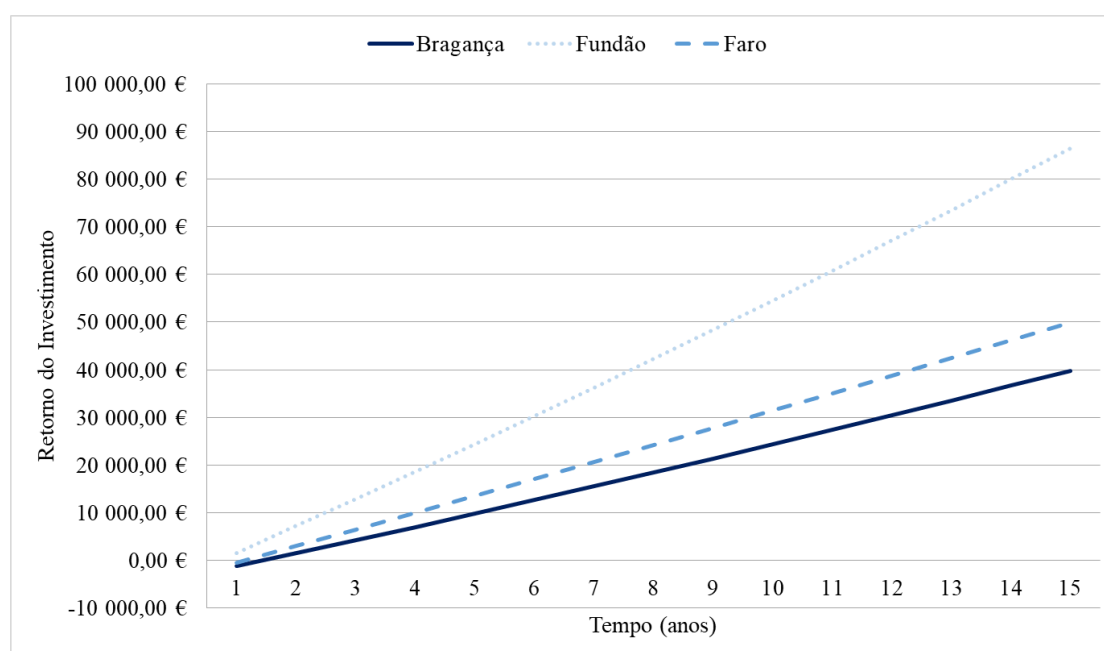
substituição de torneiras convencionais por torneiras de eficiência hídrica e certificadas, traduz uma poupança considerável.

Para o *Cenário 2.2* da opção, são apresentados na **Tabela 4.7** e **Figura 4.5**, os resultados para os três concelhos.

**Tabela 4.7:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.2.

Opção 2: Cenário 2.2	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	3 928,40		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	0,00		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	3 584,85	7 404,08	4 602,81
Período de retorno do investimento (anos)	2	1	2

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.5:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 2: cenário 2.2.

A **Tabela 4.7** e a **Figura 4.5** mostram que, os períodos de retorno do investimento no **cenário 2.2** da **opção 2** e tal como nas opções anteriores, são baixos nos três concelhos: **Bragança (2 anos)**, **Fundão (1 ano)** e **Faro (2 anos)**. A **Figura 4.5** mostra que ao final de 15 anos, podem ser atingidas poupanças de cerca de **40 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **32,6%** no consumo de água. Tal como no **cenário 2.1** desta opção, a substituição de torneiras convencionais por

torneiras de eficiência hídrica e certificadas, apesar de mais baixa, também traduz uma poupança considerável.

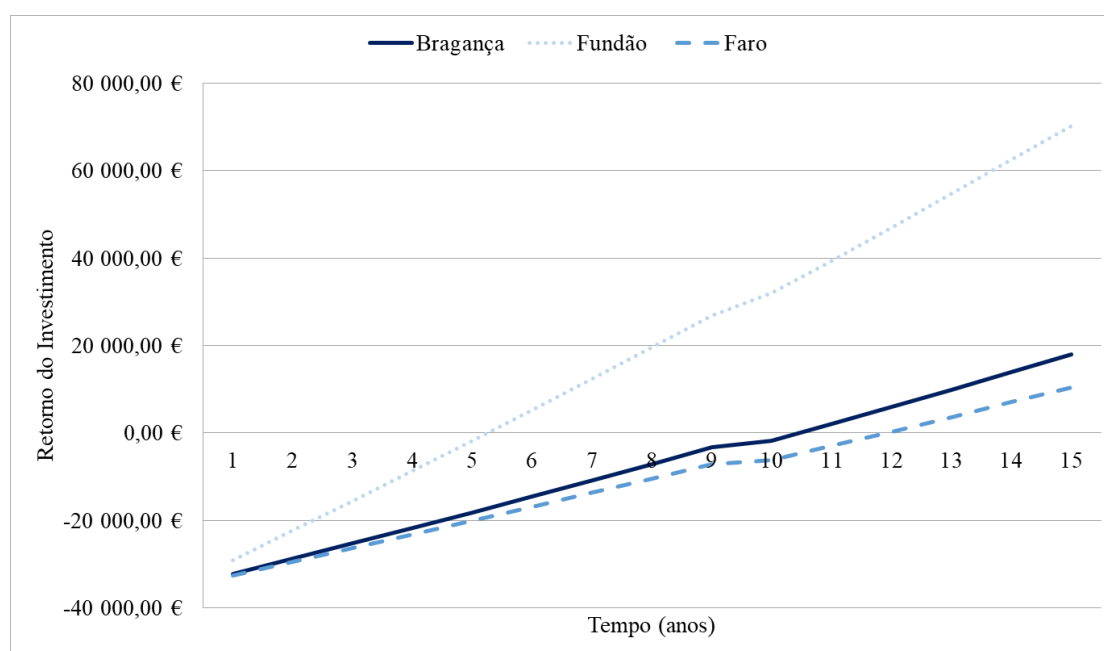
Para a **opção 3** (Aproveitamento de águas pluviais), procedeu-se a uma análise semelhante.

Deste modo, no que diz respeito à **opção 3: Cenário 3.1**, os resultados para os três concelhos, são apresentados na **Tabela 4.8** e **Figura 4.6**.

**Tabela 4.8:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.1.

Opção 3: Cenário 3.1	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	36 625,50		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	2 301,12		
Estimativa da poupança anual (€) <sup>(*)</sup>	4 326,78	8 490,71	4 247,67
Período de retorno do investimento (anos)	11	6	12

<sup>(\*)</sup> Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.6:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.1.

Da análise da **Tabela 4.8** e **Figura 4.6** é possível observar que os períodos de retorno do investimento no **cenário 3.1** da **opção 3** são mais elevados do que nas opções 1 e 2 (**Bragança (11 anos)**, **Fundão (6 anos)** e **Faro (12 anos)**). A **Figura 4.6** mostra que ao

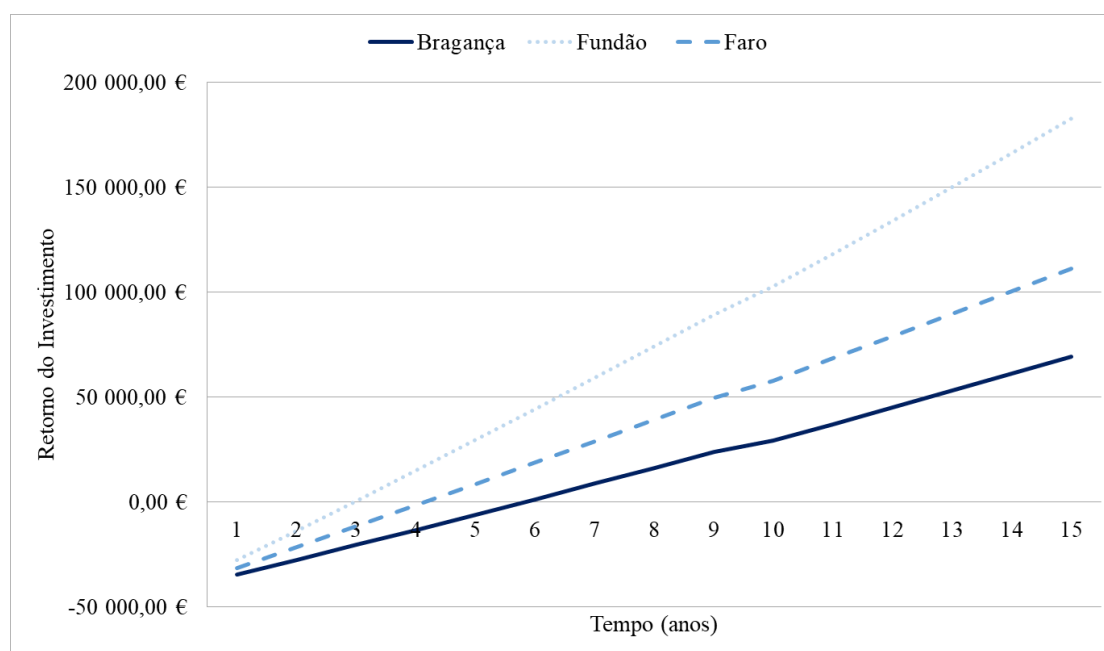
final de 15 anos, podem ser alcançadas poupanças de cerca de **18 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **39,3%** no consumo de água.

No que refere à **opção 3: Cenário 3.2**, os resultados para os três concelhos, são apresentados na **Tabela 4.9** e **Figura 4.7**.

**Tabela 4.9:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.2.

Opção 3: Cenário 3.2	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	41 557,79		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	2 301,12		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	7 830,72	15 727,68	8 746,60
Período de retorno do investimento (anos)	6	3	5

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.7:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.2.

A **Tabela 4.9** e a **Figura 4.7** mostram que os períodos de retorno do investimento no **cenário 3.2** da **opção 3** são mais elevados do que nas opções 1 e 2, mas mais baixos do que no cenário 3.1 desta opção (**Bragança (6 anos)**, **Fundão (3 anos)** e **Faro (5 anos)**). A **Figura 4.7** mostra que ao final de 15 anos, podem ser obtidas poupanças de cerca de **70 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma

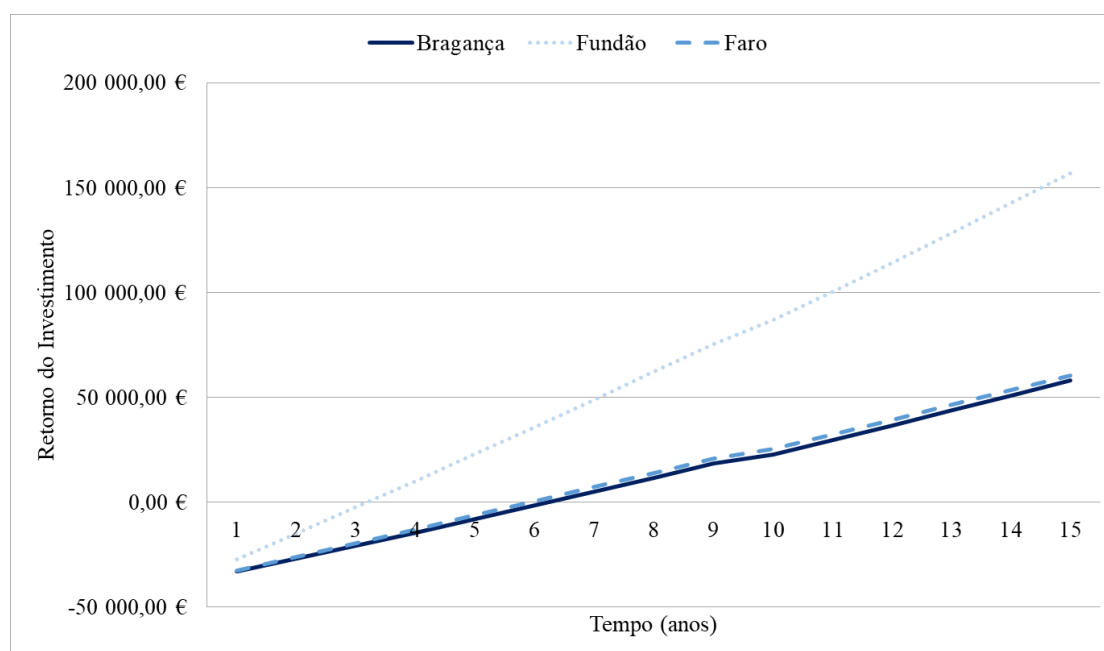
poupança de **71,1%** no consumo de água. Este cenário é o que traduz uma maior poupança, apesar de ser o que tem um maior investimento inicial, mas o período de retorno é relativamente baixo.

Na **Tabela 4.10** e **Figura 4.8** são apresentados os resultados para os três concelhos, referentes à **opção 3: Cenário 3.3**.

**Tabela 4.10:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.3.

Opção 3: Cenário 3.3	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	39 413,90		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	2 301,12		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	7 007,62	14 027,66	7 689,77
Período de retorno do investimento (anos)	7	4	6

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.8:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 3: cenário 3.3.

Por observação da **Tabela 4.10** e da **Figura 4.8**, é possível perceber que, os períodos de retorno do investimento no **cenário 3.3** da **opção 3** são mais elevados do que nas opções 1 e 2 e cenário 3.2 desta opção, mas mais baixos do que no cenário 3.1 (**Bragança (7 anos)**, Fundão (4 anos) e Faro (6 anos)). A **Figura 4.10** mostra que ao final de 15 anos,

podem ser obtidas poupanças de cerca de **58 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **63,7%** no consumo de água.

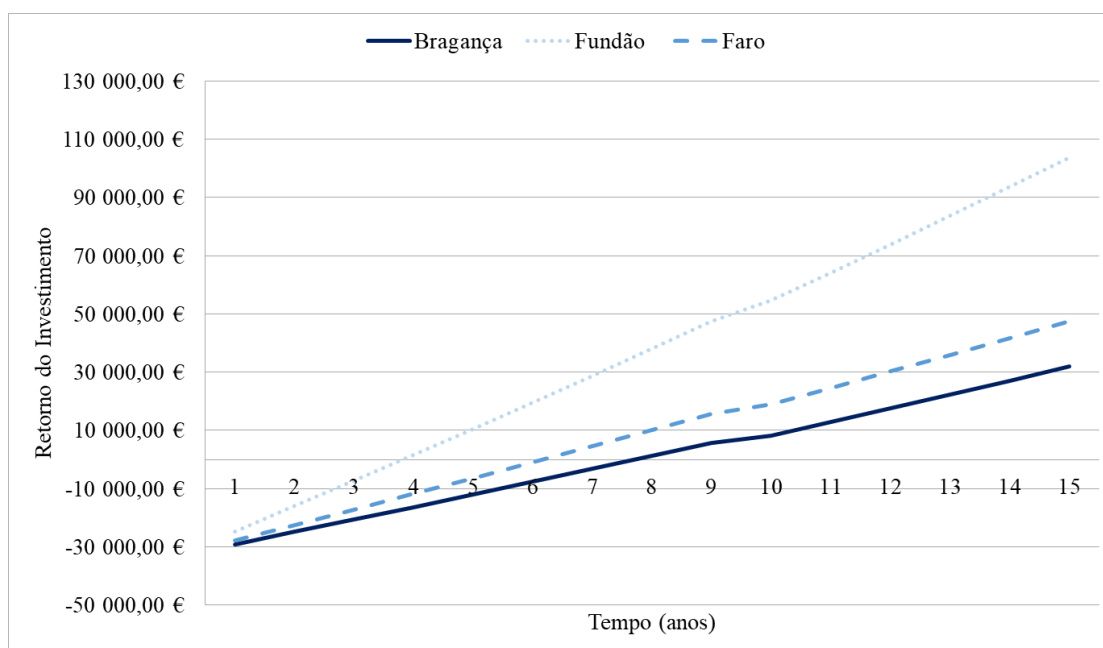
Uma análise idêntica foi realizada para a **opção 4** (Reutilização de águas cinzentas).

Desta forma, os resultados referentes à **opção 4: Cenário 4.1**, para os três concelhos, são apresentados na **Tabela 4.11** e **Figura 4.9**.

**Tabela 4.11:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.1.

Opção 4: Cenário 4.1	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	33 188,54		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	2 301,12		
Estimativa da poupança anual (€) <sup>(*)</sup>	5 033,42	10 395,91	6 462,71
Período de retorno do investimento (anos)	8	4	7

<sup>(\*)</sup> Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.9:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.1.

Da análise da **Tabela 4.11** e **Figura 4.9** é possível observar que os períodos de retorno do investimento no **cenário 4.1** da **opção 4** são mais elevados do que nas opções 1 e 2 e cenários 3.2 e 3.3 da opção 3, mas mais baixos do que no cenário 3.1 (**Bragança (8 anos)**, Fundão (4 anos) e Faro (7 anos)). A **Figura 4.9** mostra que ao final de 15 anos, podem

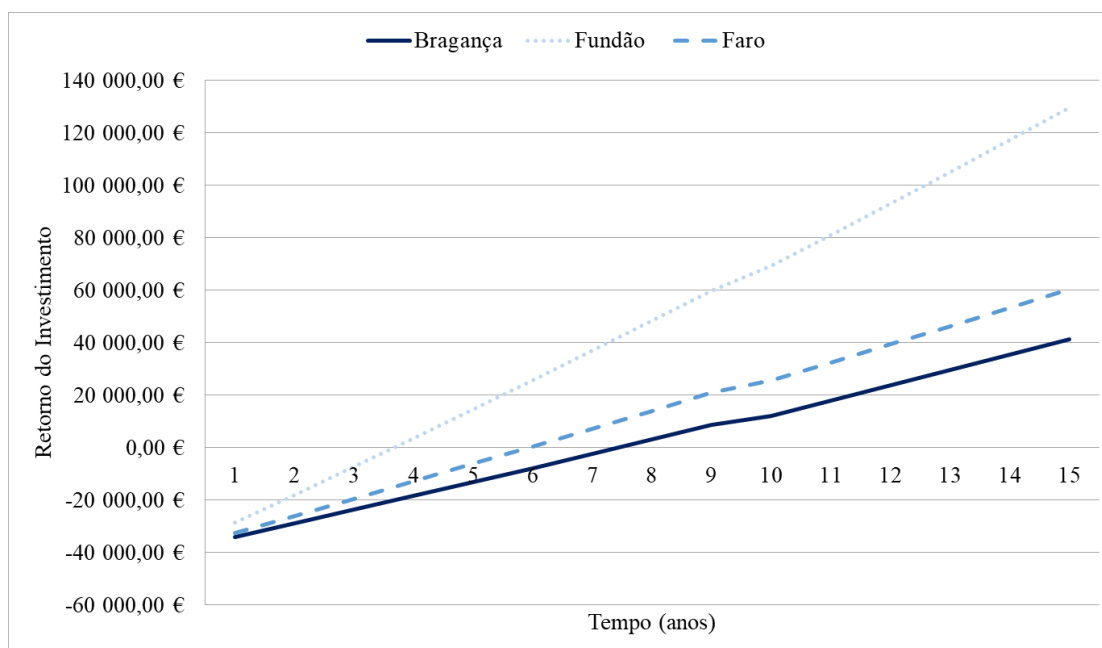
ser alcançadas poupanças de cerca de **32 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **45,7%** no consumo de água.

Na **Tabela 4.12** e **Figura 4.10** são apresentados os resultados para os três concelhos, referentes à **opção 4: Cenário 4.2**.

**Tabela 4.12:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.2.

Opção 4: Cenário 4.2	Bragança	Fundão	Faro
Investimento inicial (€)	39 120,83		
Custos de manutenção em 10 anos (€)	2 301,12		
Estimativa da poupança anual (€) (*)	5 975,51	12 341,69	7 672,32
Período de retorno do investimento (anos)	8	4	6

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.10:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.2.

A **Tabela 4.12** e a **Figura 4.10** mostram que os períodos de retorno do investimento no **cenário 4.2 da opção 4** são mais elevados do que nas opções 1 e 2 e cenário 3.2 da opção 3, mas mais baixos do que no cenário 3.1 e semelhante ao 3.3 (**Bragança (8 anos)**, Fundão (4 anos) e Faro (6 anos)). A **Figura 4.10** mostra que ao final de 15 anos, podem

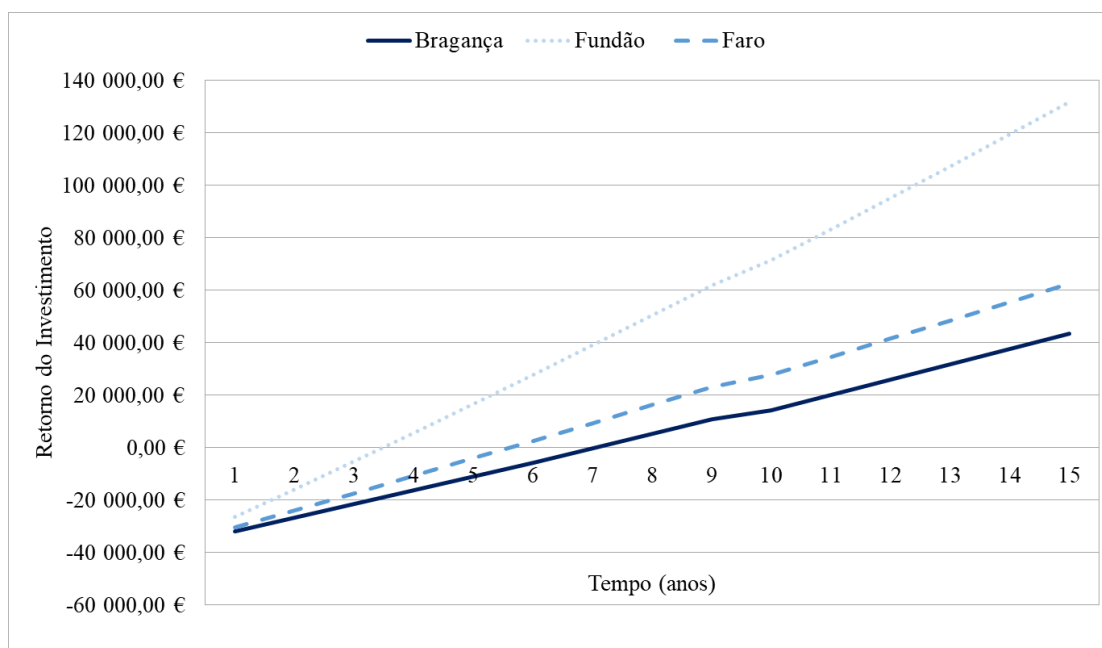
ser atingidas poupanças de cerca de **42 000,00 €** para o concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **54,3%** no consumo de água.

No que refere à **opção 4: Cenário 4.3**, os resultados para os três concelhos, são apresentados na **Tabela 4.13** e **Figura 4.11**.

**Tabela 4.13:** Estimativa da poupança anual e período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.3.

<b>Opção 4: Cenário 4.3</b>	<b>Bragança</b>	<b>Fundão</b>	<b>Faro</b>
<b>Investimento inicial (€)</b>	36 976,94		
<b>Custos de manutenção em 10 anos (€)</b>	2 301,12		
<b>Estimativa da poupança anual (€) (*)</b>	5 975,51 €	12 341,69 €	7 672,32 €
<b>Período de retorno do investimento (anos)</b>	8	4	6

(\*) Os valores referentes à poupança anual incluem as torneiras de cozinha.



**Figura 4.11:** Período de retorno do investimento nos concelhos de Bragança, Fundão e Faro para a opção 4: cenário 4.3.

Da análise da **Tabela 4.13** e **Figura 4.11** observa-se que os períodos de retorno do investimento no **cenário 4.3** da **opção 4** são mais elevados do que nas opções 1 e 2 e cenário 3.2 da opção 3, mas mais baixos do que no cenário 3.1 e idênticos aos cenários 3.3, 4.1 e 4.2 (**Bragança (8 anos)**, Fundão (4 anos) e Faro (6 anos)). A **Figura 4.11** mostra que ao final de 15 anos, podem ser alcançadas poupanças de cerca de **44 000,00 €** para o

concelho de Bragança (caso de estudo). Esta opção traduz uma poupança de **54,3%** no consumo de água.

Assim, depois da análise de todas as opções, conclui-se que a alteração de dispositivos de utilização para outros mais eficientes e certificados pela ANQIP, aliada ao aproveitamento de águas pluviais, leva a uma poupança anual de água de cerca de **71,1%**, o que se traduz ao final de 15 anos numa poupança acumulada de cerca de **70 000,00 €**. O tempo de retorno do investimento é de **6 anos**. De referir que Abrantes (2017), num estudo realizado para um Centro Social e Cultural, aliando a substituição de dispositivos de utilização ao aproveitamento de águas pluviais, obteve poupanças anuais de água de cerca de 80,1%, traduzindo-se ao final de 20 anos, numa poupança acumulada de cerca de 40 000,00 €. O tempo de retorno foi de 8 anos.

# Capítulo 5

## Conclusões e Proposta para trabalhos futuros

### 5.1. Conclusões

A crescente preocupação relativamente à escassez de água conduz à necessidade de uma reflexão sobre as aplicações atuais da água para consumo humano. Assim, são prementes políticas de uso eficiente da água, nomeadamente: reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar e reciclar a água e recorrer a origens alternativas para aplicações não potáveis.

Neste estudo são propostas soluções para redução do consumo de água potável no Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança. É feita uma análise da viabilidade técnica e económica dessas soluções e uma comparação em outras zonas do País, nomeadamente nos concelhos do Fundão e Faro.

Para o concelho de Bragança, nas **opções/cenários: 1** (*Regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de utilização*), **2.1 e 2.2** (*Regulação e substituição de dispositivos de utilização*), **3.1, 3.2 e 3.3** (*Aproveitamento de águas pluviais*) e **4.1, 4.2 e 4.3** (*Reutilização de águas cinzentas*), estima-se obter poupanças anuais de água de 12,4%, 40,0%, 32,6%, 39,3%, **71,1%**, 63,7%, 45,7%, 54,3% e 54,3%, respetivamente. Para investimentos iniciais de 725,90 €, 6 072,29 €, 3 928,40 €, 35 625,50 €, **41 557,79 €**, 39 413,90 €, 33 188, 54 €, 39 120, 83 € e 36 976,94 €, podem obter-se poupanças anuais de 1 365,06 €, 4 407,95 €, 3 584,85 €, 4 326,78 €, **7 830,72 €**, 7 007,62 €, 5 033,42 €, 5 975,51 € e 5 975,51 €, respetivamente. Os tempos de retorno são de 2, 2, 2, 11, **6**, 7, 8, 8 e 8 anos, atingindo-se em 15 anos poupanças acumuladas de 7 000,00 €, 52 000,00 €, 40 000,00 €, 18 000,00 €, **70 000,00 €**, 58 000,00 €, 32 000,00 €, 42 000,00 € e 44 000,00 €, respetivamente. De referir que qualquer uma das opções é viável e pode ser técnica e economicamente implementada.

Aliando a todas as opções a mudança de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega, o consumo de água baixa automaticamente 50%, não sendo necessário qualquer investimento inicial.

Em suma, com este trabalho mostra-se que, o aproveitamento de águas pluviais e/ou a reutilização de águas cinzentas, aliados à utilização de torneiras de eficiência hídrica devidamente certificadas, bem como a alteração de comportamentos na rega, devem ser promovidos. Poder-se-á assim contribuir para, a redução do consumo de água potável no edifício, minimizando os riscos de escassez hídrica na região e reduzindo o valor da fatura de água do Centro Escolar da Sé da cidade de Bragança.

## **5.2. Proposta para trabalhos futuros**

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

- Equacionar, por exemplo, a aplicação de relva sintética ou a alteração das espécies plantadas para redução de água da rega;
- Equacionar a alimentação do sistema de rega por água residual tratada;
- Instalar medidores de caudal e amostradores nas redes prediais do Centro Escolar, para avaliar localmente o caudal descarregado e as características físico-químicas e microbiológicas das águas cinzentas, bem como udómetros na cobertura para medir a precipitação real;
- Avaliar a viabilidade das soluções propostas noutras tipologias de edifícios, como por exemplo, residências de estudantes, pavilhões desportivos, pavilhões industriais e piscinas.

## Referências bibliográficas

- Abrantes, S. (2017). Avaliação do potencial de reutilização de águas no Centro Social e Cultural de Santo Aleixo em Unhais da Serra (Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior).
- Abrantes, S., Silva, F. & Albuquerque, A. (2018a). Recycling of rainwater in a social and cultural center. *Proceedings*, 2 (20), 1276.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/proceedings2201276>
- Abrantes, S., Silva, F. & Albuquerque, A. (2018b). Technical solutions for water reuse in a social and cultural center. *5th Annual Water Efficiency Conference*, Aveiro, Portugal.
- Agatón, A., Ruiz, J., & Sayago, U. (2016). Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos. *Tecnura*, 20(50) 141-153.
- Agência Portuguesa do Ambiente, [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt), Acedido em dezembro 2018.
- Alsulaili, A., & Hamoda, M. (2015). Quantification and characterization of greywater from schools. *Water Science and Technology*, 72(11), 1973-1980.
- ANQIP, ETA 0701 (2013). Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios.
- ANQIP, ETA 0702 (2013). Certificação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais.
- ANQIP, ETA 0802 (2013). Regulamento do sistema voluntário da ANQIP de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos.
- ANQIP, ETA 0803 (2013). Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização.
- ANQIP, ETA 0804 (2013). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete.
- ANQIP, ETA 0805 (2013). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete.
- ANQIP, ETA 0806 (2013). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche.
- ANQIP, ETA 0807 (2013). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche.

- ANQIP, ETA 0808 (2013). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros.
- ANQIP, ETA 0809 (2013). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros.
- ANQIP, ETA 0905 (2013). Sistemas prediais de reutilização de águas cinzentas.
- ANQIP, ETA 0906 (2013). Certificação de sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas.
- ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt), Acedido em outubro 2018.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. (2012). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*.
- Aqua eXperience, [www.aquaexperience.pt](http://www.aquaexperience.pt), Acedido em outubro 2018.
- Barreto, D. & Pedroso, V. (2011). Rational use of potable water and potencial use of rainwater and reclaimed water in residential Buildings. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Couto, E., Calijuri, M., Assemany, P., Santiago, A., & Lopes, L. (2015). Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: an efficient and low cost alternative. *Journal of Cleaner Production*, 106, 372-379.
- Cruz, S. (2016). Contribuição para a avaliação de técnicas de aproveitamento de água da chuva em comunidades urbana (Dissertação de mestrado, Universidade do Minho). Disponível em <http://hdl.handle.net/1822/47040>
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho. Diário da República n.º 120/2012 – I Série, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 23 de outubro de 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.
- Ecodepur, [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt), Acedido em março 2019.
- Gonçalves, P. (2014). Consumos de água em Edifícios Universitários: Caso do DECivil da UA (Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro).
- Google Maps, [www.google.pt/maps](http://www.google.pt/maps), Acedido em março 2019.
- Grundfos, <https://pt.grundfos.com>, Acedido em maio 2019.

- Hyde, K. (2013). An evaluation of the theoretical potential and practical opportunity for using recycled greywater for domestic purposes in Ghana. *Journal of Cleaner Production*, 60, 195-200.
- Lambert, L., & Lee, J. (2018). Nudging greywater acceptability in a Muslim country: Comparisons of different greywater reuse framings in Qatar. *Environmental Science and Policy*, 89, 93-99.
- Lee, M., & Tansel, B. (2013). Water conservation quantities vs customer opinion and satisfaction with water efficient appliances in Miami, Florida. *Journal of Environmental Management*, 128, 683-689.
- Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro. Diário da República n.º 249/2005 – I Série A, Assembleia da República, Lisboa.
- Maia, M., Pimentel-Rodrigues, C., Silva-Afonso, A. & Ferreira, V. (2010). Alternative uses of Water in Buildings – Na affordable sustainable solution. *Portugal SB10*, Vilamoura, Portugal.
- Marecos do Monte, H. & Albuquerque, A. (2010). *Reutilização de águas residuais*. Guia técnico n.º14. Lisboa: ERSAR.
- Marques, J. & Sousa, J. (2011). *Hidráulica urbana. Sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Matos, C. & Bentes, I. (2011). Water supply and drainage in buildings considering greywater use”. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Matos, P. (2018). *Gestão da Água em Piscinas Municipais* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Economia da Universidade do Porto).
- Meireles, I., Gonçalves, P., Sousa, V. & Silva-Afonso, A. (2014). Water efficiency potencial in university Buildings: the DECivil building of the University of Aveiro. *40th IAHS World Congress on Housing – Sustainable Housing Construction*, Funchal, Portugal.
- NP 4434. (2005). *Reutilização de águas residuais tratadas na rega*.
- Pedroso, V. (2009). *Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios*. ITE 53, Lisboa: LNEC.
- Pedroso, V. (2016). *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. Lisboa: LNEC.
- Pimentel-Rodrigues, C. (2008). *Um modelo para a avaliação da eficiência hídrica de produtos* (Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro). Disponível em <http://hdl.handle.net/10773/2351>
- PORDATA, [www.pordata.pt](http://www.pordata.pt), Acedido em março 2019.

- Reis, R. & Ilha, M. (2011). Assessment of rainwater management systems in built-up areas with the aid of computer tools. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Santos, C., Taveira-Pinto, F., Cheng, C., & Leite, D. (2011). Optimizing Water consumption in Buildings. A study on the alternatives to potable water supply. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Santos, M. (2008). Reutilização de águas residuais urbanas tratadas (Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa). Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/1397>
- Silva, A., Portes, A., Faria, P., Andrade, R., & Teixeira, C. (2016). Aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza em uma edificação comercial. *Revista Engenharia e Construção Civil*, 3(1), 57-65.
- Silva, D., Erazo, J., & Cruz, A. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías*, 11(21), 23-38.
- Silva-Afonso, A. & Abrantes, V. (2008). Water-efficiency in the housing sector. The implementation of certification and labelling measures in Portugal. *XXXVI IAHS – World Congress on Housing Science*, Kolkata, Índia.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2010c). Water efficiency of products. The Portuguese system of certification and labeling. *Journal AWWA – American Water Works Association*, 102(2), 52-56.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2011). The importance of water efficiency in buildings in Mediterranean countries. The Portuguese experience. *International Journal of System Applications, Engineering & Development*, 5(2), 17-24.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2014). Water policy for Buildings. A portuguese perspective. In Kemi Adeyeye (eds.), *Water efficiency in buildings: Theory and practice*. United Kingdom, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 42-45.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2017). *Manual de eficiência hídrica em edifícios*. Aveiro: ANQIP.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2010a). Beneficts of water efficiency. *Portugal SB10*, Vilamoura, Portugal.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2010b). Eficiência hídrica em edifícios. Situação e perspetivas em Portugal. *10.º Congresso da Água*, Portugal.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2012). Aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas em edifícios. Situação em Portugal. *11.º Congresso da Água*, Porto, Portugal.
- Silva-Afonso, A. (2009). Building rainwater harvesting systems. Doubts and certainties. *35th CIB W062*, Dusseldorf, Alemanha.

- Silva-Afonso, A., Bernardo, J. & Pimentel-Rodrigues, C. (2013). Implications of reduced flush volumes in building drainage: An experience study. 39th CIB W062, Nagano, Japão.
- Silva-Afonso, A., Pimentel-Rodrigues, C. & Lança, I. (2011). Reuse and recycling of greywater in buildings. The Portuguese approach. 37th CIB W062, Aveiro, Portugal.
- Teixeira, N. (2013). Avaliação da viabilidade técnico-económica da reutilização de águas numa moradia unifamiliar (Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior). Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.6/3455>

## **Anexos**

## **Anexo I: Questionários**

## I.1: Questionário aplicado a Funcionários docentes e não docentes.

### Questionário

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao **“Consumo de água no Centro Escolar”**. É muito importante que responda a todas as questões com sinceridade e empenho. Saliento ainda que assumo o compromisso de só fazer uso público da informação recolhida sob a forma de anonimato.

Agradeço, desde já, a sua colaboração.

1. Sexo:  Masculino     Feminino

2. Idade: \_\_\_\_\_

3. Qual é a sua função no Centro Escolar?

Docente do ensino Pré-escolar. É titular de turma?  Sim     Não

Docente do 1.º Ciclo. É titular de turma?  Sim     Não

Funcionário a tempo inteiro. Funções que desempenha: \_\_\_\_\_

Funcionário a tempo parcial. Funções que desempenha: \_\_\_\_\_

Outra: \_\_\_\_\_

4. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente lava as mãos: \_\_\_\_\_

4.1. Quando lava as mãos, indique uma estimativa do número de vezes que pressiona o “botão” da torneira: \_\_\_\_\_

4.2. Quando lava as mãos, usa sabonete:

Sempre     Muitas vezes     Poucas vezes     Nunca

**Responda às questões 5, 5.1, 5.2 e 5.3 se for do sexo masculino.**

5. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza:

o urinol: \_\_\_\_\_ a sanita: \_\_\_\_\_

5.1. De cada vez que usa o urinol, indique uma estimativa do número de descargas que faz: \_\_\_\_\_

5.2. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: \_\_\_\_\_

5.3. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

O “botão” maior (de 6L)     O “botão” menor (de 3L)     Os dois “botões” ao mesmo tempo

**Responda às questões 6, 6.1 e 6.2 se for do sexo feminino.**

6. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza a sanita: \_\_\_\_\_

6.1. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: \_\_\_\_\_

6.2. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

O “botão” maior (de 6L)     O “botão” menor (de 3L)     Os dois “botões” ao mesmo tempo

7. Já assistiu a alguma ação de sensibilização sobre “o uso eficiente de água”?

Sim     Não

Caso tenha respondido Sim, indique onde e em que contexto.

---

---

---

---

8. Considera que está sensibilizada(o) para “o uso eficiente de água”?

Sim     Não     Talvez     Sem opinião

9. Quais as medidas que considera que deviam ser aplicadas no Centro Escolar para um uso mais eficiente de água?

---

---

---

---

Obrigado pela colaboração!

Tiago Morais, n. 926041  
Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção  
ESTIG-IPB

## I.2: Questionário aplicado a Funcionários docentes (Professores Titulares).

### Questionário

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende que dê a sua opinião sobre os hábitos dos alunos da turma de que é titular, relativamente ao **“Consumo de água no Centro Escolar”**. É muito importante que responda a todas as questões com sinceridade e empenho. Saliento ainda que assumo o compromisso de só fazer uso público da informação recolhida sob a forma de anonimato.

Agradeço, desde já, a sua colaboração.

1. É docente do ensino:  Pré-escolar       1.º Ciclo
2. Quantos alunos tem a turma de que é titular? \_\_\_\_\_
3. Entre que valores varia a idade dos alunos da turma? \_\_\_\_\_
4. Na turma, quantos alunos são do:  
sexo masculino: \_\_\_\_\_ e do sexo feminino: \_\_\_\_\_
5. Indique uma estimativa do número de vezes que os alunos lavam diariamente as mãos: \_\_\_\_\_
- 5.1. Quando os alunos lavam as mãos, indique uma estimativa do número de vezes que pressionam o “botão” da torneira: \_\_\_\_\_
- 5.2. Quando os alunos lavam as mãos, usam sabonete:  
 Sempre       Muitas vezes       Poucas vezes       Nunca
6. As questões 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5 são referentes aos alunos do **sexo masculino**.
- 6.1. Indique o número de alunos que diariamente utiliza:  
o urinol: \_\_\_\_\_ a sanita: \_\_\_\_\_
- 6.2. Indique uma estimativa do número de vezes que os alunos diariamente utilizam:  
o urinol: \_\_\_\_\_ a sanita: \_\_\_\_\_
- 6.3. De cada vez que usam o urinol, indique uma estimativa do número de descargas que fazem: \_\_\_\_\_

6.4. De cada vez que usam a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que fazem: \_\_\_\_\_

6.5. Habitualmente, para fazerem as descargas na sanita, utilizam:

O “botão” maior (de 6L)     O “botão” menor (de 3L)     Os dois “botões” ao mesmo tempo

**7. As questões 7.1, 7.2 e 7.3 são referentes aos alunos do sexo feminino.**

7.1. Indique uma estimativa do número de vezes que as alunas utilizam diariamente a sanita: \_\_\_\_\_

7.2. De cada vez que usam a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que fazem: \_\_\_\_\_

7.3. Habitualmente, para fazerem as descargas na sanita, utilizam:

O “botão” maior (de 6L)     O “botão” menor (de 3L)     Os dois “botões” ao mesmo tempo

8. Os alunos já assistiram a alguma ação de sensibilização sobre “o uso eficiente de água”?

Sim     Não

Caso tenha respondido Sim, indique qual e onde?

---

---

---

---

9. Quantos alunos da turma pensa que estão sensibilizados para “o uso eficiente de água”?

Todos     A maioria     Apenas alguns     Nenhum deles

Obrigado pela colaboração!

Tiago Morais, n. 926041  
Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção  
ESTiG-IPB

## **Anexo II: Dados de Precipitação**

**Tabela II.1:** Dados da pluviosidade da estação meteorológica de Bragança (mm).

<b>Bragança</b>	<b>janeiro</b>	<b>fevereiro</b>	<b>março</b>	<b>abril</b>	<b>maio</b>	<b>junho</b>	<b>julho</b>	<b>agosto</b>	<b>setembro</b>	<b>outubro</b>	<b>novembro</b>	<b>dezembro</b>
<b>2010</b>	133,40	200,60	62,10	106,90	65,70	104,80	3,10	0,60	31,60	102,50	77,20	219,50
<b>2011</b>	101,50	90,00	81,40	81,50	29,00	14,90	1,10	48,40	20,10	81,00	136,50	31,50
<b>2012</b>	12,80	0,00	3,50	65,60	63,30	13,90	19,00	12,00	5,80	66,00	80,80	97,70
<b>2013</b>	117,50	63,50	181,20	53,10	23,50	3,60	9,60	0,00	50,20	148,70	11,10	153,40
<b>2014</b>	161,00	155,70	45,00	51,20								
<b>2015</b>	48,00	18,20	2,30	48,80	45,20	58,00	2,40	5,50	78,00	168,30	49,90	69,60
<b>2016</b>	258,00	138,10	59,70	175,30	104,60	8,50	0,50	10,10	21,70	65,50	82,90	47,30
<b>2017</b>	46,30	182,10	49,00	15,90	74,40	5,80	6,60	5,30	0,00	17,20	45,30	116,20
<b>2018</b>	54,20	51,60	239,80	89,80	32,70	118,70	13,70	0,00	1,80	46,70	199,30	55,20

**Tabela II.2:** Dados da pluviosidade da estação meteorológica do Fundão (mm).

<b>Fundão</b>	<b>janeiro</b>	<b>fevereiro</b>	<b>março</b>	<b>abril</b>	<b>maio</b>	<b>junho</b>	<b>julho</b>	<b>agosto</b>	<b>setembro</b>	<b>outubro</b>	<b>novembro</b>	<b>dezembro</b>
<b>2010</b>		238,00	135,90	114,40	29,70	10,30	0,00	13,70	1,90	48,10	116,50	307,00
<b>2011</b>	70,10	78,90	100,80	120,40	36,50	2,10	1,80	3,60	0,10	40,10	102,40	20,00
<b>2012</b>	8,10	0,80	2,80	54,40	105,20	0,50	0,70	12,70	50,00	124,30	171,80	52,30
<b>2013</b>	75,60	75,00	213,40	33,70	13,40	4,40	0,10	0,00		111,10	4,20	136,30
<b>2014</b>	68,10	68,50	47,00	15,00	32,50	24,40	13,10	7,10	156,40	95,80	206,30	31,70
<b>2015</b>	60,90	15,00						2,00	21,20	179,60	49,20	41,00
<b>2016</b>	129,50	91,50	44,50	149,10	174,50	4,60	4,80	37,60	20,00	90,80	232,30	87,90
<b>2017</b>	60,80	160,20	95,60	11,60	27,60	0,10	0,10	15,30	0,00	11,70	86,00	71,80
<b>2018</b>	51,40	58,60	385,40	77,40	4,90	34,40	5,60	0,00	0,00	35,60	141,60	27,20

**Tabela II.3:** Dados da pluviosidade da estação meteorológica de Faro (mm).

<b>Faro</b>	<b>janeiro</b>	<b>fevereiro</b>	<b>março</b>	<b>abril</b>	<b>maio</b>	<b>junho</b>	<b>julho</b>	<b>agosto</b>	<b>setembro</b>	<b>outubro</b>	<b>novembro</b>	<b>dezembro</b>
<b>2010</b>	122,20	165,80	45,00	60,90	5,10	7,70	0,10	0,00	1,70	46,60	68,50	192,30
<b>2011</b>	40,90	49,40	87,50	48,50	94,90	0,00	0,00	0,20	6,20	60,20	126,10	8,10
<b>2012</b>	12,30	0,00	35,50	26,60	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00			
<b>2013</b>										87,00	141,80	9,60
<b>2014</b>												
<b>2015</b>	40,40	11,20	17,00	13,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,50	119,60	105,00	34,80
<b>2016</b>	30,50	21,70	4,00	39,20	119,80	0,00	0,00	0,00	9,30	74,10	83,30	93,50
<b>2017</b>	30,20	81,90	78,40	21,20	25,00	0,00	0,00		0,00	7,50	27,50	39,90
<b>2018</b>	35,50		97,30	90,30	10,80	32,70	0,10	0,70	1,20	61,80	67,40	5,90

## **Anexo III: Fichas técnicas de torneiras**

### III.1: Ficha técnica de torneiras de “cozinha”.

	<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <p>Torneira electrónica bica alta para lavatório</p> <p>Referência: ET016      ET160</p> <p>Modelo: elétrica      bateria</p>
 <p> Ideal para locais onde a higiene absoluta é indispensável. O tamanho e a curvatura da bica proporcionam conforto para higienização das mãos e antebraços.</p> <p>   </p>	
<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Funcionamento ON/OFF</li><li>- Perlator embutido que, além de garantir economia de água, é mais resistente ao vandalismo</li><li>- Inclui fixador anti-vandalismo que permite fixar a torneira na bancada com mais firmeza, impossibilitando o seu furto</li><li>- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar</li><li>- Temperatura máxima da água: 40 °C.</li><li>- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo</li></ul> <p><b>CERTIFICAÇÃO</b></p> <p>- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP</p> 	

FT\_ET016\_ET160\_05.18.PT

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

### III.2: Fichas técnicas de torneiras de lavatório.

	<p><b>FICHA TÉCNICA</b></p> <p>Torneira temporizada para lavatório Alfa Referência: ET443</p> <p><b>NEW</b> </p>
 <p><b>1,8</b> </p>	
<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Perlator embutido com fluxo constante de 1,8 lts/min garante maior economia de água, proporciona conforto de utilização e evita salpicos</li><li>- Temporização: 8 seg.</li><li>- Classe de pressão: 0,2 – 4 bar</li><li>- Temperatura máxima: 40°C</li><li>- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza por muito mais tempo</li></ul> <p><b>CERTIFICAÇÃO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Classe A++ em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP</li></ul> 	
<p><b>DIMENSÕES (MM)</b></p> 	

FT\_ET443\_01.19 PT

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



## FICHA TÉCNICA



Torneira temporizada para lavatório Alfa  
Referência: ET009



### CARACTERÍSTICAS:

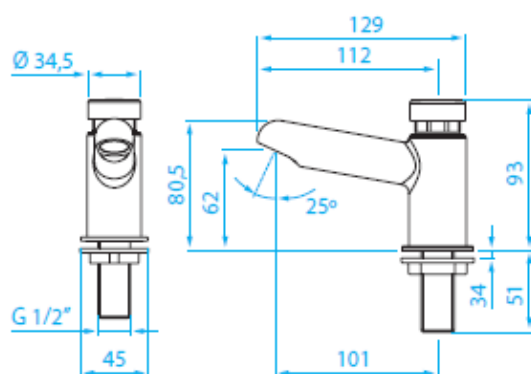
- Perlator embutido que, além de garantir economia de água, é mais resistente ao vandalismo
- Temporização 6 segundos
- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar
- Temperatura máxima da água: 40 °C
- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo

### CERTIFICAÇÃO:

- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP



### DIMENSÕES (MM)



FT\_ET009\_08.18.PT

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

## **Anexo IV: Dimensões de tubagens**

**Tabela IV.1:** Dimensões mais usuais das tubagens de PEAD <sup>(\*)</sup> (Pedroso, 2016).

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)	
	Máximo	Mínimo	Classe 1 MPa	
			Máximo	Mínimo
20	20,3	20,0	2,4	2,0
25	25,3	25,0	2,8	2,3
32	32,3	32,0	3,5	3,0
40	40,4	40,0	4,3	3,7
50	50,4	50,0	5,3	4,6
(...)				

<sup>(\*)</sup> Rugosidade da tubagem ( $K_s = 125 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ ) (Marque & Sousa, 2011)

**Tabela IV.2:** Dimensões mais usuais das tubagens de Aço Inox <sup>(\*)</sup> (Pedroso, 2016).

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)
	Máximo	Mínimo	
15	15,045	14,940	0,6
18	18,045	17,940	0,7
22	22,055	21,950	0,7
28	28,055	28,950	0,8
(...)			

<sup>(\*)</sup> Rugosidade da tubagem ( $K_s = 100 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ ) (Pedroso, 2016)

**Tabela IV.3:** Dimensões mais usuais das tubagens de PVC <sup>(\*)</sup> (Pedroso, 2016).

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)			
	Máximo	Mínimo	Classe 0,4 (MPa)		Classe 0,6 (MPa)	
			Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
(...)						
75	75,3	75,0	2,2	1,8	2,7	2,9
90	90,3	90,0	2,2	1,8	3,2	2,7
110	110,4	110,0	2,7	2,2	3,8	3,2
125	125,4	125,0	3,0	2,5	4,3	3,7
140	140,5	140,0	3,3	2,8	4,8	4,1
160	160,5	160,0	3,8	3,2	5,4	4,7
200	200,6	200,0	4,6	4,0	6,7	5,9
(...)						

<sup>(\*)</sup> Rugosidade da tubagem ( $K_s = 120 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ ) (Pedroso, 2016)

## **Anexo V: Dimensionamento das redes prediais**

**Tabela V.1:** Dimensionamento da rede predial de drenagem de águas cinzentas.

Coletor	Troço	Proveniência	Caudal Acumulado (Qa)	Caudal de Cálculo (Qc)	Inclinação (i)	Diâmetro Nominal (DN)	Tipo de Escoamento
			(L/min)	(L/min)	(m/m)	(mm)	
<b>D1</b>	CI1-CI2	I.S.4	270	147,07	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D2</b>	CI2-CI3	CI2 e I.S.5	410	183,92	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D3</b>	CI3-CI4	CI2	410	183,92	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D4</b>	CI4-CI5	CI3	410	183,92	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D5</b>	CI5-CI6	CI4	410	183,92	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D6</b>	CI6-CI7	CI5 E TQ5	650	235,36	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D7</b>	CI7-CI8	CI6	650	235,36	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D8</b>	CI9-CI10	TQ4	250	141,14	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D9</b>	CI10-CI11	CI9 e I.S.3	340	166,39	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D10</b>	CI11-CI12	CI10 e I.S.2	490	202,33	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D11</b>	CI12-CI8	CI11	490	202,33	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D12</b>	CI13-CI14	TQ2	240	138,09	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D13</b>	CI14-CI15	CI13 e I.S.1	480	200,11	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D14</b>	CI15-CI8	CI14	480	200,11	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção
<b>D15</b>	<b>CI8- RESERVATORIO</b>	CI7 + CI15 + CI12	1620	383,71	0,03	<b>110</b>	Meia-Secção

**Tabela V.2:** Capacidade de auto limpeza das tubagens.

Coletor	Peso Específico ( $\gamma$ )	Raio Hidráulico ( $R_H$ )	Inclinação (i)	Tensão de Arrastamento ( $\tau$ )	Velocidade (v)
	(N/m <sup>3</sup> )	(m)	(m/m)	(Pa)	(m/s)
<b>D1</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D2</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D3</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D4</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D5</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D6</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D7</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D8</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D9</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D10</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D11</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D12</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D13</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D14</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82
<b>D15</b>	10000	0,026	0,03	7,8	1,82

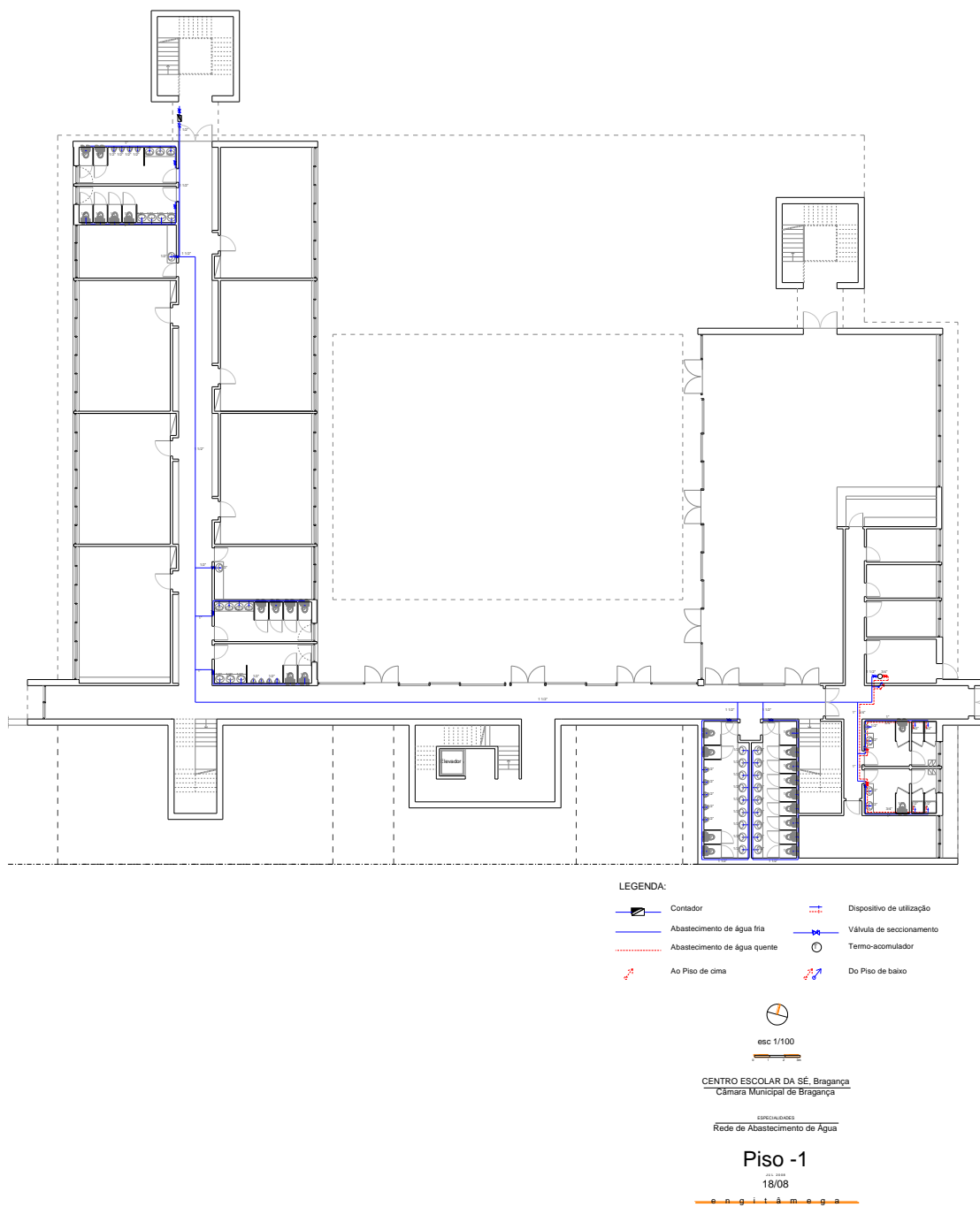
**Tabela V.3:** Dimensionamento da rede de abastecimento com águas pluviais.

Troço	Caudal Acumulado	Caudal de Cálculo	Diâmetro Nominal	Velocidade	Perda de Carga	Pressão a Montante
	Qa (L/s)	Qc (L/s)	DN (mm)	v (m/s)	J (m/m)	Pm (m.c.a)
F1	0,40	0,335	22	1,00	0,113	16,99
F2	0,60	0,416	28	0,76	0,047	17,97
F3	0,20	0,231	18	1,07	0,170	18,61
F4	0,40	0,335	22	1,00	0,113	20,39
F5	1,00	0,547	28	1,00	0,081	21,40
F6	0,20	0,231	18	1,07	0,170	22,46
F7	1,20	0,603	32	1,14	0,068	22,96
F8	0,40	0,335	25	1,02	0,076	23,85
F9	0,40	0,335	25	1,02	0,076	25,57
F10	0,20	0,231	20	1,15	0,133	25,66
F11	0,20	0,231	18	1,07	0,170	27,05
F12	0,40	0,335	22	1,00	0,113	28,05
F13	0,90	0,517	28	0,94	0,072	29,13
F14	1,30	0,630	28	1,15	0,107	30,01
F15	0,10	0,159	15	1,06	0,217	30,26
F16	1,40	0,655	32	1,23	0,125	31,33
F17	0,10	0,159	20	0,79	0,063	32,46
F18	1,50	0,680	32	1,28	0,086	36,71
F19	0,20	0,231	20	1,15	0,133	37,90
F20	0,40	0,335	25	1,02	0,076	38,70
F21	2,20	0,835	40	1,00	0,039	44,15
F22	0,40	0,335	25	1,02	0,076	45,87
F23	0,10	0,159	20	0,79	0,099	45,98
F24	0,50	0,377	25	1,15	0,097	52,07
F25	2,70	0,932	40	1,16	0,054	54,31
F26	4,20	1,128	50	0,86	0,022	52,23

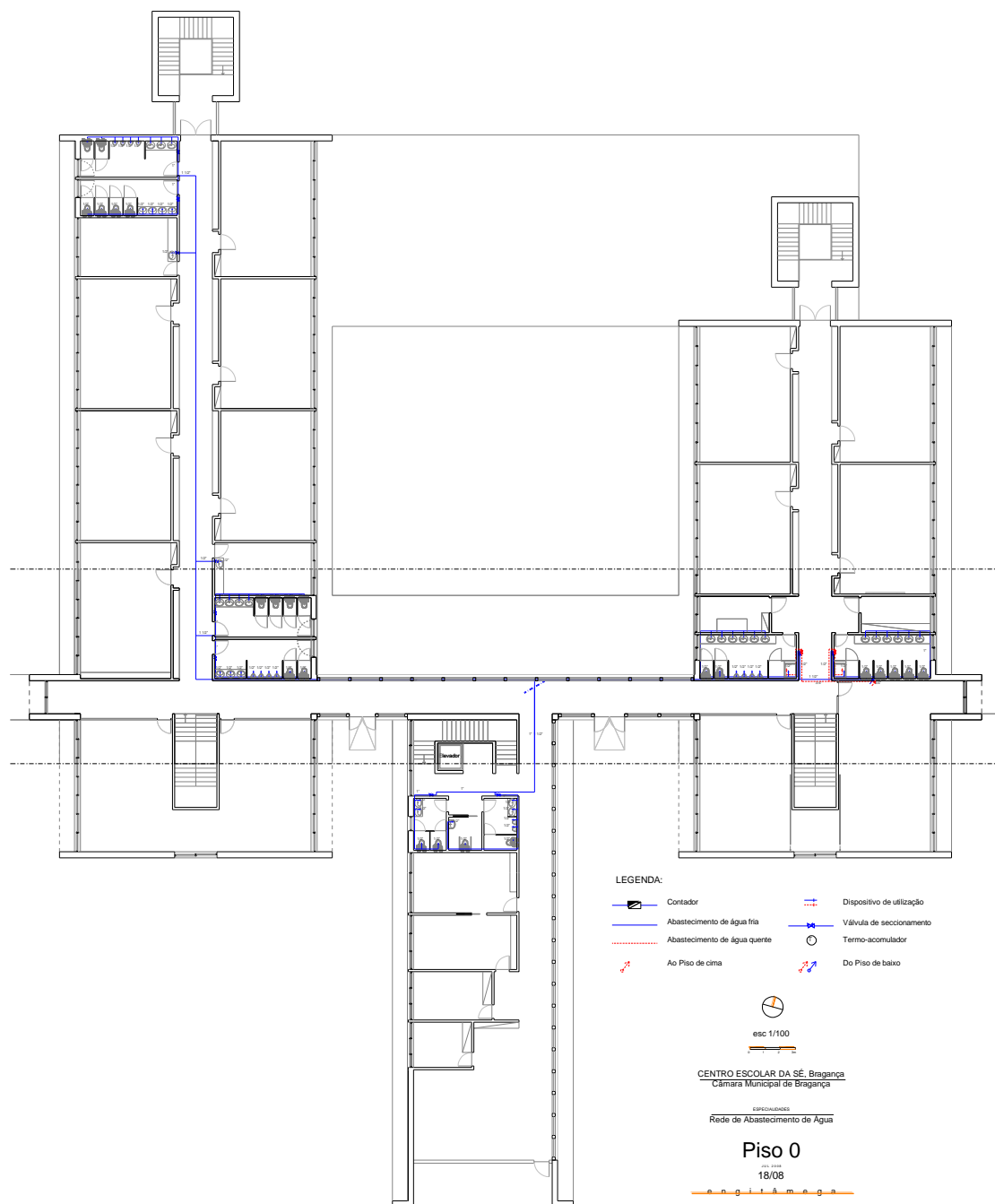
**Tabela V.4:** Dimensionamento da rede de abastecimento com águas cinzentas.

Troço	Caudal Acumulado	Caudal de Cálculo	Diâmetro Nominal	Velocidade	Perda de Carga	Pressão a Montante
	Qa (L/s)	Qc (L/s)	DN (mm)	v (m/s)	J (m/m)	Pm (m.c.a)
F1	0,40	0,335	22	1,00	0,113	16,99
F2	0,60	0,416	28	0,76	0,047	17,97
F3	0,20	0,231	18	1,07	0,170	18,61
F4	0,40	0,335	22	1,00	0,113	20,39
F5	1,00	0,547	28	1,00	0,081	21,40
F6	0,20	0,231	18	1,07	0,170	22,46
F7	1,20	0,603	32	1,14	0,068	22,96
F8	0,30	0,287	22	0,86	0,083	23,49
F9	0,40	0,335	25	0,75	0,052	23,91
F10	0,50	0,377	18	1,74	0,455	24,43
F11	0,20	0,231	18	1,07	0,170	28,26
F12	0,40	0,335	22	1,00	0,113	29,26
F13	0,90	0,517	28	0,94	0,072	30,34
F14	1,30	0,630	28	1,15	0,107	31,22
F15	0,10	0,159	15	1,06	0,217	31,47
F16	1,40	0,655	32	1,23	0,125	32,54
F17	0,10	0,159	20	0,79	0,063	33,67
F18	1,50	0,680	32	1,28	0,086	42,13
F19	0,20	0,231	20	1,15	0,133	43,31
F20	0,40	0,335	25	0,97	0,065	44,09
F21	2,20	0,835	40	1,00	0,039	49,54
F22	0,40	0,335	25	1,02	0,076	51,26
F23	0,10	0,159	20	0,79	0,099	51,37
F24	0,50	0,377	25	1,15	0,097	57,46
F25	4,20	1,128	50	0,86	0,022	57,62

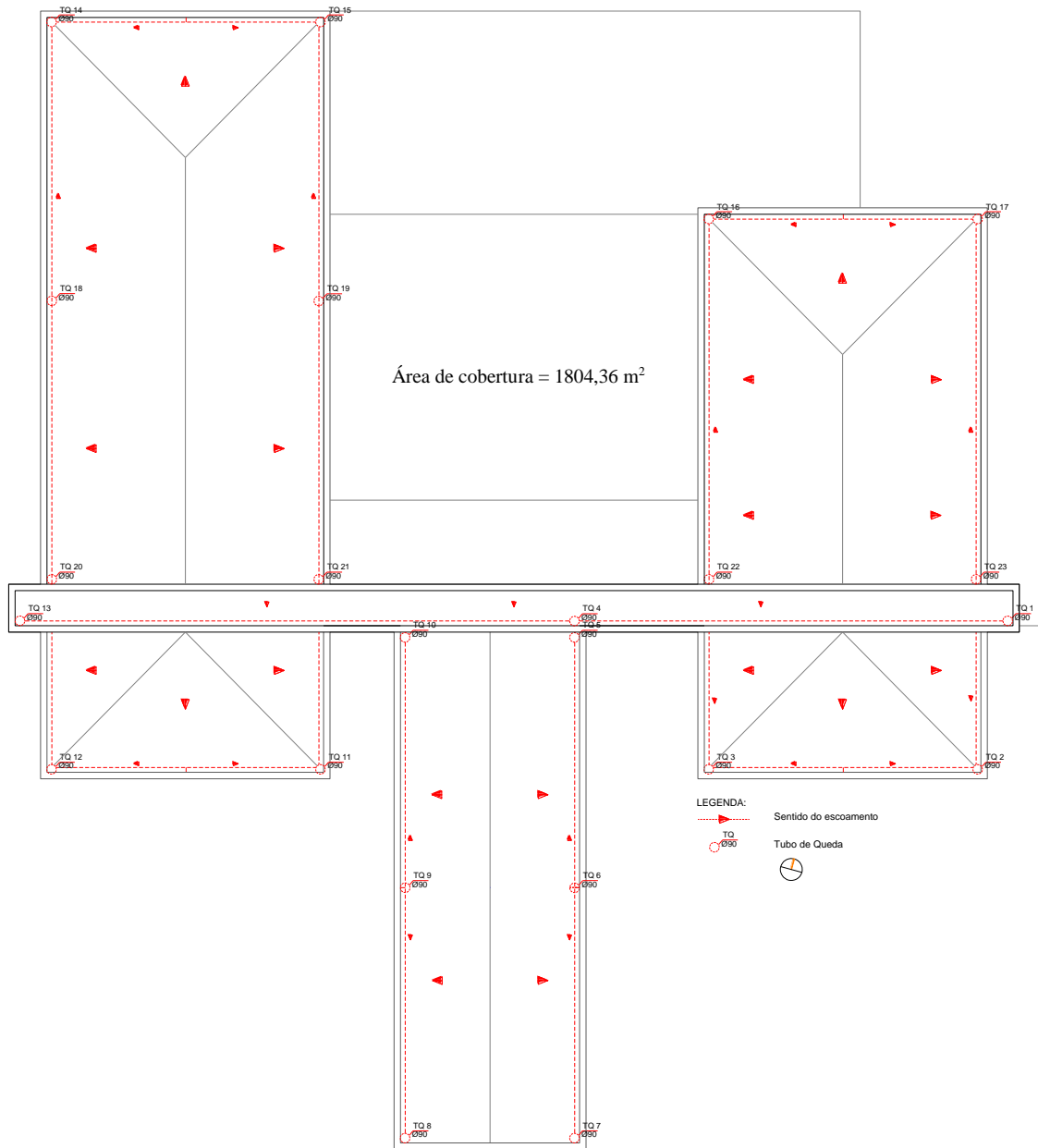
## **Anexo VI: Peças desenhadas**



**Figura VI.1:** Planta de rede predial de distribuição de água (existente-suprimento, piso -1).



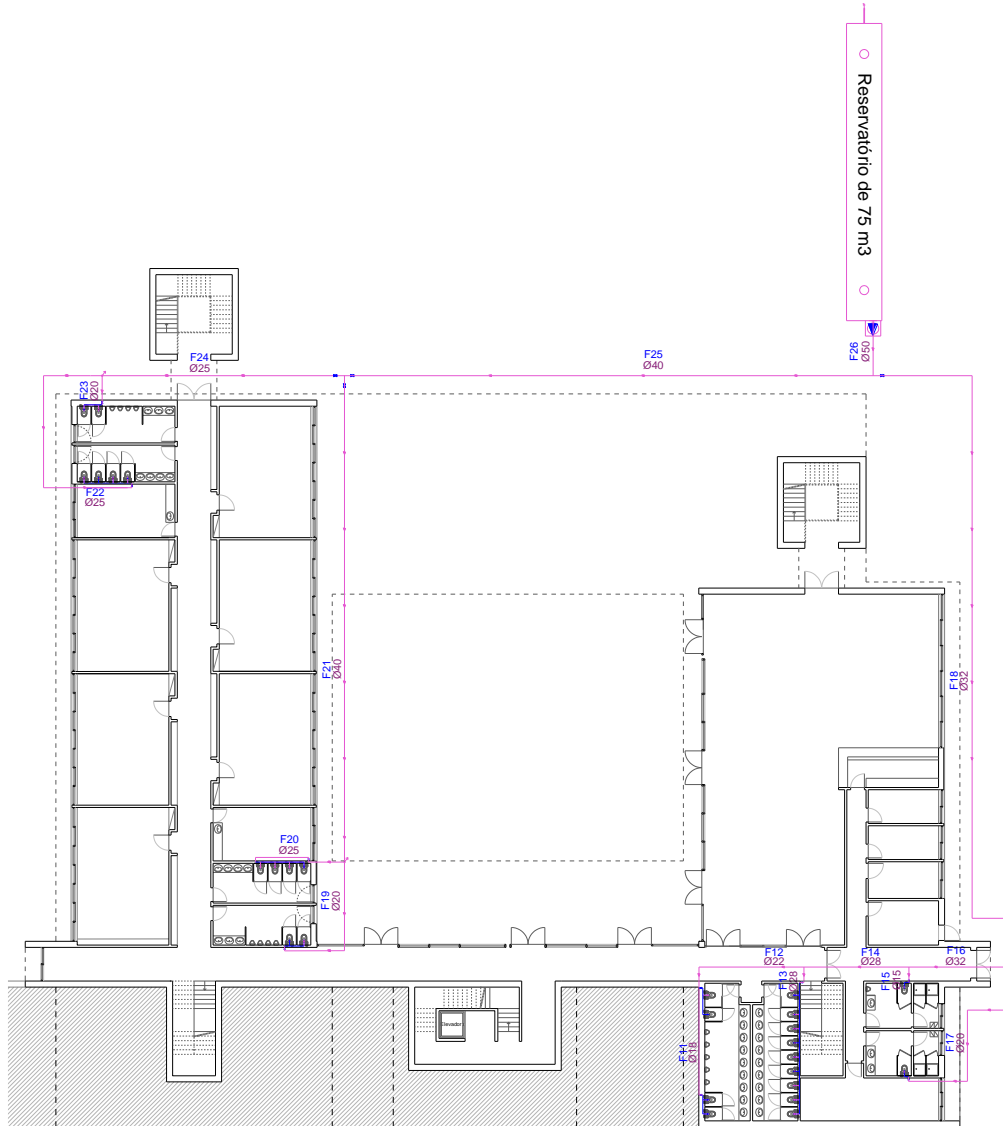
**Figura VI.2:** Planta de rede predial de distribuição de água (existente-suprimento, piso 0).






**Figura VI.3:** Planta de cobertura - áreas de influência para drenagem de águas pluviais.



Ligação à rede pública de drenagem de águas pluviais

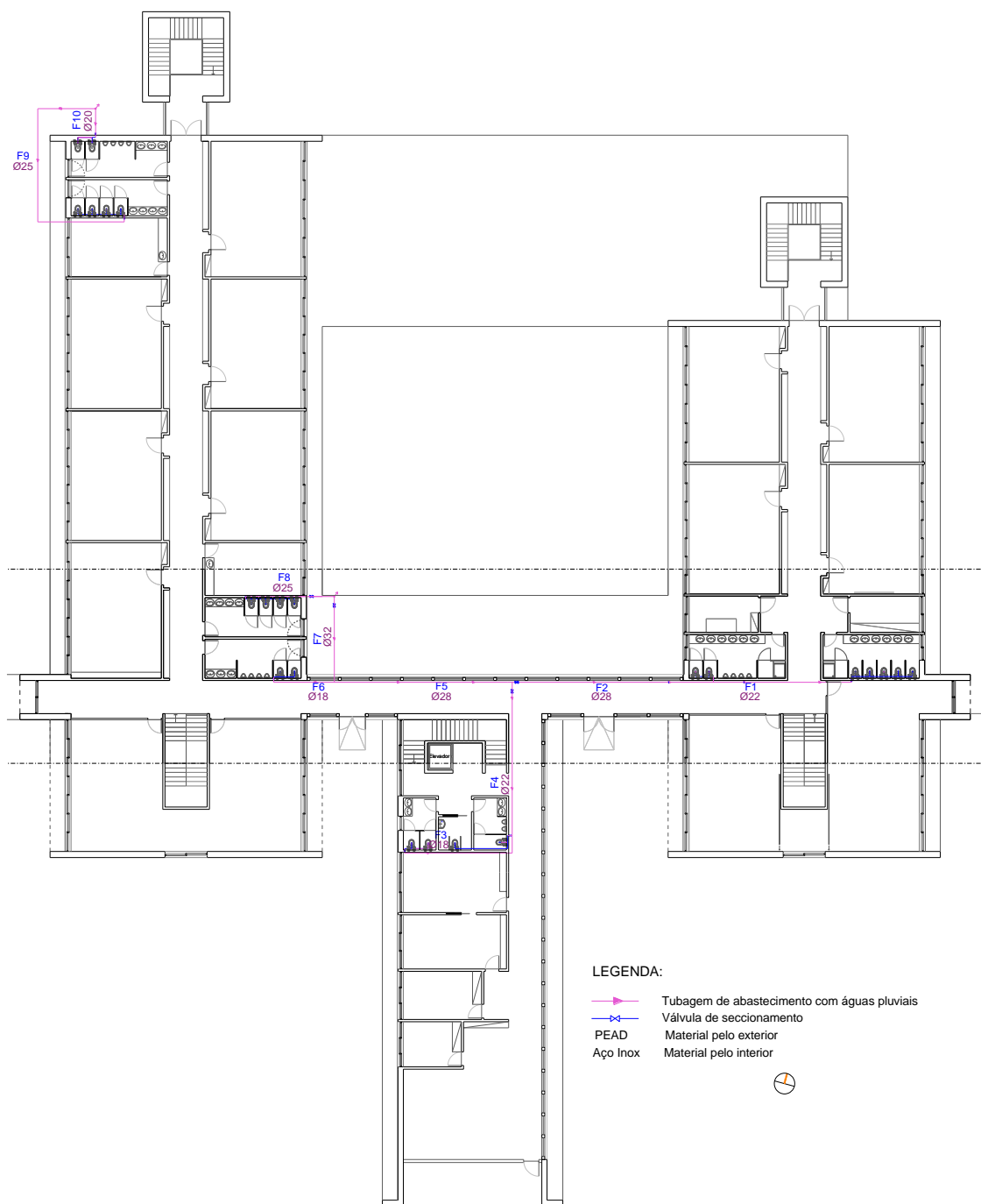


LEGENDA:

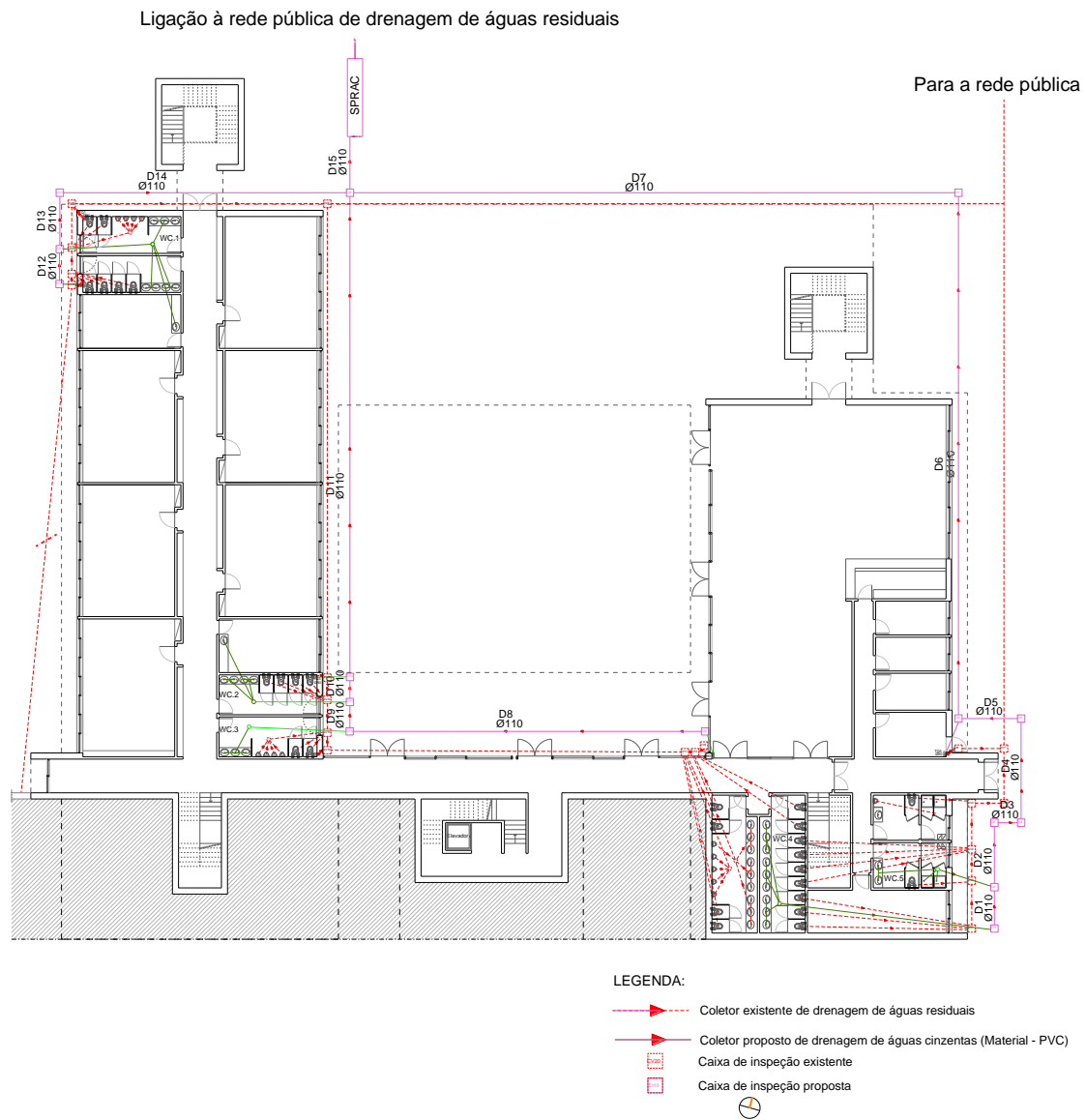
-  Tubagem de abastecimento com águas pluviais
-  Válvula de seccionamento
-  Grupo hidropressor
- PEAD Material pelo exterior
- Aço Inox Material pelo interior



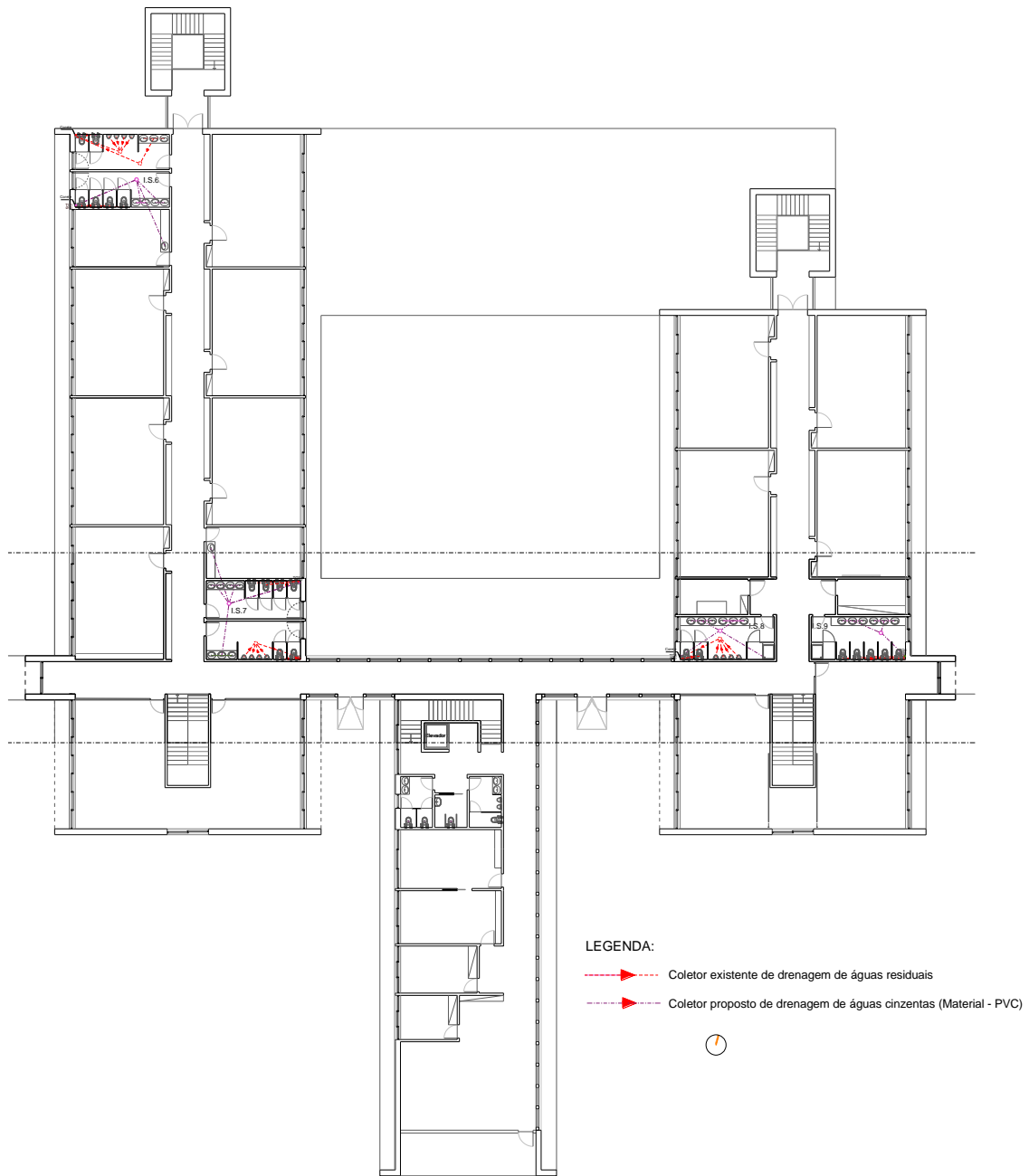
**Figura VI.5:** Planta da rede predial de distribuição com águas pluviais, piso -1 (opção 3).



**Figura VI.6:** Planta da rede predial de distribuição com águas pluviais, piso 0 (opção 3).

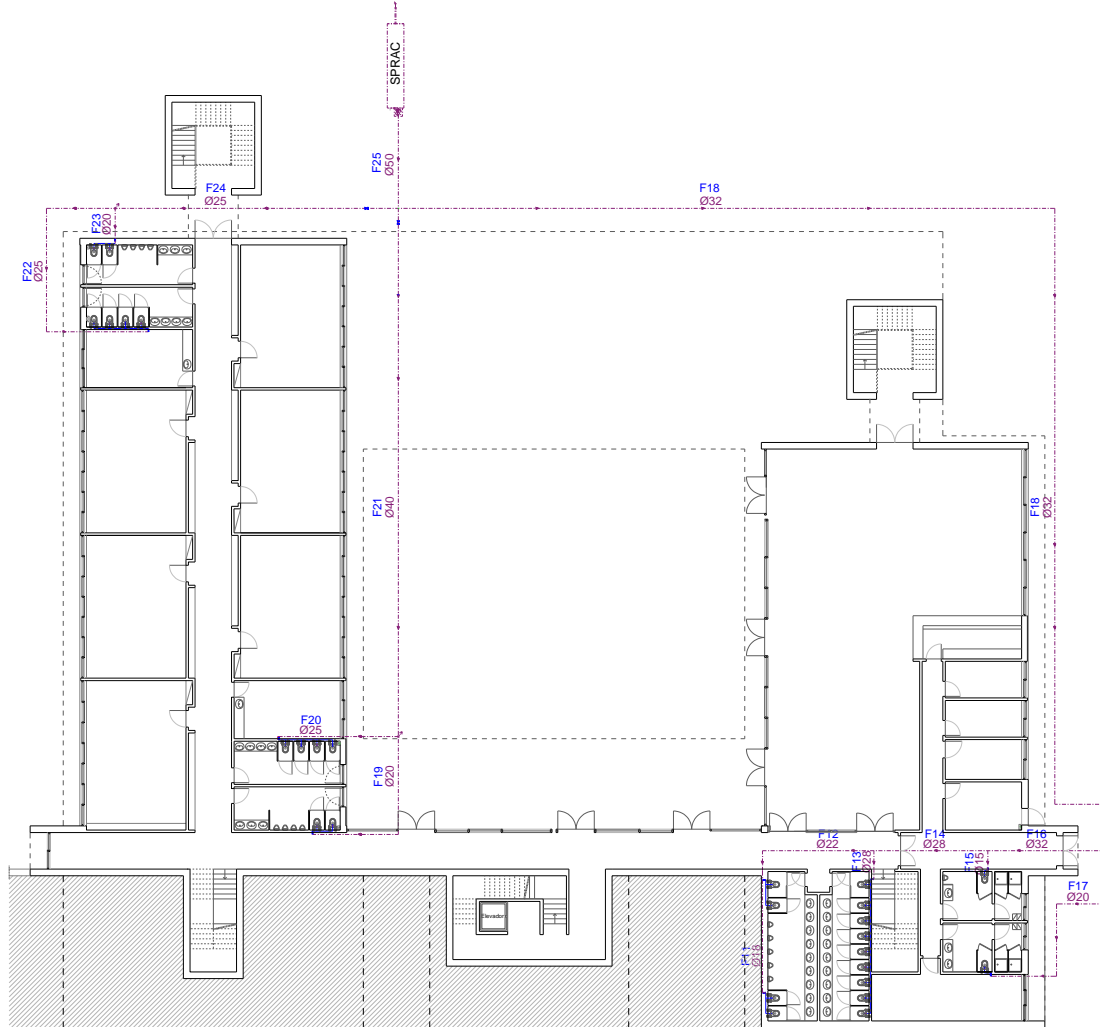


**Figura VI.7:** Planta da rede predial de drenagem de águas cinzentas, piso -1 (opção 4).









**Figura VI.8:** Planta da rede predial de drenagem de águas cinzentas, piso 0 (opção 4).

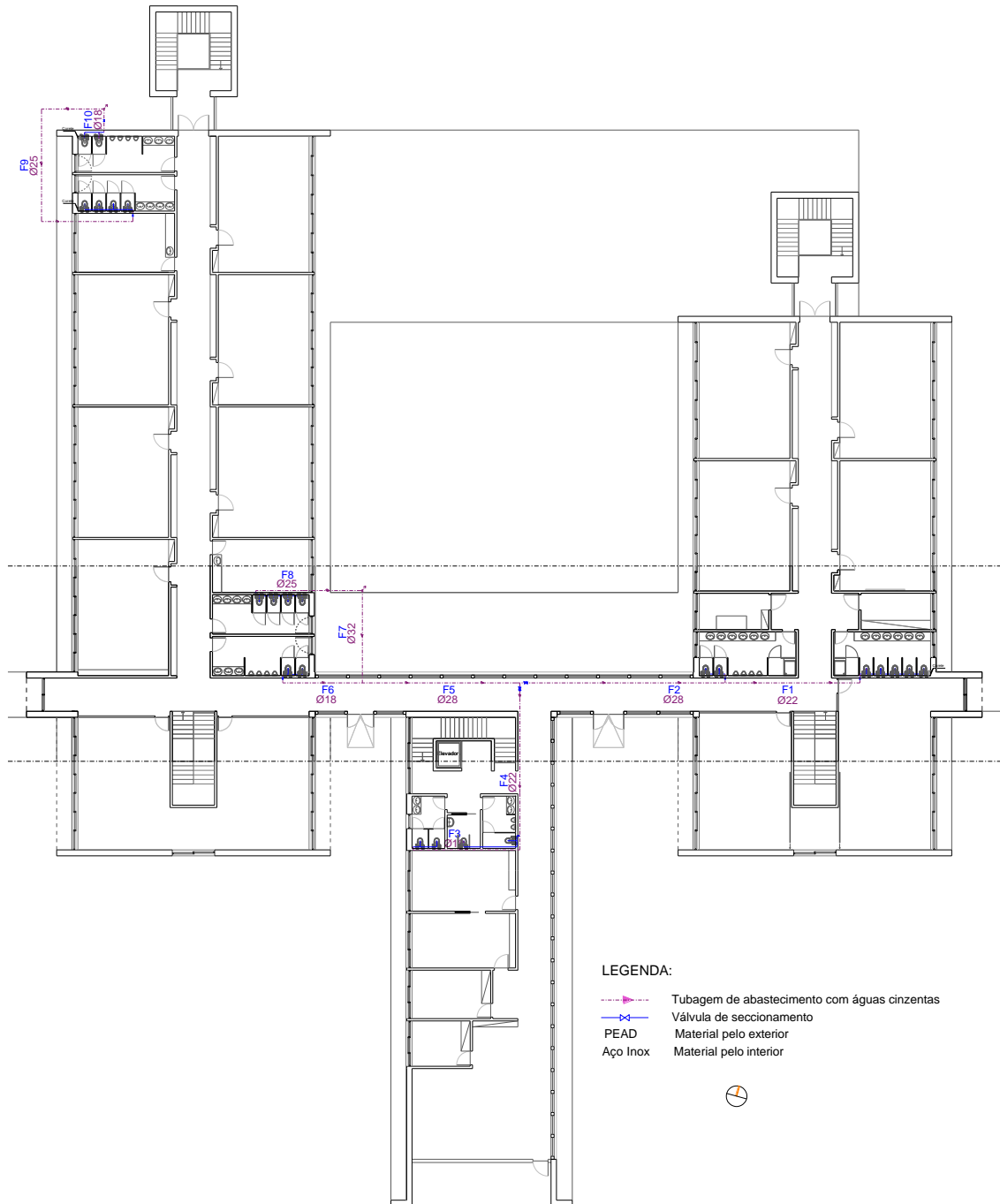
Ligação à rede pública de drenagem de águas residuais



LEGENDA:

-  Tubagem de abastecimento com águas cinzentas
-  Válvula de seccionamento
-  Grupo hidropressor
-  PEAD
-  Aço Inox
- 

**Figura VI.9:** Planta da rede predial de distribuição com águas cinzentas, piso -1 (opção 4).



**Figura VI.10:** Planta da rede predial de distribuição com águas cinzentas, piso 0 (opção 4).

## **Anexo VII: Fichas técnicas de reservatórios e bomba**

## VII.1: Ficha técnica de reservatórios para águas pluviais.



DOSSIER TÉCNICO  
08/02/2013

### DEPÓSITOS HORIZONTAIS ENTERRAR

DEPOSITOS HORIZONTAIS PEAD



#### Descrição e características modelos de superfície :

Fabricados em Polietileno de Alta Densidade – PEAD.

Volumes de 5000 a 75.000 Lt.

Acesso ao interior por tampa colocada na parte superior.

De fácil transporte e instalação..

Boa sustentabilidade e peso reduzido, longa duração, qualidade alimentar e tratamento anti\_UV, imputrescível, resistentes à corrosão, fácil limpeza,

Possibilidade de colocação de entradas e saídas nas zonas superiores e inferiores para conexão de tubagens.

Disponíveis tampas com fechos anti-intrusão

**Dimensões:**

HORIZONTAL DE GRANDE CAPACIDADE PARA ENTERRAR

Imagem	Ref.	Vol Lt	Diâm mm	Comp mm	Alt mm	Tampa mm
	DHE5000	5000	2320	2020	2460	Ø 700
	DHE10000	10000	2320	3300	2460	Ø 700
	DHE15000	15000	2320	4580	2460	Ø 700
	DHE20000	20000	2320	5360	2460	Ø 700
	DHE25000	25000	2320	6640	2460	Ø 700
	DHE30000	30000	2320	7920	2460	Ø 700
	DHE35000	35000	2320	9200	2460	Ø 700
	DHE40000	40000	2320	10480	2460	Ø 700
	DHE45000	45000	2320	11760	2460	Ø 700
	DHE50000	50000	2320	13040	2460	Ø 700
	DHE55000	55000	2320	14320	2460	Ø 700
	DHE60000	60000	2320	15600	2460	Ø 700
	DHE65000	65000	2320	17880	2460	Ø 700
	DHE70000	70000	2320	18160	2460	Ø 700
	DHE75000	75000	2320	19440	2460	Ø 700



**Utilização :**

Depósitos horizontais em PEAD para armazenamento de água e outros líquidos (Consultar para verificar compatibilidade).

Existe versão para Recuperação de Águas Pluviais com: filtro de entrada, chupador com válvula anti retorno e bóia, descarga anti turbulência, descarga superior com sistema anti intrusão de animais, etc.

Possibilidade de reforçar o depósito para aplicações específicas.

## VII.2: Ficha técnica do sistema de reutilização de águas cinzentas.



### SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS ECODEPUR® BIOX 20

### FICHA TÉCNICA

Os Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX são equipamentos destinados à recepção e tratamento de águas residuais cinzentas (banhos, duchas e lavatórios), adequando a qualidade da água tratada para usos secundários (autoalcosmas, rega, lavagens diversas, etc.).

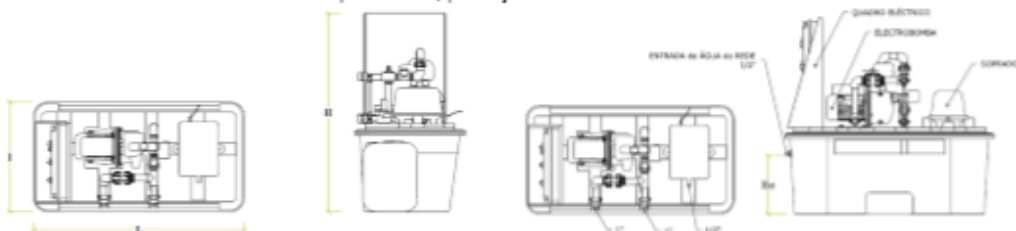
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO	Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas
MARCA	ECODEPUR®
MODELO	BIOX 20
PRÉ-DECANTADOR	Incluído
BOMBA DE DESCARGA	Potência: 0,25 kW; 230 VAC; 50 Hz;
RESPIRO	Incluído
TAMPA DE ACESSO	Incluído (PE)
BOIA DE NÍVEL MÍNIMO	Incluído
EMBALAGEM DE HIPOCLORITO	Incluído
WATERSMARTBOX	Incluído



MODELO	Hab/Eq (Hab)	VOLUME (l)	L (mm)	I (mm)	H (mm)	He (mm)	Hs (mm)	Hv (mm)	C (mm)	Ø TUBAGEM (mm)	PESO APROX. (kg)
BIOX 20	20	4.820	5.080	960	1.230	915	978	200	2 x 750 x 750	125	240

#### WATERSMARTBOX

- Bomba Superfície** Caudal de bombagem: 56 L/min; Potência: 0,90 kW; 230 VAC; 50 Hz
- Soprador de membrana** Caudal de ar: 60 L/min; Potência até: 0,06 kW; 230 VAC; 50 Hz
- Quadro Eléctrico** Arranque directo c/ protecção térmica electrónica



MODELO	L (mm)	H (mm)	I (mm)	He (mm)	CONSUMO MÉDIO* (kW.h/m³água)	Ø TUBAGEM (mm)	PESO APROX. (kg)
WATERSMARTBOX	1.150	1.085	600	335	1,87	1"	45

Rev.1\_05.09.14 | As imagens e dimensões apresentadas podem ser alteradas sem aviso prévio.

W. [www.ecodepur.pt](http://www.ecodepur.pt)  
@. [geral@ecodepur.pt](mailto:geral@ecodepur.pt)

T. +351 249 571 500  
F. +351 249 571 501

Z. l. Casal dos Frades, 68  
2435-661 Selça - Ourém





## **Anexo VIII: Volumes de água poupada**

**Tabela VIII.1: Volumes de água consumida e poupada, Opção 1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras (m <sup>3</sup> )	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 1 (m <sup>3</sup> )	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>	<b>7,04</b>

**Tabela VIII.2: Volumes de água consumida e poupada, Opção 2: Cenário 2.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.1 (m <sup>3</sup> )	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>	<b>53,49</b>

**Tabela VIII.3: Volumes de água consumida e poupada, Opção 2: Cenário 2.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.2 (m <sup>3</sup> )	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>	<b>40,92</b>

**Tabela VIII.4: Volumes de água consumida e poupada, Opção 3: Cenário 3.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	82,05	89,01	77,42	77,42	82,88	98,32	114,35	105,15	87,01	83,72	83,72
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>63,04</b>	<b>58,40</b>	<b>51,45</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>57,58</b>	<b>42,14</b>	<b>26,11</b>	<b>35,31</b>	<b>53,45</b>	<b>56,73</b>	<b>56,73</b>

**Tabela VIII.5: Volumes de água consumida e poupada, Opção 3: Cenário 3.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.2 (m <sup>3</sup> )	23,93	28,56	35,52	23,93	23,93	29,39	44,83	60,86	51,66	33,52	30,23	30,23
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>116,53</b>	<b>111,89</b>	<b>104,94</b>	<b>116,53</b>	<b>116,53</b>	<b>111,06</b>	<b>95,62</b>	<b>79,59</b>	<b>88,80</b>	<b>106,94</b>	<b>110,22</b>	<b>110,22</b>

**Tabela VIII.6: Volumes de água consumida e poupada, Opção 3: Cenário 3.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.3 (m <sup>3</sup> )	36,49	41,13	48,08	36,49	36,49	41,95	57,40	73,43	64,22	46,08	42,80	42,80
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>103,96</b>	<b>99,33</b>	<b>92,37</b>	<b>103,96</b>	<b>103,96</b>	<b>98,50</b>	<b>83,06</b>	<b>67,03</b>	<b>76,23</b>	<b>94,37</b>	<b>97,66</b>	<b>97,66</b>

**Tabela VIII.7: Volumes de água consumida e poupada, Opção 4: Cenário 4.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>	<b>63,04</b>

**Tabela VIII.8: Volumes de água consumida e poupada, Opção 4: Cenário 4.2.**

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.2 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>

**Tabela VIII.9: Volumes de água consumida e poupada, Opção 4: Cenário 4.3.**

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.3 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Consumo Poupado (m <sup>3</sup> )	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>	<b>77,42</b>

## **Anexo IX: Poupança de água**

**Tabela IX.1: Poupança de água, Bragança, Opção 1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 1 (m <sup>3</sup> )	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 1 (€)	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49	747,49
Redução na fatura (€)	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>	<b>38,42</b>

**Tabela IX.2: Poupança de água, Bragança, Opção 2: Cenário 2.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.1 (m <sup>3</sup> )	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.1 (€)	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91	493,91
Redução da fatura (€)	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>	<b>292,00</b>

**Tabela IX.3: Poupança de água, Bragança, Opção 2: Cenário 2.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.2 (m <sup>3</sup> )	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.2 (€)	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50
Redução da fatura (€)	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>	<b>223,40</b>

**Tabela IX.4: Poupança de água, Bragança, Opção 3: Cenário 3.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	82,05	89,01	77,42	77,42	82,88	98,32	114,35	105,15	87,01	83,72	83,72
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.1 (€)	441,79	467,09	505,06	441,79	441,79	471,60	555,89	643,40	593,17	494,14	476,20	476,20
Redução da fatura (€)	<b>344,12</b>	<b>318,82</b>	<b>280,85</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>314,31</b>	<b>230,02</b>	<b>142,51</b>	<b>192,74</b>	<b>291,77</b>	<b>309,71</b>	<b>309,71</b>

**Tabela IX.5: Poupança de água, Bragança, Opção 3: Cenário 3.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.2 (m <sup>3</sup> )	23,93	28,56	35,52	23,93	23,93	29,39	44,83	60,86	51,66	33,52	30,23	30,23
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.2 (€)	149,79	175,09	213,06	149,79	149,79	179,60	263,89	351,40	301,17	202,15	184,21	184,21
Redução da fatura (€)	<b>636,11</b>	<b>610,81</b>	<b>572,84</b>	<b>636,11</b>	<b>636,11</b>	<b>606,30</b>	<b>522,01</b>	<b>434,50</b>	<b>484,74</b>	<b>583,76</b>	<b>601,70</b>	<b>601,70</b>

**Tabela IX.6: Poupança de água, Bragança, Opção 3: Cenário 3.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	4,63	11,59	0,00	0,00	5,46	20,90	36,93	27,73	9,59	6,30	6,30
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.3 (m <sup>3</sup> )	36,49	41,13	48,08	36,49	36,49	41,95	57,40	73,43	64,22	46,08	42,80	42,80
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.3 (€)	218,39	243,68	281,66	218,39	218,39	248,20	332,48	420,00	369,76	270,74	252,80	252,80
Redução da fatura (€)	<b>567,52</b>	<b>542,22</b>	<b>504,25</b>	<b>567,52</b>	<b>567,52</b>	<b>537,71</b>	<b>453,42</b>	<b>365,91</b>	<b>416,14</b>	<b>515,17</b>	<b>533,11</b>	<b>533,11</b>

**Tabela IX.7: Poupança de água, Bragança, Opção 4: Cenário 4.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.1 (€)	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79	441,79
Redução da fatura (€)	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>	<b>344,12</b>

**Tabela IX.8: Poupança de água, Bragança, Opção 4: Cenário 4.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.2 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.2 (€)	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28
Redução da fatura (€)	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>

**Tabela IX.9: Poupança de água, Bragança, Opção 4: Cenário 4.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.3 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91	785,91
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.3 (€)	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28	363,28
Redução da fatura (€)	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>	<b>422,62</b>

**Tabela IX.10: Poupança de água, Fundão, Opção 1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 1 (m <sup>3</sup> )	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 1 (€)	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97	1522,97
Redução na fatura (€)	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>	<b>79,35</b>

**Tabela IX.11: Poupança de água, Fundão, Opção 2: Cenário 2.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.1 (m <sup>3</sup> )	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.1 (€)	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25	999,25
Redução da fatura (€)	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>	<b>603,08</b>

**Tabela IX.12: Poupança de água, Fundão, Opção 2: Cenário 2.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.2 (m <sup>3</sup> )	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.2 (€)	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91	1140,91
Redução da fatura (€)	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>	<b>461,41</b>

**Tabela IX.13: Poupança de água, Fundão, Opção 3: Cenário 3.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	4,88	6,16	8,29	6,30	6,30	13,20	42,39	40,89	36,26	4,31	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.1 (m <sup>3</sup> )	82,30	83,58	85,71	83,72	83,72	90,62	119,80	118,30	113,67	81,73	77,42	77,42
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.1 (€)	946,65	961,08	985,05	962,67	962,67	1040,39	1369,50	1352,58	1300,37	940,19	891,59	891,59
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>655,68</b>	<b>641,24</b>	<b>617,28</b>	<b>639,66</b>	<b>639,66</b>	<b>561,93</b>	<b>232,83</b>	<b>249,74</b>	<b>301,96</b>	<b>662,14</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>

**Tabela IX.14: Poupança de água, Fundão, Opção 3: Cenário 3.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	4,88	6,16	8,29	6,30	6,30	13,20	42,39	40,89	36,26	4,31	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.2 (m <sup>3</sup> )	28,81	30,09	32,22	30,23	30,23	37,13	66,32	64,82	60,18	28,24	23,93	23,93
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.2 (€)	343,57	358,00	381,96	359,59	359,59	437,31	766,42	749,50	697,29	337,11	288,51	288,51
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>1258,76</b>	<b>1244,32</b>	<b>1220,36</b>	<b>1242,74</b>	<b>1242,74</b>	<b>1165,01</b>	<b>835,91</b>	<b>852,82</b>	<b>905,04</b>	<b>1265,22</b>	<b>1313,81</b>	<b>1313,81</b>

**Tabela IX.15: Poupança de água, Fundão, Opção 3: Cenário 3.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	4,88	6,16	8,29	6,30	6,30	13,20	42,39	40,89	36,26	4,31	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.3 (m <sup>3</sup> )	41,38	42,66	44,78	42,80	42,80	49,69	78,88	77,38	72,75	40,80	36,49	36,49
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.3 (€)	485,23	499,67	523,63	501,25	501,25	578,98	908,09	891,17	838,95	478,77	430,18	430,18
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>1117,09</b>	<b>1102,65</b>	<b>1078,69</b>	<b>1101,07</b>	<b>1101,07</b>	<b>1023,35</b>	<b>694,24</b>	<b>711,16</b>	<b>763,37</b>	<b>1123,55</b>	<b>1172,15</b>	<b>1172,15</b>

**Tabela IX.16: Poupança de água, Fundão, Opção 4: Cenário 4.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.1 (€)	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59	891,59
Redução da fatura (€)	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>	<b>710,73</b>

**Tabela IX.17: Poupança de água, Fundão, Opção 4: Cenário 4.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.2 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.2 (€)	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45
Redução da fatura (€)	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>

**Tabela IX.18: Poupança de água, Fundão, Opção 4: Cenário 4.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.3 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33	1602,33
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.3 (€)	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45	729,45
Redução da fatura (€)	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>	<b>872,88</b>

**Tabela IX.19: Poupança de água, Faro, Opção 1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38	70,38
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 1 (m <sup>3</sup> )	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42	133,42
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 1 (€)	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27	955,27
Redução na fatura (€)	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>	<b>49,33</b>

**Tabela IX.20: Poupança de água, Faro, Opção 2: Cenário 2.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.1 (m <sup>3</sup> )	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97	86,97
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.1 (€)	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69	629,69
Redução da fatura (€)	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>	<b>374,91</b>

**Tabela IX.21: Poupança de água, Faro, Opção 2: Cenário 2.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 2: cenário 2.2 (m <sup>3</sup> )	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53	99,53
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 2: cenário 2.2 (€)	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76	717,76
Redução da fatura (€)	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>	<b>286,84</b>

**Tabela IX.22: Poupança de água, Faro, Opção 3: Cenário 3.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	16,75	21,85	11,45	11,81	18,07	30,03	51,78	56,58	53,42	17,60	14,09	12,61
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.1 (m <sup>3</sup> )	94,17	99,27	88,87	89,22	95,49	107,45	129,20	133,99	130,84	95,01	91,50	90,03
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.1 (€)	680,20	715,90	643,04	645,52	689,42	773,25	925,71	959,31	937,18	686,10	661,51	651,14
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>324,41</b>	<b>288,70</b>	<b>361,56</b>	<b>359,08</b>	<b>315,19</b>	<b>231,36</b>	<b>78,89</b>	<b>45,29</b>	<b>67,42</b>	<b>318,50</b>	<b>343,10</b>	<b>353,47</b>

**Tabela IX.23: Poupança de água, Faro, Opção 3: Cenário 3.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	16,75	21,85	11,45	11,81	18,07	30,03	51,78	56,58	53,42	17,60	14,09	12,61
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.2 (m <sup>3</sup> )	40,68	45,78	35,38	35,74	42,00	53,96	75,71	80,50	77,35	41,52	38,02	36,54
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.2 (€)	305,28	153,33	123,09	124,11	142,34	177,14	240,43	254,38	245,19	140,96	130,75	126,45
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>699,32</b>	<b>851,27</b>	<b>881,52</b>	<b>880,49</b>	<b>862,26</b>	<b>827,47</b>	<b>764,17</b>	<b>750,22</b>	<b>759,41</b>	<b>863,64</b>	<b>873,85</b>	<b>878,16</b>

**Tabela IX.24: Poupança de água, Faro, Opção 3: Cenário 3.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	16,75	21,85	11,45	11,81	18,07	30,03	51,78	56,58	53,42	17,60	14,09	12,61
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 3: cenário 3.3 (m <sup>3</sup> )	53,25	58,34	47,95	48,30	54,56	66,52	88,28	93,07	89,91	54,09	50,58	49,10
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 3: cenário 3.3 (€)	393,35	429,06	356,20	358,68	402,58	486,40	638,87	672,47	650,34	399,26	374,66	364,29
<b>Redução da fatura (€)</b>	<b>611,25</b>	<b>575,55</b>	<b>648,40</b>	<b>645,92</b>	<b>602,03</b>	<b>518,20</b>	<b>365,73</b>	<b>332,13</b>	<b>354,26</b>	<b>605,35</b>	<b>629,94</b>	<b>640,31</b>

**Tabela IX.25: Poupança de água, Faro, Opção 4: Cenário 4.1.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.1 (m <sup>3</sup> )	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42	77,42
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.1 (€)	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77	562,77
Redução da fatura (€)	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>	<b>441,83</b>

**Tabela IX.26: Poupança de água, Faro, Opção 4: Cenário 4.2.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11	39,11
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.2 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.2 (€)	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97
Redução da fatura (€)	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>

**Tabela IX.27: Poupança de água, Faro, Opção 4: Cenário 4.3.**

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Autoclismos (m <sup>3</sup> )	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54
Torneiras Lavatório (m <sup>3</sup> )	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49	36,49
Estimativa do consumo mensal (m <sup>3</sup> )	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45	140,45
Consumo c/ Opção 4: cenário 4.3 (m <sup>3</sup> )	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04	63,04
Estimativa do gasto mensal (€)	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60	1004,60
Estimativa do gasto mensal c/ Opção 4: cenário 4.3 (€)	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97	461,97
Redução da fatura (€)	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>	<b>542,63</b>

## **Anexo X: Período de retorno do investimento**

**Tabela X.1:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 1.**

<b>Opção 1)</b>								
<b>Bragança</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	725,90	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	461,05	466,58	472,18	477,84	---	532,00	538,38	544,84
<b>Lucro (€)</b>	<b>-264,85</b>	<b>201,72</b>	<b>673,90</b>	<b>1 151,74</b>	---	<b>5 718,80</b>	<b>6 257,18</b>	<b>6 802,02</b>
<b>Fundão</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	725,90	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	952,23	963,66	975,22	986,93	---	1098,78	1111,96	1125,31
<b>Lucro (€)</b>	<b>226,33</b>	<b>1 189,99</b>	<b>2 165,22</b>	<b>3 152,14</b>	---	<b>12 584,84</b>	<b>13 696,80</b>	<b>14 822,11</b>
<b>Faro</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	725,90	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	591,96	595,52	599,09	602,68	---	636,02	639,84	643,68
<b>Lucro (€)</b>	<b>-133,94</b>	<b>461,58</b>	<b>1 060,67</b>	<b>1 663,35</b>	---	<b>7 252,86</b>	<b>7 892,70</b>	<b>8 536,37</b>

**Tabela X.2:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 2: Cenário 2.1.**

<b>Opção 2: cenário 2.1</b>								
<b>Bragança</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	6 072,29	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	3 503,94	3 545,99	3 588,54	3 631,61	---	4 043,18	4 091,70	4 140,80
<b>Lucro (€)</b>	<b>-2 568,35</b>	<b>977,65</b>	<b>4 566,19</b>	<b>8 197,80</b>	---	<b>42 907,41</b>	<b>46 999,11</b>	<b>51 139,91</b>
<b>Fundão</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	6 072,29	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	7 236,97	7 323,82	7 411,70	7 500,64	---	8 350,70	8 450,91	8 552,32
<b>Lucro (€)</b>	<b>1 164,68</b>	<b>8 488,50</b>	<b>15 900,20</b>	<b>23 400,84</b>	---	<b>95 089,33</b>	<b>103 540,24</b>	<b>112 092,57</b>
<b>Faro</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	6072,29	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	4498,93	4 525,92	4 553,08	4 580,40	---	4 833,76	4 862,76	4 891,94
<b>Lucro (€)</b>	<b>-1 573,36</b>	<b>2 952,56</b>	<b>7 505,64</b>	<b>12 086,03</b>	---	<b>54 566,30</b>	<b>59 429,06</b>	<b>64 321,00</b>

**Tabela X.3:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 2: Cenário 2.2.**

<b>Opção 2: cenário 2.2</b>								
<b>Bragança</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	3 928,40	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	2 680,84	2 713,01	2 745,57	2 778,52	---	3 093,41	3 130,53	3 168,10
<b>Lucro (€)</b>	<b>-1 247,56</b>	<b>1 465,46</b>	<b>4 211,02</b>	<b>6 989,54</b>	---	<b>33 545,62</b>	<b>36 676,15</b>	<b>39 844,25</b>
<b>Fundão</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	3 928,40	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	5 536,96	5 603,40	5 670,64	5 738,69	---	6 389,06	6 465,73	6 543,32
<b>Lucro (€)</b>	<b>1 608,56</b>	<b>7 211,95</b>	<b>12 882,59</b>	<b>18 621,28</b>	---	<b>73 469,64</b>	<b>79 935,37</b>	<b>86 478,69</b>
<b>Faro</b>								
<b>Nº Anos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>---</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Valor do investimento (€)</b>	3928,40	0,00	0,00	0,00	---	0,00	0,00	0,00
<b>Valor de poupança de águas (€)</b>	3442,10	3 462,75	3 483,53	3 504,43	---	3 698,27	3 720,46	3 742,79
<b>Lucro (€)</b>	<b>-486,30</b>	<b>2 976,45</b>	<b>6 459,98</b>	<b>9 964,40</b>	---	<b>42 465,75</b>	<b>46 186,22</b>	<b>49 929,00</b>

**Tabela X.4:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 3:**  
**Cenário 3.1.**

Opção 3: cenário 3.1								
Bragança								
Nº Anos	1	2	---	10	11	12	---	15
Valor do investimento (€)	35 625,50	0,00	---	2 301,12	0,00	0,00	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	3 422,77	3 463,84	---	3 810,68	3 856,41	3 902,68	---	4 044,87
Lucro (€)	-32 202,73	-28 738,89	---	-1 790,22	2 066,19	5 968,87	---	17 959,17
Fundão								
Nº Anos	1	2	---	6	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	35 625,50	0,00	---	0,00	---	2301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6 623,58	6703,07	---	7 030,65	---	7374,25	---	7827,45
Lucro (€)	-29 001,92	-22 298,85	---	5 327,50	---	32 002,85	---	70 222,88
Faro								
Nº Anos	1	2	---	10	11	12	---	15
Valor do investimento (€)	35625,50	0,00	---	2301,12	0,00	0,00	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	3086,96	3105,48	---	3257,71	3277,26	3 296,92	---	3356,62
Lucro (€)	-32 538,54	-29 433,06	---	-6 210,06	-2 932,81	364,12	---	10 374,05

**Tabela X.5:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 3:**  
**Cenário 3.2.**

Opção 3: cenário 3.2								
Bragança								
Nº Anos	1	2	---	6	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	41 557,79	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6 963,39	7 046,95	---	7 352,41	---	7 752,56	---	8 185,67
Lucro (€)	-34 594,40	-27 547,45	---	1 269,43	---	29 658,13	---	69 239,08
Fundão								
Nº Anos	1	2	3	---	9	10	---	15
Valor do investimento (€)	41 557,79	0,00	0,00	---	0,00	2301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	13 860,56	14 026,88	14 195,21	---	15248,42	15431,40	---	16379,77
Lucro (€)	-27 697,23	-13 670,35	524,85	---	89 345,68	102 475,96	---	182 454,45
Faro								
Nº Anos	1	2	---	5	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	41557,79	0,00	---	0,00	---	2301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	9891,78	9 951,13	---	10 131,33	---	10438,94	---	10755,89
Lucro (€)	-31 666,01	-21 714,88	---	8 498,19	---	57 772,86	---	110 913,60

**Tabela X.6:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 3:**  
**Cenário 3.3.**

Opção 3: cenário 3.3								
Bragança								
Nº Anos	1	2	---	7	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39 413,90	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6 103,61	6 176,86	---	6 556,47	---	6 795,35	---	7 212,97
Lucro (€)	-33 310,29	-27 133,43	---	4 880,63	---	22 724,77	---	57 944,41
Fundão								
Nº Anos	1	2	---	4	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39413,90	0,00	---	0,00	---	2301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	12160,54	12306,47	---	12 603,59	---	13538,72	---	14370,77
Lucro (€)	-27 253,36	-14 946,89	---	10 110,84	---	86 671,68	---	156 840,57
Faro								
Nº Anos	1	2	---	6	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39413,90	0,00	---	0,00	---	2301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6529,06	6568,23	---	6 727,29	---	6890,21	---	7099,41
Lucro (€)	-32 884,84	-26 316,61	---	352,79	---	25 366,91	---	60 442,05

**Tabela X.7:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 4:**  
**Cenário 4.1.**

<b>Opção 4: cenário 4.1</b>								
<b>Bragança</b>								
Nº Anos	1	2	---	8	9	10	---	15
Valor do investimento (€)	33 188,54	0,00	---	0,00	0,00	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	4 129,41	4 178,96	---	4 489,02	4 542,88	4 597,40	---	4 879,94
Lucro (€)	-29 059,13	-24 880,17	---	1 268,00	5 810,88	8 107,16	---	31 934,05
<b>Fundão</b>								
Nº Anos	1	2	---	4	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	33 188,54	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	8 528,79	8 631,13	---	8 839,52	---	9 495,37	---	10 078,93
Lucro (€)	-24 659,75	-16 028,62	---	1 545,61	---	54 554,28	---	103 766,90
<b>Faro</b>								
Nº Anos	1	2	---	7	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	33 188,54	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	5 302,00	5 333,81	---	5 495,76	---	5 595,27	---	5 765,16
Lucro (€)	-27 886,54	-22 552,73	---	4 600,22	---	18 985,00	---	47 467,99

**Tabela X.8:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 4:**  
**Cenário 4.2.**

<b>Opção 4: cenário 4.2</b>								
<b>Bragança</b>								
Nº Anos	1	2	---	8	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39 120,83	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	5 071,50	5 132,36	---	5 513,15	---	5 646,26	---	5 993,26
Lucro (€)	-34 049,33	-28 916,98	---	3 196,70	---	12 121,15	---	41 384,18
<b>Fundão</b>								
Nº Anos	1	2	---	4	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39 120,83	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	10 474,56	10 600,26	---	10 856,19	---	11 661,67	---	12 378,36
Lucro (€)	-28 646,27	-18 046,01	---	3 537,65	---	69 164,82	---	129 605,13
<b>Faro</b>								
Nº Anos	1	2	---	6	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	39 120,83	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6 511,61	6 550,68	---	6 709,31	---	6 871,79	---	7 080,43
Lucro (€)	-32 609,22	-26 058,55	---	539,57	---	25 480,68	---	60 462,07

**Tabela X.9:** Período de retorno do investimento para um estudo de 15 anos, **Opção 4:**  
**Cenário 4.3.**

<b>Opção 4: cenário 4.3</b>								
<b>Bragança</b>								
Nº Anos	1	2	---	8	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	36 976,94	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	5 071,50	5 132,36	---	5 513,15	---	5 646,26	---	5 993,26
Lucro (€)	-31 905,44	-26 773,09	---	5 340,59	---	14 265,04	---	43 528,07
<b>Fundão</b>								
Nº Anos	1	2	---	4	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	36 976,94	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	10 474,56	10 600,26	---	10 856,19	---	11 661,67	---	12 378,36
Lucro (€)	-26 502,38	-15 902,12	---	5 681,54	---	71 308,71	---	131 749,02
<b>Faro</b>								
Nº Anos	1	2	---	6	---	10	---	15
Valor do investimento (€)	36 976,94	0,00	---	0,00	---	2 301,12	---	0,00
Valor de poupança de águas (€)	6 511,61	6 550,68	---	6 709,31	---	6 871,79	---	7 080,43
Lucro (€)	-30 465,33	-23 914,66	---	2 683,46	---	27 624,57	---	62 605,96