



# **Eficiência hídrica: Caso de estudo da futura residência para estudantes do Politécnico de Leiria**

Mestrado em Engenharia Civil – Construções Civas

Tânia Patrícia Vieira Castro

Leiria, outubro de 2021



# **Eficiência hídrica: Caso de estudo da futura residência para estudantes do Politécnico de Leiria**

Mestrado em Engenharia Civil – Construções Civas

Tânia Patrícia Vieira Castro

Dissertação realizada sob a orientação do Professor Doutor Ricardo de Jesus Gomes,  
docente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria

Leiria, outubro de 2021

A presente dissertação de mestrado é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a/o mesma/o foi realizada, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Civil – Construções Civas, no ano letivo 2020/2021, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

## Dedicatória

*“Sucesso é a combinação de fracassos, erros, começos errados, confusão, e da determinação de continuar tentando mesmo assim.”*

*Nick Gleason*

Como mãe, esposa dona de casa e trabalhadora estudante, não foi fácil chegar até aqui. Durante esta jornada, foram muitos os momentos em que pensei desistir dominada pelo stress, noites mal dormidas, demasiadas horas tomadas de muito convívio com a minha família. O meu maior agradecimento vai para a minha família, pela paciência, compreensão e muito apoio, pelo que dedico este trabalho:

Aos meus pais,  
ao meu marido Paulo e filhos Matilde e Duarte.  
São eles que me inspiram e fazem valer a pena...  
Muitíssimo obrigado!

# Agradecimentos

*“As pessoas entram em nossa vida por acaso, mas não é por acaso que elas permanecem.”*

*Lilian Tonet*

Antes de tudo, quero agradecer a Deus por existir na minha vida, por guiar o meu caminho e me dar forças a ultrapassar os obstáculos que me fortalecem, e ajudando a seguir em frente e confiante.

Percebi que, nesta fase da minha vida voltar a estudar era um imprescindível alimento ao meu espírito e pensamento. Agarrar este desafio foi cativante e simultaneamente, uma viagem e uma descoberta, de novas aprendizagens que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Por este motivo dedico esta página todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para que esta dissertação se tornasse possível.

Um especial agradecimento ao Professor Doutor Ricardo de Jesus Gomes, docente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria, na qualidade de coorientador científico desta dissertação, pelo apoio e sugestões. MUITÍSSIMO obrigado. E que possa sempre contar com o privilégio da sua amizade.

Expresso um profundo agradecimento aos meus pais, Vítor Castro e Maria Odete, pelo amor incondicional, pela confiança e ajuda. Este trabalho é um “presente” que quero dedicar a eles, porque sempre acreditaram em mim e sempre se esforçaram para que eu conseguisse atingir os meus objetivos, devo-lhes toda a minha gratidão e amor.

Ao meu marido por me apoiar em todos os momentos de choro, raiva, frustração misturados e disfarçados pelo cansaço, por nunca desistir de mim, e com a sua serenidade que o caracteriza, sempre me deu a força e incentivo para continuar. Ele foi um

marido exemplar, um pai extremoso e mãe nos tempos livres. A ele devo a concretização deste trabalho, pois foi sempre o meu grande pilar.

Aos meus filhos, por existirem e por darem significado à minha vida. A eles lhe peço perdão, pelos muitos momentos que não pude estar presente fisicamente, mas sempre no meu pensamento. Este desafio, serviu para lhes deixar de herança o exemplo de que nunca é tarde para ir atrás dos nossos objetivos. Nunca desistam dos vossos sonhos. Vos amo muito e para sempre.

À minha família e amigos que estiveram próximos, pela força e compreensão que deram ao longo da minha vida, principalmente nos momentos mais difíceis.

À Airking, empresa onde trabalhei durante grande parte do meu curso de mestrado, onde me senti apoiada e valorizada. Agradeço a toda a sua equipa, pela compreensão dos dias de ausência ao trabalho, que tornaram possível o meu êxito neste curso.

*“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente”*

*Mahatma Gandhi*

## Resumo

O crescimento esperado da população mundial e os efeitos das alterações climáticas são apontados como os principais fatores relacionados com o aumento da escassez de água potável a nível global. Por outro lado, o modelo global de desenvolvimento socioeconómico que tem vindo a ser adotado é altamente consumidor de recursos, e tem potenciado o aumento do consumo de água e de energia pelo que a eliminação das ineficiências na utilização destes recursos é um assunto de importância crescente não só em Portugal como também a nível mundial.

O presente estudo, tem como objetivo implementar um projeto de eficiência hídrica para uma futura Residência para Estudantes em Leiria (Portugal). Numa primeira fase serão identificadas as melhores práticas no setor, posteriormente serão apresentadas as soluções de curto e a médio prazo que permitam reduzir o consumo de água no edifício e da energia associada.

O estudo aqui apresentado tem como objetivo a redução na fatura da água e da energia associada, durante a fase de utilização da futura residência de estudantes do Politécnico de Leiria. Para atingir estes objetivos, serão apresentadas propostas, tais como, técnicas de regulação recorrendo a dispositivos eficientes, o aproveitamento de águas pluviais como um potencial na eficiência hídrica. Será abordado a viabilidade económica para a reutilização de águas cinzentas para o caso de estudo.

Para a concretização desta dissertação, foi realizado um estudo sustentado com base em pesquisas e análises exaustivas do material técnico e científico, permitindo desta forma que sejam apresentadas soluções consistentes com o estudo realizado.

**Palavras-chave:** “Eficiência hídrica”, “Residência para estudantes”, “Sustentabilidade”.

# Abstract

The expected growth of the world population and the effects of climate change are pointed out as the main factors related to the increase in the scarcity of drinking water at a global level. On the other hand, the global model of socio-economic development that has been adopted is highly resource-consuming, and has increased the consumption of water and energy, so that the elimination of inefficiencies in the use of these resources is a matter of growing importance. not only in Portugal but also worldwide.

This study aims to implement a water efficiency project for a future Student Residence in Leiria (Portugal). In a first phase, best practices in the sector will be identified, and then short and medium-term solutions will be presented to reduce the consumption of water in the building and associated energy.

The study presented here aims to reduce the bill of water and associated energy, during the use phase of the future student residence of the Polytechnic of Leiria. To achieve these goals, proposals will be presented, such as regulation techniques using accessories and replacement of utilization devices, the use of rainwater as a potential in water efficiency. The economic feasibility of reusing gray water for the case study will be addressed.

For the realization of this dissertation, a sustained study was carried out based on research and exhaustive analysis of technical and scientific material, thus allowing solutions consistent with the study carried out to be presented.

**Keywords:** “Water efficiency”, “Student residence”, “Sustainability”.

## Nota

O estudo aqui apresentado foi publicado, através de comunicação oral, na 3ª Conferência Campus Sustentável 2021 (CCS2021), na categoria “Campus Sustentável: desafios e oportunidades!”



A 3.ª Conferência Campus Sustentável (CCS2021) é um evento promovido pela Rede Campus Sustentável, Portugal, organizado pelo Politécnico de Lisboa e que terá lugar nos dias 28 e 29 de outubro de 2021, na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, em regime online.

A CCS2021 constitui um fórum de discussão e reflexão sobre os mais recentes avanços na investigação, inovação e práticas na implementação dos **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)** nas Instituições de Ensino Superior em Portugal e nos países da lusofonia.

Sob o tema “**CAMPUS SUSTENTÁVEL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES**” este evento pretende também servir de plataforma de colaboração e intercâmbio de ideias entre **estudantes, académicos, investigadores e especialistas**, na procura de soluções inteligentes e inovadoras para um futuro mais sustentável

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATÓRIA .....   | IV        |
| AGRADECIMENTOS .....  | V         |
| RESUMO .....  | VIII      |
| ABSTRACT .....  | IX        |
| Índice xi   |           |
| Lista de Figuras .....  | xiii      |
| Lista de tabelas .....  | xv        |
| Lista de Gráficos.....  | xvii      |
| Lista de siglas e acrónimos.....                                    | xviii     |
| <b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                     | <b>2</b>  |
| <b>1.1 Enquadramento do tema .....</b>                              | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Motivação .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.2.1 O Problema .....  | 3         |
| 1.2.2 Justificação de escolha do tema .....                         | 7         |
| <b>1.3 Objetivo Geral e Específicos .....</b>                       | <b>10</b> |
| <b>1.4 Metodologia.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>1.5 Estrutura da Dissertação .....</b>                           | <b>11</b> |
| <b>2 ESTADO DA ARTE.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2.1 Ciclo urbano da água .....</b>                               | <b>12</b> |
| <b>2.2 Consumos de água potável e Nexus Água/Energia .....</b>      | <b>14</b> |
| <b>2.3 Eficiência hídrica em edifícios.....</b>                     | <b>17</b> |
| 2.3.1 Aplicação do princípio dos 5Rs na eficiência hídrica.....     | 17        |
| 2.3.2 Tecnologias de medição Inteligente do consumo de água .....   | 19        |
| 2.3.3 Redução das perdas e desperdícios .....                       | 22        |
| 2.3.4 Certificação e rotulagem de dispositivos e equipamentos ..... | 29        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 2.3.4.1    | Autoclismos e bacias de retrete.....   | 33        |
| 2.3.4.2    | Chuveiros e sistemas de duche.....   | 38        |
| 2.3.4.3    | Torneiras e fluxómetros.....   | 40        |
| 2.3.4.4    | Economizadores ou redutores de caudal .....  | 45        |
| 2.3.5      | Aproveitamento de águas Pluviais .....   | 47        |
| 2.3.5.1    | Princípio de funcionamento de um SAAP .....  | 49        |
| 2.3.6      | Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC) .....        | 52        |
| 2.3.6.1    | Princípio de funcionamento de um SPRAC .....   | 54        |
| 2.3.7      | Metodologias para certificação da eficiência hídrica .....                             | 56        |
| 2.3.7.1    | Sistema BREEAM.....  | 57        |
| 2.3.7.2    | Sistema LEED.....  | 58        |
| 2.3.7.3    | Sistema LiderA .....   | 59        |
| 2.3.7.4    | Considerações Finais.....  | 61        |
| <b>2.4</b> | <b>Custo de ciclo de vida .....</b>  | <b>62</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Benefícios e entraves à análise CCV .....</b>                                       | <b>64</b> |
| <b>2.6</b> | <b>Comentário final.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>3</b>   | <b>CASO DE ESTUDO .....</b>  | <b>67</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Descrição geral do projeto de arquitetura do edifício e espaço envolvente .....</b> | <b>68</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Programa de intervenção proposto .....</b>  | <b>70</b> |
| 3.2.1      | Caracterização dos espaços verdes .....  | 72        |
| 3.2.2      | Caracterização dos Pisos.....  | 73        |
| <b>3.3</b> | <b>Necessidades de água potável e água não potável .....</b>                           | <b>77</b> |
| 3.3.1      | Espaços verdes .....   | 78        |
| 3.3.1.1    | Área ajardinada e relvados .....   | 78        |
| 3.3.2      | Instalações sanitárias.....  | 79        |
| 3.3.2.1    | Caracterização dos equipamentos sanitários .....                                       | 82        |
| 3.3.2.2    | Consumos .....   | 83        |
| <b>3.4</b> | <b>Fontes alternativas de água para usos não potáveis .....</b>                        | <b>86</b> |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| 3.4.1      | Aproveitamento de águas pluviais.....                          | 87         |
| 3.4.1.1    | Captação.....  | 90         |
| 3.4.1.2    | Dimensionamento Reservatório .....                             | 91         |
| 3.4.2      | Aproveitamento de águas cinzentas.....                         | 102        |
| <b>3.5</b> | <b>Análise da Eficiência Hídrica (metodologia ANQIP) .....</b> | <b>106</b> |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                           | <b>110</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÕES.....</b>   | <b>114</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                       | <b>118</b> |
|            | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>125</b> |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Cenário stress hídrico para 2040 (World Resources Institute) .....   | 4  |
| Figura 2: Pegada Hídrica Mundial (WWF) .....  | 6  |
| Figura 3: Índice de severidade de seca (esquerda) e percentagem de água no solo (direita) (ADENE et al., 2018).....                                       | 7  |
| Figura 4: Distribuição da água na Terra (EPAL, 2017).....   | 12 |
| Figura 5: Ciclo Urbano da água (Adaptado).....  | 13 |
| Figura 6: A interdependência do Nexus Água – Energia (APA, 2012).....   | 15 |
| Figura 7: Consumos de água e poupanças de energia associadas (Guia Aqua Experience, 2018) .....   | 16 |
| Figura 8: O princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios .....   | 18 |
| Figura 9: <i>Waterpebble (Waterpebbleus)</i> .....  | 21 |
| Figura 10: Sistema <i>smart flush</i> (Catálogo OLI) (adaptado) .....   | 22 |
| Figura 11: Conceito de consumo de água .....  | 23 |
| Figura 12: Bacias de retrete com funcionamento a vácuo .....  | 25 |
| Figura 13: Urinóis sem utilização de água. a) com cartucho substituível; b) com tecnologia de membrana incorporada; c) com válvula de dupla vedação ..... | 25 |
| Figura 14: Dispositivos com lavatório incorporado a) mictório; b) bacia de retrete.....   | 26 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 15: Sensores de chuva, humidade do solo e vento (respetivamente, da esquerda para a direita) .....   | 27 |
| Figura 16: Dispositivos de controlo de caudal para mangueiras .....   | 27 |
| Figura 17: Sistema de rega por aspersão .....   | 28 |
| Figura 18: Sistema de rega gota-a-gota .....  | 28 |
| Figura 19: Exemplo de rótulos de Eficiência Hídrica adotados em Portugal (ANQIP).....   | 30 |
| Figura 20: Medidas de Eficiência Hídrica .....  | 30 |
| Figura 21: Utilização da água em casa considerando usos típicos (Guia aqua experience, 2018).....   | 31 |
| Figura 22: Exemplos de soluções para a eficiência hídrica (Guia Aqua experience, 2018).....   | 32 |
| Figura 23 : Exemplo de válvula de dupla descarga ajustável de acordo com o nível de água pretendido (Catálogo OLI).....   | 36 |
| Figura 24 : Exemplo de autoclismo exterior de dupla descarga com regulação do volume de descarga (3/6 - 3/9 litros), de classe de eficiência A de acordo com as exigências da ANQIP (Catálogo OLI) .....            | 37 |
| Figura 25: Exemplo de autoclismo interior de dupla descarga de 6/3 litros ajustável para 7/3 ou 5/3 litros, de classe de eficiência A++ ou A+ de acordo com as exigências da ANQIP (Catálogo OLI) .....             | 37 |
| Figura 26: Esquema de funcionamento de autoclismos de dupla descarga com sistema <i>hidroboost</i> (Catálogo OLI).....  | 38 |
| Figura 27: Sistemas economizadores para duchas e chuveiro eficiente rotulados pela ANQIP .....  | 39 |
| Figura 28 : Torneira monocomando (a), bicomando (b), termoestática (c), eletrónica (d) e temporizada (e) (Eurotubo, s.d.; El Corte Inglés, s.d.; Leroymerlin s.d.; Casa das torneiras s.d.; Leroymerlin s.d). ..... | 42 |
| Figura 29: Exemplo de um fluxómetro (Nicolau & Rosa), b) Exemplo de urinol com sensor infravermelho (HDSafe) e c) Exemplo de urinol com sensor de líquido e termostato (Geberit).....                               | 44 |
| Figura 30: 1) Economizador de fluxo pulverizador; 2) Arejador e 3) redutores de fluxo laminado.....   | 46 |
| Figura 31: Exemplo esquemático do funcionamento de um SAAP (OLI, 2012) .....  | 51 |
| Figura 32: Representação esquemática da instalação predial de um SPRAC (Hansgrohe) (Adaptado).....  | 54 |
| Figura 33: Sistema de Certificação Integrado (Adaptado de APA, 2012)......  | 56 |
| Figura 34: Níveis de certificação LEED (LEED, 2014). .....  | 58 |
| Figura 35: Classes de certificação LEED correspondentes ao tipo e fase de desenvolvimento da construção (LEED2021).....   | 59 |
| Figura 36: Esquema de vertentes e áreas do Sistema LiderA .....   | 60 |
| Figura 37: Síntese de diferentes metodologias de certificação hídrica de edifícios .....  | 61 |
| Figura 38: Custos do ciclo de vida ( <a href="https://www.life-cycle-costing.de/">https://www.life-cycle-costing.de/</a> ) .....  | 62 |
| Figura 39: Localização Geográfica ESTG IPLeiria (Adaptado) .....  | 67 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 40: Localização da futura Residência para Estudantes (Adaptado Google Maps).....                                      | 68 |
| Figura 41: Percurso entre a Residência para Estudantes e o Campus 2 do IPEiria (Adaptado Google Maps)69                      |    |
| Figura 42: Plantas de Implantação e localização do Edifício. (Adaptado Google Maps) .....                                    | 70 |
| Figura 43: Ilustração 3D geral da envolvente do edifício (Fonte: Grupo Electrofer) .....                                     | 70 |
| Figura 44: Ilustração 3D de diversos pormenores de fachada e envolvente do edifício (Grupo Electrofer) ..                    | 71 |
| Figura 45: Área Ajardinada .....   | 72 |
| Figura 46: Planta de acessibilidades do rés do chão (Grupo Electrofer) .....   | 74 |
| Figura 47: Planta de acessibilidades dos pisos 1 e 2 (Fonte: Grupo Electrofer) .....   | 75 |
| Figura 48: Planta da cobertura (Fonte: Grupo Electrofer).....  | 76 |
| Figura 49: Disposição dos equipamentos sanitários comuns ao nível do piso 0 .....  | 80 |
| Figura 50: Disposição dos equipamentos sanitários de serviço e copa ao nível do piso 0.....                                  | 80 |
| Figura 51: Disposição dos equipamentos sanitários no apartamento tipo estúdio .....  | 81 |
| Figura 52: Disposição dos equipamentos sanitários no apartamento tipo estúdio de mobilidade condicionada .....               | 81 |
| Figura 53: Percentagem afeta a cada uso .....  | 84 |
| Figura 54: Mapa de precipitação anual média em Portugal Continental para o período 1950-2000 (Fonte: Projeto WorldClim)..... | 88 |
| Figura 55: Identificação das áreas de cobertura para efeitos de coleta de águas da chuva .....                               | 90 |

## Lista de tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de autoclismos (adaptado de ETA 0804) .....   | 35 |
| Tabela 2: Condições para atribuição de categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de chuveiros e sistemas de duche (adaptado de ETA 0806)..... | 40 |
| Tabela 3: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (adaptado de ETA 0808). .....                                   | 42 |
| Tabela 4: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha .....   | 43 |
| Tabela 5: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica de fluxómetros de mictório (adaptado de ETA 0808). .....                                 | 45 |
| Tabela 6: Sistemas de certificação da construção sustentável a nível mundial .....   | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 7: Classes de desempenho do sistema LiderA.....   | 61  |
| Tabela 8: vantagens e desvantagens da análise de CCV .....   | 65  |
| Tabela 9: Informação do lote de terreno a urbanizar .....  | 69  |
| Tabela 10: Caracterização das áreas para espaços verdes .....  | 72  |
| Tabela 11: Distribuição espacial rés do chão .....   | 74  |
| Tabela 12: Distribuição espacial Piso 1 .....  | 75  |
| Tabela 13: Descrição dos espaços piso 2 .....  | 76  |
| Tabela 14: Classificações de acordo com os padrões de consumo doméstico [litros/(pessoa.dia)].....                   | 77  |
| Tabela 15: Consumos nas zonas verdes.....  | 78  |
| Tabela 16: Consumo de água estimado para usos exteriores (manutenção de espaços verdes).....                         | 79  |
| Tabela 17: Distribuição aparelhos sanitários no edifício .....   | 79  |
| Tabela 18: Distribuição aparelhos sanitários por piso no edifício.....   | 80  |
| Tabela 19: Seleção de produtos, por marca e modelo certificados classe A++ .....                                     | 82  |
| Tabela 20: Caracterização dos dispositivos de consumo de água do edifício A++.....                                   | 83  |
| Tabela 21: Fatores de uso a considerar para a determinação dos consumos de água.....                                 | 85  |
| Tabela 22: Consumo de água proposto .....  | 86  |
| Tabela 23: Pluviosidade média mensal registada na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021)                | 89  |
| Tabela 24: Valores do Coeficiente de Escoamento.....   | 93  |
| Tabela 25: Percentagem afeta ao volume necessário para considerar para o dimensionamento do SAAP ...                 | 95  |
| Tabela 26: Distribuição volume necessário SAAP (m <sup>3</sup> ) .....   | 95  |
| Tabela 27: Cálculo do volume do reservatório para armazenamento de água da chuva .....                               | 96  |
| Tabela 28: Resultados obtidos para cálculo do SAAP, considerando os volumes de cisternas diferentes .....            | 98  |
| Tabela 29: Valor taxa variável de abastecimento e saneamento de águas residuais (SMAS Leiria).....                   | 100 |
| Tabela 30: Valor taxa fixa de abastecimento e saneamento de águas residuais (SMAS Leiria) .....                      | 100 |
| Tabela 31: Valor taxa fixa, variável e taxas para Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) .....                               | 100 |
| Tabela 32: Custo da água mediante, taxa fixa de abastecimento e saneamento de águas residuais, RSU Taxas e IVA ..... | 101 |
| Tabela 33: Tarifas do consumo da água na cidade de Leiria (SMAS Leiria, 2021).....                                   | 101 |
| Tabela 34: Estimativa de tempo de retorno de investimento face ao custo benefício .....                              | 101 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 35: Necessidades de águas cinzentas .....   | 104 |
| Tabela 36: Disponibilidade de águas cinzentas .....  | 104 |
| Tabela 37: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas cinzentas com os equipamentos projetados .....               | 104 |
| Tabela 38: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (Cenário 1) .....                                 | 107 |
| Tabela 39: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (cenário 2).....                                  | 108 |
| Tabela 40: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (cenário 3).....                                  | 109 |
| Tabela 41: Resumo equipamentos propostos, quantidades, consumos e preços .....   | 110 |
| Tabela 42: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas pluviais com equipamentos eficientes .....                   | 110 |
| Tabela 43: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas cinzentas com equipamentos eficientes .....                  | 111 |
| Tabela 44: Dados obtidos no cálculo de sistema de aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas com equipamentos eficientes ..... | 111 |
| Tabela 45: Consumo considerando equipamentos de numa habitação de referência em Portugal .....   | 112 |
| Tabela 46: Poupanças de água considerando equipamentos eficientes.....   | 113 |

## Lista de Gráficos

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 1: Histórico das séries de precipitações de 10 em 10 anos desde 1935 até 2015 registado na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021) .....            | 88  |
| Gráfico 2: Histórico das séries de precipitações, mínimas, máximas e médias desde 1935 até 2017, registado na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021) ..... | 89  |
| Gráfico 3: Tendência pluviométrica média mensal registada na estação Leiria: 15E/01UG. ....   | 89  |
| Gráfico 4: Análise custo benefício tendo em conta.....  | 102 |

## Lista de siglas e acrónimos

|       |   |
|-------|---|
| APA   | Agência Portuguesa do Ambiente  |
| ADENE | Agência para a Energia  |
| ANQIP | Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais         |
| CCV   | Custo de Ciclo de Vida  |
| CTA   | Comissão Técnica ANQIP  |
| CTE   | Código Técnico de Edificación   |
| DQA   | Diretiva Quadro da Água   |
| EN    | Norma Europeia  |
| EPAL  | Empresa Portuguesa de Águas Livres, SA                                |
| ETAR  | Estação de Tratamento de Águas Residuais                              |
| ETA   | Especificação Técnica ANQIP   |
| GEE   | Gases de Efeito de Estufa   |
| LNEC  | Laboratório Nacional de Engenharia Civil                              |
| NP    | Norma Portuguesa  |
| PNUEA | Programa Nacional para o Usos Eficiente da Água                       |
| RCCTE | Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios |
| RDEEH | Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação       |
| SAAP  | Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais                           |
| SCE   | Sistema de Certificação Energética dos Edifícios                      |
| SPRAC | Sistema Predial de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas       |
| WWDR  | World Water Development Report  |
| WWF   | World Wildlife Fund   |

“Só percebemos o valor da água depois que a fonte seca”

*(Proverbio Popular)*

# 1 Introdução Geral

Neste capítulo irá ser abordado a motivação para o desenvolvimento do presente trabalho, o enquadramento e justificação do tema, os objetivos gerais e específicos definidos para a sua execução, metodologia utilizada e a forma como está estruturada a dissertação.

## 1.1 Enquadramento do tema

Na atualidade, o crescimento exponencial da população mundial e, acima de tudo, o atual modelo de desenvolvimento económico, baseado num crescente consumo de recursos naturais, a gestão destes recursos, adquire um papel cada vez mais significativo no contexto de desenvolvimento sustentável. As questões da sustentabilidade no uso dos recursos naturais participam na agenda mundial, isto porque, e de acordo com alguns especialistas, a sustentabilidade pode já não ser possível no mundo de hoje face aos recursos limitados do planeta, em que o modelo económico global consome muito mais recursos do que os que estão disponíveis (Silva-Afonso et al., 2017).

Na verdade, a população mundial quadruplicou nos últimos cem anos e o consumo de alguns recursos, como o petróleo, aumentou cem vezes (Silva-Afonso et al., 2017). Presentemente, a água disponível no mundo subsiste na quantidade suficiente para suprir as necessidades da população. No entanto, a sua disponibilidade não é a principal preocupação imediata, mas sim a forma como atualmente tem sido gerida (ADENE, 2021).

## 1.2 Motivação

A água constitui um recurso estratégico e estruturante para a grande maioria das atividades económicas, o que reforça a necessidade de garantir uma elevada eficiência do seu uso. A sua disponibilidade e boa gestão contribuem significativamente para a qualidade de vida das populações, nomeadamente o abastecimento de água e a drenagem e tratamento de águas residuais, tendo fortes reflexos na saúde pública e no meio ambiente.

O uso eficiente da água, sem condicionar a eficácia da sua utilização ao nível das necessidades vitais, traduz-se assim numa medida imperativa do ponto de vista ambiental, numa necessidade estratégica do País e numa medida de interesse económico para cidadãos e empresas. Uma utilização eficiente do uso da água traduz-se numa redução de caudais captados e dos volumes de águas residuais produzidos, contribuindo também para a não utilização excessiva das disponibilidades e reservas estratégicas do recurso e a sua qualidade, contribuindo desta forma para os objetivos de sustentabilidade. Neste sentido, é fundamental reconsiderar os padrões de produção e consumo nos diversos setores da atividade humana e, entre estes, os recursos hídricos. É neste quadro de desenvolvimento sustentável que todos os sectores da sociedade se deveriam centrar, particularmente o cluster da Arquitetura, Engenharia e Construção (também conhecido como cluster AEC).

### **1.2.1 O Problema**

Apenas 0,014% de toda a água da Terra é doce e facilmente acessível. Da água restante, 97% é salina e pouco menos de 3% é de difícil acesso. Tecnicamente, existe uma quantidade suficiente de água doce em uma escala global. No entanto, devido à distribuição desigual agravada pelo aquecimento global, resultando em alguns locais geográficos muito húmidos e alguns muito secos, além de um aumento acentuado na crescente procura global de água doce nas últimas décadas impulsionada pela indústria, a humanidade está enfrentando uma crise hídrica.

Atualmente, a sociedade já utiliza mais de 50% dos recursos de água doce disponíveis, prevendo-se que até 2025 essa percentagem suba para 75%. A dificuldade no acesso à água doce poderá originar ou acentuar, dentro de poucos anos, situações de escassez e de stress hídrico em algumas zonas do planeta (LNEC, 2001).

Recorde-se que “stress” hídrico é o nome dado a uma situação em que a procura de água por habitante pode exceder temporariamente a disponibilidade ou limitar o uso do recurso.

Estima-se que cerca de 4 bilhões de pessoas, que representam quase dois terços da população mundial, vivenciam uma escassez hídrica grave durante pelo menos um mês do ano. Meio

bilhão de pessoas no mundo enfrentam grave escassez de água durante todo o ano. Metade das maiores cidades do mundo sofrem de escassez de água (Mekonnen e Hoekstra, 2016).

A Figura 1 fornece um cenário global para o ano de 2040, dos países e os seus diferentes níveis de stress hídrico (The Global Risks Report, 2019). Podemos observar que as regiões da península arábica e norte de África, apresentam o maior nível de stress hídrico em todo o mundo. Destacam-se pela sua vulnerabilidade no que diz respeito à disponibilidade de água per capita, não apenas pelos baixos níveis de pluviosidade destes territórios, mas também pela pressão populacional associada à existência de barreiras políticas e económicas que impedem o desenvolvimento de projetos de adução e saneamento de água às populações.

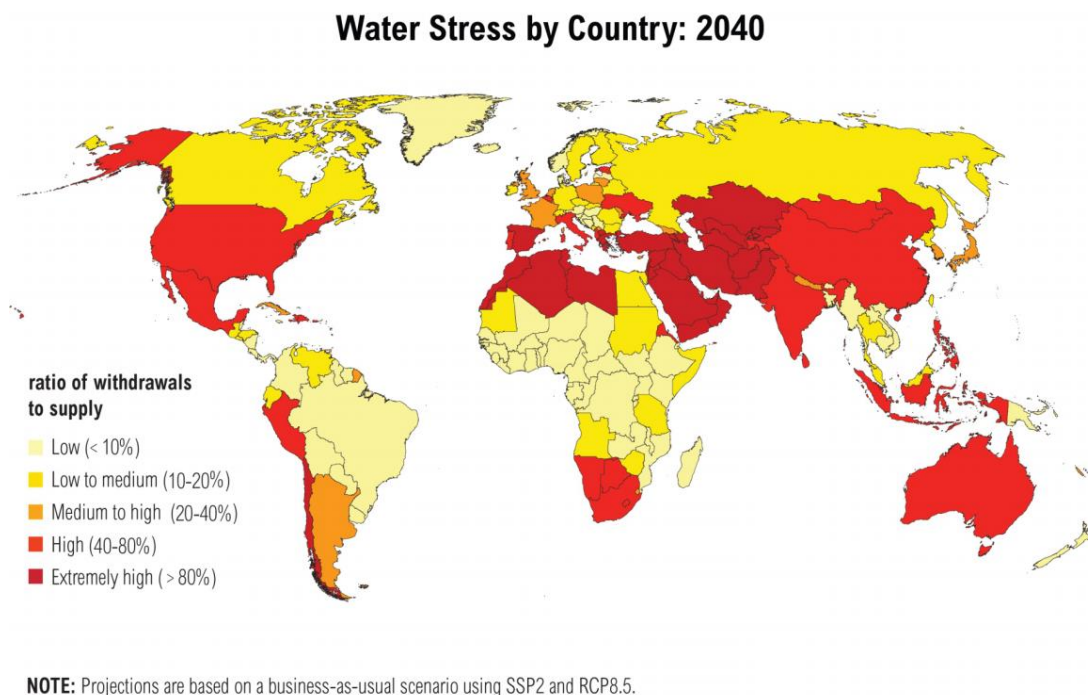


Figura 1 – Cenário stress hídrico para 2040 (World Resources Institute)

No caso dos países mediterrânicos, como Portugal, as alterações climáticas, ligadas a recentes fenómenos de seca, prejudicam a recarga dos aquíferos e favorecem a evaporação das linhas de água sem níveis de recarga adequados, que poderão afetar significativamente as disponibilidades deste recurso a curto e a/médio prazo. De facto, países como Grécia, Itália, Espanha e Portugal já se encontram numa situação de vulnerabilidade, cujo *stress* hídrico é igual ou superior a 40%, pelo menos em parte do seu território, pelo que se torna urgente

desenvolver medidas em todos os sectores para um aumento da eficiência no uso da água (Silva-Afonso, 2011). Perante o crescente problema da crise hídrica, torna-se indispensável a utilização de ferramentas de gestão ambiental que visam auxiliar no uso dos recursos naturais de forma sustentável.

A água doce é um recurso global, e o seu uso aumenta à medida que o crescimento das relações de comércio e o consumo de bens e serviços que necessitam de grande quantidade de água para serem produzidos, também aumenta. Assim, conhecer o uso da água no processo de produção pode auxiliar no entendimento do carácter global da água doce e na compreensão dos efeitos do consumo e comércio sobre o recurso hídrico (Chapagain e Hoekstra, 2008).

Esta discussão ganhou um maior destaque após a introdução do conceito denominado Pegada Hídrica (***Water Footprint***), introduzido por Hoekstra em 2003. A Pegada Hídrica (ou Pegada da Água) é definida pela World Wildlife Fund (WWF) como sendo um indicador que expressa o volume total de água utilizada por um determinado país para produzir bens e serviços consumidos pela sua população, seja esta de origem interna (produção de bens e serviços em território nacional) ou de origem externa (consumo de bens e/ou serviços importados) (Figura 2).

Para alcançar uma gestão eficiente da água e conseqüente redução da pegada hídrica de um País, o relatório do Planeta Vivo da WWF, evidencia que é necessário acrescentar uma nova dimensão a esta problemática: a água virtual, ou seja, a que é necessária à produção dos bens que consumimos. Assim, para melhorar a eficiência global do uso da água é importante, por um lado, conhecer a equação relativa ao consumo direto – quem, onde e como se consome mais água –, e em simultâneo perceber a equação do consumo indireto – quem, onde e como se produzem os bens que importamos e que utilizam água nessa produção. O objetivo é que os consumidores optem, tendencialmente, por produtos com menor conteúdo de água virtual, evoluindo gradualmente nos seus padrões de consumo para padrões mais responsáveis.

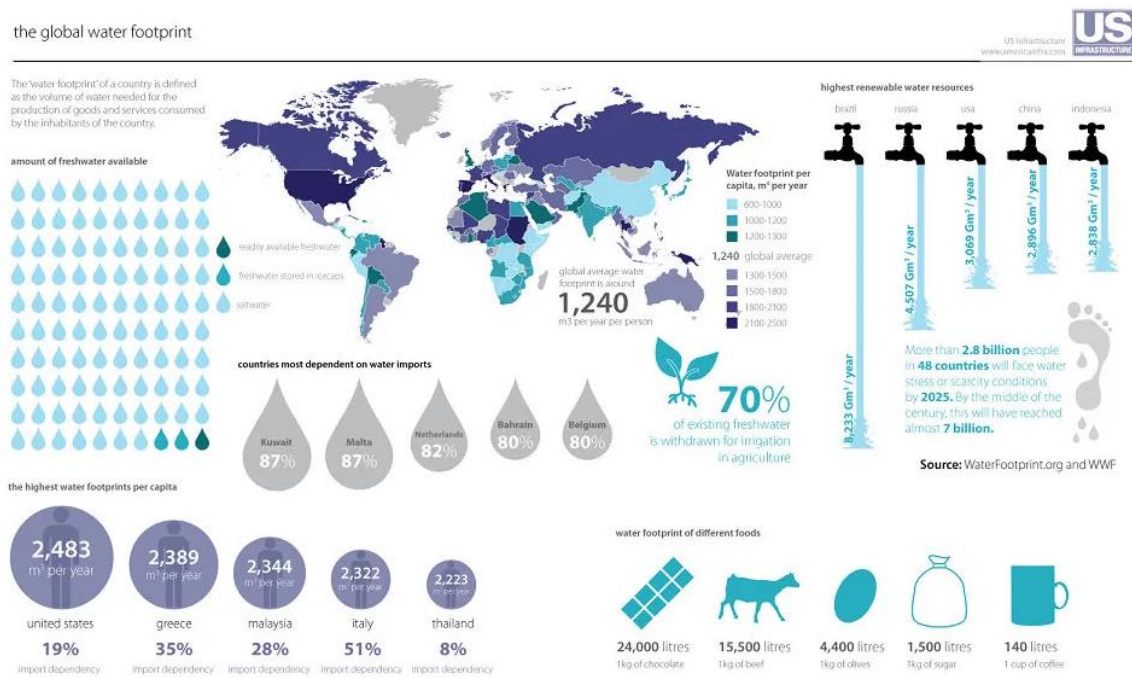


Figura 2: Pegada Hídrica Mundial (WWF)

No Mundo, de entre os seis países com uma Pegada Hídrica mais elevada, são encontrados quatro países correspondentes à região mediterrânica: Portugal, Espanha, Itália e Grécia. O clima mediterrânico tem características únicas que surgem em apenas 3% da superfície terrestre (WWF, 2015). Existem assim, desafios climáticos específicos pelo facto de o clima Mediterrânico identificar-se com verões quentes e por períodos relativamente longos de seca e invernos caracteristicamente frios e húmidos (Adeyeye, 2014). A elevada variabilidade de precipitação típica deste clima origina a ocorrência de frequentes e intensos períodos de seca enquanto o período da estação quente tem como consequência uma redução na disponibilidade de água, agravada pela procura crescente. Entre 151 países, Portugal ocupa o sexto lugar no ranking mundial de pegada hídrica com um consumo de  $2.260 \text{ m}^3/\text{pessoa/ano}$  dos quais 80% corresponde ao consumo de bens agrícolas e cerca de 54% dessa pegada hídrica é de origem externa (WWF, 2015).

As mudanças climáticas nos países do Mediterrâneo, como Portugal e Espanha podem, a curto e a médio prazo, afetar significativamente a disponibilidade de água, devido ao elevado risco de stress hídrico. A este padrão natural climático, junta-se o crescimento da procura de água baseado no aumento das captações de água para a agricultura, o abastecimento urbano, as más políticas e práticas de gestão que favorecem o consumo e o desperdício, a perda de habitats

devido à urbanização e construção de infraestruturas. A nível ambiental, as principais consequências do uso indevido da água são a poluição e degradação dos ecossistemas associados, e a sobre exploração e escassez dos recursos. Também as alterações climáticas tenderão a reduzir a disponibilidade de água no nosso País. Por isso a WWF defende a criação de padrões de gestão de água responsáveis e trabalha para assegurar a viabilidade dos ecossistemas de água e a biodiversidade associada (Almeida et al., 2006).

### 1.2.2 Justificação de escolha do tema

Assim, devem ser desenvolvidas políticas para o uso eficiente da água em todos os setores, abrangendo nomeadamente o setor da construção, onde os principais desafios passam por aumentar a eficiência na utilização dos recursos, reduzindo o desperdício e influenciando os padrões de consumo da população e a sua escolha por tecnologias adequadas às suas necessidades. Neste contexto, o relatório World Water Development Report (WWDR, 2021) cita que, reconhecer, medir e expressar o valor da água, e incorporá-lo na tomada de decisões, são fundamentais para alcançar a gestão sustentável e equitativa dos recursos hídricos e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

Recentemente, em 2017, mas sem que o fenómeno fosse isolado, o País viveu uma situação de seca severa e extrema (Figura 3). A seca e a escassez de água terão tendência para aumentar em Portugal, devido aos efeitos das alterações climáticas.

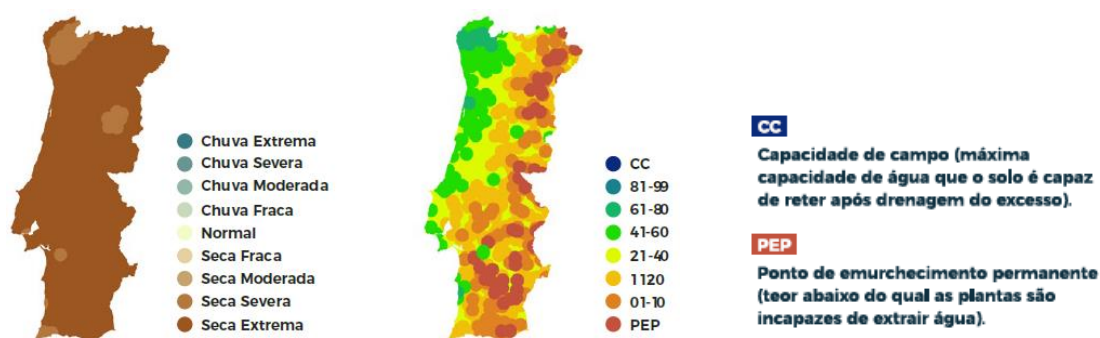


Figura 3: Índice de severidade de seca (esquerda) e percentagem de água no solo (direita) (ADENE et al., 2018)

Em Portugal, a necessidade de uso eficiente da água já foi reconhecida como uma prioridade nacional a partir da publicação do Programa Nacional para Uso Eficiente da Água (PNUEA).

Nem toda a água captada é aproveitada existindo uma parcela significativa relacionada com perdas e com uma utilização ineficiente nos diversos setores. Estas foram estimadas em cerca de  $3100 \times 10^6 m^3/ano$ , representando aproximadamente cerca de 40% das necessidades totais de água do país. Em termos económicos representam um valor próximo de  $728 \times 10^6 \text{€}/ano$ , o equivalente a 0,64% do Produto Interno Bruto (PIB) Português, dos quais cerca de metade corresponde ao ciclo urbano da água resultante das perdas no transporte (redes públicas) e de ineficiência no seu consumo final (edifícios). A aplicação desta medida conduzirá também a uma redução no consumo de água em  $83 m^3/ano$  por fogo (família média composta por 2,7 pessoas), significando uma redução a nível nacional de  $390 \times 10^6 m^3/ano$  no ciclo urbano da água (Adeyeye, 2014).

A água, como recurso vital, deverá estar, assim, no centro das práticas de uso eficiente dos recursos em todos os setores, incluindo em edifícios, onde o setor urbano representa aproximadamente 20% da utilização de água em Portugal segundo o PNUEA (APA, 2012).

O PNUEA, surge em Portugal como uma nova política governamental, que procura garantir uma melhor gestão, centrado na otimização do uso eficiente da água, sem colocar em causa a qualidade de vida, as necessidades vitais e o desenvolvimento socioeconómico das comunidades. Este plano consiste num instrumento integrante de políticas visando a aplicação de uma nova cultura de água num país onde a variabilidade climática gera frequentes situações de stress hídrico. Este programa tem como finalidade reduzir os riscos decorrentes de escassez de água, potenciada durante os períodos de seca, tornar o país menos vulnerável à variabilidade climática e melhorar as condições ambientais nos meios hídricos. Pretende assim atingir estes objetivos através, por exemplo, da adequação/reconversão tecnológica de equipamentos, da sensibilização, informação e educação, apoio técnico e regulamentações técnicas, da normalização e rotulagem e certificação. Investir na criação de uma consciência nacional da importância da água e na mudança de uma cultura do desperdício e indiferença, por uma cultura de respeito é um dos objetivos principais do PNUEA (APA, 2012).

De entre as medidas propostas no PNEUA destaca-se a “Regulamentação Técnica, Normalização, Rotulagem e Certificação” a qual determina a obrigatoriedade de uso de dispositivos eficientes em novas construções ou reabilitação de estruturas existentes onde são descritas as seguintes ações a serem executadas para o setor urbano:

- Elaboração e atualização de legislação aplicável a dispositivos e equipamentos;
- Implementação de um sistema de classificação da eficiência de utilização de água (Certificação e Rotulagem) aplicável a dispositivos e equipamentos;
- Elaboração do regulamento de certificação hídrica de edifícios;
- Integração da certificação hídrica de edifícios com o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior.

Entre outras medidas este programa sugere a redução de consumos através de equipamentos mais eficientes e o recurso a alternativas à água potável para utilizações menos exigentes, como a limpeza de sanitas e as máquinas de lavar roupa. Vêm sendo cada mais utilizados equipamentos como autoclismos de dupla descarga, torneiras e chuveiros de baixo consumo, temporizadores, redutores de caudal, arejadores, entre outros.

Economicamente as medidas apontadas como mais eficazes passam pela poupança de água nos banhos (cumulativamente justificada pela inerente poupança de energia) e na limpeza das sanitas com águas alternativas menos tradicionais, provenientes, por exemplo, de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) e Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC) que, além disso, também poderão ser usadas noutros fins (rega, lavagem de automóveis e pavimentos, lavagem de roupas e usos industriais como redes de incêndio, sistemas AVAC e torres de arrefecimento, por exemplo) (Neves, e Martins, 2009).

Vários estudos evidenciam a significativa poupança de água potável conseguida através da substituição dos equipamentos tradicionais por equipamentos mais eficientes, sendo esta considerada a solução mais fácil de implementar e com retorno económico mais rápido, em virtude do seu custo relativamente baixo. Acredita-se que com certas estratégias é possível

reduzir em até 50% o consumo de água potável nos empreendimentos, durante e após a sua construção (Neves, e Martins, 2009).

Se em relação a esta solução as vantagens são notórias, no que se refere aos SAAP, e mesmo à aplicação conjunta destas duas medidas, as vantagens económicas poderão não ser tão óbvias, sendo por isso conveniente fazer um estudo antes da sua aplicação (Martins, 2009; Bertolo, 2003; Verdade, 2008).

O presente estudo, pretende justamente contribuir para o desenvolvimento e disseminação destas tecnologias, implementando estes conceitos num caso de estudo referente a um projeto de residências para estudantes em Leiria (Portugal), a implantar na localidade freguesia dos Parceiros (União das Freguesias de Parceiros e Azoia), junto ao Polo Académico. No capítulo 3 irá ser feito uma caracterização geral do edifício tido como estudo de caso.

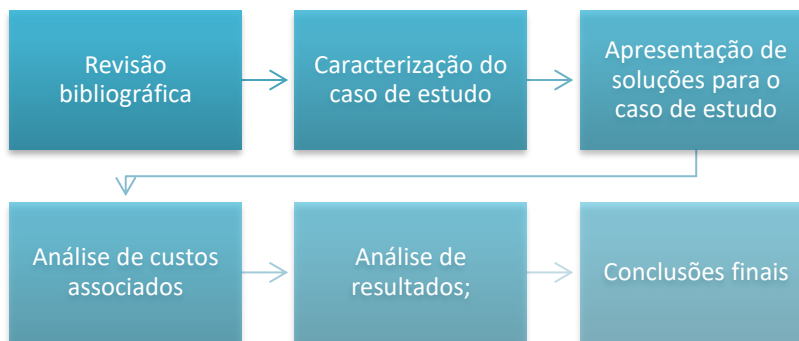
### **1.3 Objetivo Geral e Específicos**

A presente dissertação tem como objetivo geral, implementar um projeto de eficiência hídrica para uma futura Residência para Estudantes em Leiria (Portugal). Os objetivos específicos estão agrupados em duas fases. Numa primeira fase serão identificadas as melhores práticas no setor, posteriormente serão apresentadas as soluções de curto e a médio prazo que permitam reduzir o consumo de água potável no edifício e a energia associada.

### **1.4 Metodologia**

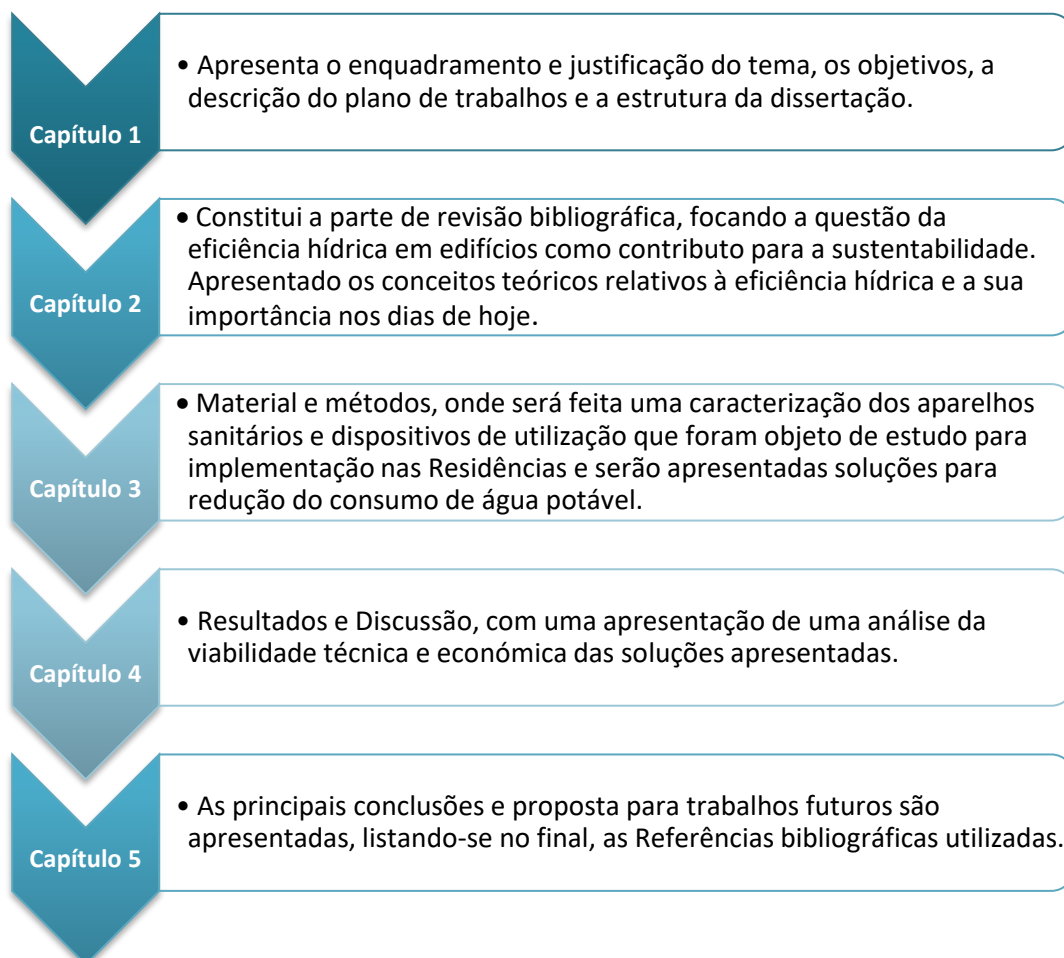
Pretende-se, através de uma recolha de dados aferir quais são os principais componentes de consumo de água, fazer um estudo de soluções para gestão de consumos de águas bem como o seu aproveitamento, os custos associados e posteriormente apresentar propostas de medidas que traduzam numa melhoria eficiência hídrica e conseqüentemente a diminuição da fatura energética.

O trabalho decorre pelas seguintes etapas:



### 1.5 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está subdividida em 5 capítulos de modo a permitir a compreensão dos principais conceitos relacionados com a eficiência hídrica em edifícios, e posteriormente uma análise dos resultados e sugestões de medidas para melhoria de desempenho energético do edifício em estudo. Assim, esta dissertação possui a seguinte estrutura:



## 2 Estado da Arte

No presente capítulo serão expostos os principais conceitos teóricos do estado da arte relativos à eficiência hídrica, que irão servir de apoio ao desenvolvimento do estudo de eficiência hídrica das novas Residências para Estudantes, que estão projetadas para a União de freguesias de Parceiros e Azoia, Leiria (Portugal).

### 2.1 Ciclo urbano da água

Embora cubra cerca de 71% da superfície terrestre, a grande maioria da água disponível encontra-se nos oceanos, sob a forma de água salgada, e a sua purificação envolve métodos de tratamento consideravelmente dispendiosos (atendendo às tecnologias atualmente disponíveis). Apenas uma fatia muito pequena desse volume total corresponde a reservatórios de água doce (2,5%), dos quais dois terços encontram-se em estado sólido nos glaciares e calotas polares e apenas um terço está acessível ao Homem, em reservatórios superficiais (lagos e rios) e subterrâneos (Figura 4).

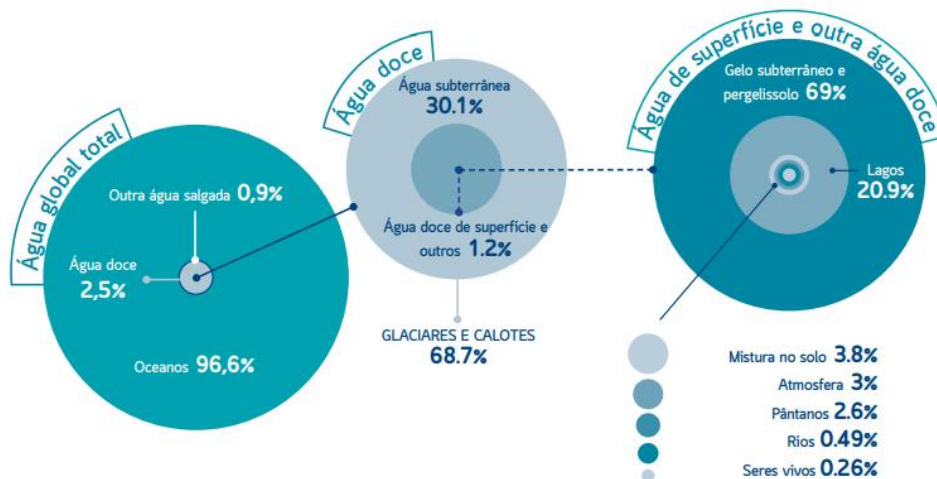


Figura 4: Distribuição da água na Terra (EPAL, 2017)

A água potável que chega às nossas casas começa por ser captada no meio hídrico, seguindo para as Estações de Tratamento de Água onde é tornada adequada para consumo. É armazenada em reservatórios e a partir daí distribuída à população. Depois de utilizada é

recolhida e novamente tratada para ser devolvida à natureza em condições ambientalmente seguras, Figura 5.



Figura 5: Ciclo Urbano da água (Adaptado)

Com o uso extremo deste bem juntamente com as alterações climáticas o ciclo hidrológico poderá ser alterado de forma negativa, fazendo com que a atmosfera fique mais quente aumentando a evaporação, alterando os padrões de precipitação, causando problemas no abastecimento público da água. Verificou-se no capítulo anterior que cerca de 40% da população mundial vive já em áreas de *stress* hídrico e este número irá subir para cerca de 75% até 2025 abrangendo, em grande parte, a bacia do mediterrâneo (ADENE, 2021; Silva-Afonso, 2009).

A gestão da água traduz-se numa adaptação progressiva às constantes mudanças climáticas, devido à aleatoriedade do meio ambiente e do desenvolvimento das atividades humanas. A adaptação deve passar por conceber um Plano Estratégico de Adaptação para todas as atividades que requerem o uso da água. Um dos pontos importantes na adaptação às alterações climáticas deve de ser o de assegurar a sustentabilidade do abastecimento público de água a longo prazo, não só para o consumo humano, mas também para outras atividades económicas, como a agricultura e a produção de energia.

Assegurar um abastecimento constante de água potável à população não é uma tarefa simples. É necessário que os sistemas de abastecimento público de água tenham em conta diversos

fatores, incluindo a dimensão da população e dos agregados familiares, as mudanças nas características físicas da superfície dos solos, o comportamento dos consumidores, a procura por parte dos setores económicos (como as atividades turísticas), a composição química da água e a logística do armazenamento e transporte da água. Têm igualmente de ter em consideração os desafios suscitados pelas alterações climáticas, que podem incluir inundações, ondas de calor e períodos de escassez de água inesperados.

De forma a ser mais eficaz e equitativa a estratégia de adaptação e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, é necessária uma gestão em todas as fases, desde o abastecimento público de água até às suas diferentes utilizações por parte dos consumidores. Esse processo pode passar pela regulação da captação do abastecimento e dos consumos de água a longo prazo bem como a sua articulação com uma estratégia de proteção e uso eficiente da água, buscando novas formas de captação e utilização da água.

## **2.2 Consumos de água potável e Nexus Água/Energia**

A energia está interligada com a água, tratando-se de elementos básicos para a vida, para o desenvolvimento socioeconómico sustentável, para o bem-estar da população e para o progresso tecnológico. A água é necessária para a produção de energia e a energia é indispensável para a produção de água para consumo humano e para utilização nos setores produtivos (captação de água, processamento, distribuição e utilização final, requerem eletricidade). A intrínseca interdependência entre energia e água torna-se mais complexa à medida que o crescimento económico, o aumento da população, a crise energética e os impactos das alterações climáticas se intensificam (APA, 2012).

A coordenação de políticas de água e energia, de forma sustentável, torna-se essencial para minorar os riscos associados à sua interdependência e garantir eficiência e racionalidade no uso destes recursos.

A gestão de recursos hídricos envolve o ciclo da água, no seu ambiente natural (rios, lagos, aquíferos entre outros) em termos de quantidade e qualidade, enquanto a gestão de serviço de água cabe ao desenvolvimento e gestão de infraestruturas para captar, tratar, transportar e

fornecer a água ao utilizador final, e por fim recolher as águas residuais e encaminhá-las para tratamento e posterior descarga ou reutilização segura. A interdependência do Nexus Água – Energia é desta forma resumida na Figura 6, existindo a necessidade à partida de distinguir os recursos hídricos dos serviços de água e a forma como são geridos. Considera-se assim que a energia é principalmente necessária para o fornecimento de serviços de água (WWDR, 2014).

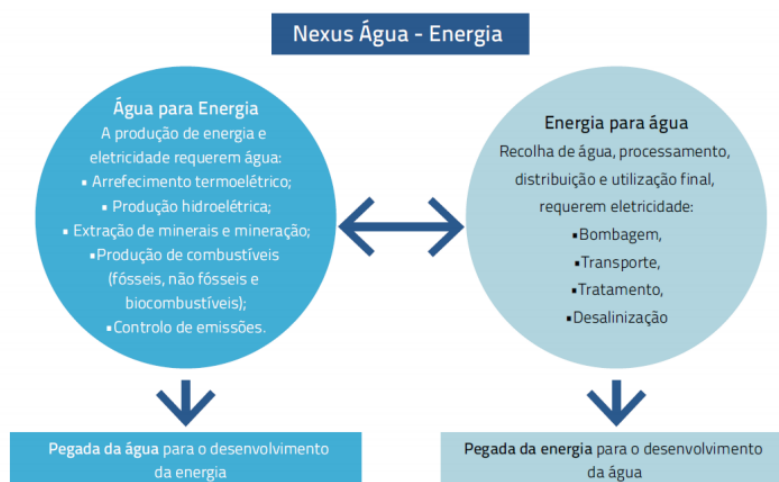


Figura 6: A interdependência do Nexus Água – Energia (APA, 2012)

Como exemplo, os sistemas de abastecimento público de água, são sistemas de larga escala que transportam água em vastas áreas geográficas para a população, levando a impactos ambientais adversos significativos, ou seja, uma enorme quantidade de consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa associadas a processos de bombeamento e perdas de água. O consumo de eletricidade associado aos sistemas de bombeamento representa a maior parcela do consumo de energia em todo o setor de água, que pode chegar até 90% (Luna et al., 2019).

Deve notar-se que uma maior eficiência na utilização de água em edifícios conduz à redução do consumo de água e diminui os efluentes de águas residuais, na rede geral, aumentando também a eficiência de energia neste sector e contribuindo para a redução das emissões de gases (Silva-Afonso, 2014). Os consumos de água potável são repartidos em três sectores essenciais: o residencial, o industrial e o comercial (Rodrigues et al, 2012). Relativamente ao sector residencial, o consumo de água encontra-se associado a diversas atividades, tais como: higiene pessoal (duche, banheira, lavatório e bidé), descargas de autoclismo, máquinas de lavar

roupa e de lavar louça, irrigação e piscinas. Neste sentido, o Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (RDEEH), que veio substituir o Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE), incorpora atualmente a eficiência hídrica como viável contributo para a eficiência energética, nomeadamente com aplicação de chuveiros e sistemas de duche certificados com a categoria “A” ou superior (Neves e Martins, 2009).

A reciclagem e reutilização de água nos edifícios tem como vantagem adicional a redução direta do volume de água residual a ser encaminhado para a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), resultando em economias substanciais nos custos de funcionamento destas unidades de tratamento (WWDR, 2014).

O uso de sistemas de utilização de água mais eficientes (tirando partido das soluções, equipamentos e tecnologias inovadores) em comparação com sistemas convencionais, mostram que as **economias nos edifícios podem atingir 30% do consumo de água** (ANQIP, 2020). Poupar água significa ainda poupar energia, em casa e na nossa comunidade. No que se refere aos edifícios residenciais, 23% da fatura energética no setor doméstico está associada ao aquecimento de água (ANQIP, 2020), sendo a maior parte da água consumida pelas famílias aquecida com recurso a gás e eletricidade (Silva-Afonso et al., 2011). Nos edifícios, a pressurização e o aquecimento de água quente sanitária são duas operações com um elevado consumo energético e que espelham a relação entre a água e a energia, como ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Consumos de água e poupanças de energia associadas (Guia Aqua Experience, 2018)

Assim, a título conclusivo pode afirmar-se que a redução no consumo de água em edifícios a partir da aplicação de medidas de eficiência hídrica, como a aplicação de dispositivos eficientes, implica uma redução do volume de água captado, tratado e transportado bem como uma redução no volume de água residual a ser tratada. Irá também conduzir a um significativo aumento de eficiência energética reduzindo consequentemente todos os custos energéticos associados em cada uma das fases do ciclo urbano da água contribuindo paralelamente para a redução de gases de efeito de estufa, designadamente as emissões de CO<sub>2</sub>.

A redução de consumos pode ser obtida pela via económica, sociológica ou técnica, mas apenas esta última será objeto de análise na presente Dissertação, tendo em atenção os seus objetivos. A via económica compreende, em regra, o aumento progressivo do preço da água, enquanto a via sociológica (ou comportamental) envolve, por exemplo, a sensibilização dos cidadãos para a importância das medidas de eficiência hídrica.

## **2.3 Eficiência hídrica em edifícios**

Uma parte significativa do total de água captada é desperdiçada, devido à ineficiência de uso e a perdas. Tratando-se por isso de uma componente que acarreta custos para a sociedade, sem lhe trazer benefícios (PNUEA, 2012).

### **2.3.1 Aplicação do princípio dos 5Rs na eficiência hídrica**

A ANQIP, apoiando-se em fundamentos de sustentabilidade, e assegurando as medidas propostas no PNUEA para o sector da construção, procurou estruturar as intervenções a serem aplicadas para o uso eficiente da água no ciclo urbano. Assim, determinou um princípio orientador reconhecido como o princípio dos 5R's (Figura 8) análogo ao princípio dos 3R's aplicado aos resíduos (Guia Aqua eXperience, 2018).



Figura 8: 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 e Pimentel-Rodrigues, 2010a). 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 e 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.

As medidas de eficiência hídrica nos edifícios segundo o Princípio 5R's traduzem-se num potencial de redução de consumos de água na ordem dos  $2,24 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e de energia em  $11,6 \times 10^6 \text{ kWh/ano}$  (consumo energético para aquecimento de águas quentes sanitárias). Deve ser levada em conta ainda a redução de consumos energéticos nas redes de abastecimento público de água, de drenagem e tratamento de água residuais estimado em  $4,4 \times 10^6 \text{ kWh/ano}$ , perfazendo um total na redução do consumo energético em cerca de  $16 \times 10^6 \text{ kWh/ano}$ . Esta redução no consumo energético no ciclo urbano da água tem como consequência uma redução de emissões de gases de efeito de estufa correspondente a 4500 toneladas de  $\text{CO}_2/\text{ano}$  (Neves, e Martins, 2009).

### **2.3.2 Tecnologias de medição Inteligente do consumo de água**

Frequentemente, o conhecimento da poupança de água atingida através da aplicação de dispositivos eficientes de água não é o suficiente para incentivar os consumidores a investirem na atualização dos seus dispositivos devido à falta de informação em tempo real e da desagregação dos respetivos consumos. Com isto, e de acordo com Adeyeye (2014), a tecnologia de medição inteligente de água surge como fator chave na monitorização dos consumos, permitindo um número considerável de benefícios com a sua adoção em edifícios residenciais, coletivos e similares. Os dados recolhidos provenientes destas medições possibilitam aos gestores e utilizadores residenciais analisar e determinar a eficácia de estratégias e medidas adotadas, a informação relativa de onde, quando e como a água é utilizada e a informação detalhada de padrões de consumo no edifício, podendo estimar o período de retorno do seu investimento nas medidas de eficiência hídrica. Permite assim uma análise custo-benefício e respetiva economia de água, orientando no sentido da otimização do planeamento e gestão de infraestruturas e da gestão na procura de água, originando menores custos para os gestores do ciclo de água no setor urbano e proprietários dos edifícios. As vantagens associadas à utilização de tecnologias de medição e gestão inteligente correspondem a:

- Melhorar a compreensão do padrão de consumo comercial e residencial, variabilidade espacial e temporal em tempo real permitindo um conhecimento fiável das quantidades de água necessária para abastecimento e armazenamento, excesso de oferta e volumes de descarga de águas residuais a fim de projetar novas medidas estratégicas para o uso eficiente da água;
- Aumentar a perceção do consumo desagregado de água em edifícios residenciais, coletivos e similares;
- Identificar fugas nos edifícios e na rede de distribuição;
- Procurar a mudança de comportamento nos consumidores através de displays residenciais aumentando a sua conscientização para o uso eficiente da água.

Conhecendo os padrões de consumo nos edifícios e, conseqüentemente, das horas de ponta na procura da água, pode resultar na redução de pressão existente sobre as infraestruturas da rede de distribuição, correspondendo ao seguinte acréscimo de benefícios:

- Minorar a necessidade de substituição de bombas e infraestruturas da rede por outras de maior potência e dimensões, respetivamente, gerando uma elevada economia financeira;
- Bombas de menor potência, funcionando por um período mais longo, terão como consequência uma maior economia nos custos energéticos.

Algumas das barreiras a serem ultrapassadas para alcançar uma difusão mais rápida dos sistemas de medição de água inteligentes são:

- Elevado custo dos equipamentos (contadores inteligentes/displays, etc.);
- Escassa compreensão dos benefícios de dados de medição inteligente;
- O monopólio das empresas de abastecimento de água (menos inclinados à satisfação do cliente em detrimento do seu desempenho e lucro empresarial);
- Falta de campanhas de sensibilização aos consumidores.

Assim sendo a redução dos consumos pode ser obtida pela adoção de novos produtos ou dispositivos eficientes, impondo-se a adoção de sistemas de rotulagem de fácil interpretação.

Existe no mercado uma larga gama de produtos inteligentes, que para além de ser eficientes procuram sensibilizar o consumidor para os gastos de água e/ou energia que estão a consumir, são exemplos:

### **Waterpebble**

Dispositivo fabricado nos Estados Unidos, que permite fazer um controle do gasto de água em cada duche, informando o utilizador se está a exceder o tempo necessário para cada utilização, e desta forma incentivando as pessoas a melhorar os seus hábitos de consumo, poupando água, energia e dinheiro. Este dispositivo coloca-se perto do ralo e deteta o caudal de água à sua volta. Contém uma bateria que ativa um sistema de luzes que indicam quanto tempo se está a gastar no banho relativamente à média. Caso se observe uma luz verde, indica que se está efetivamente a poupar água, uma luz amarela indica que está dentro da média e uma luz vermelha indica que se está a exceder o tempo necessário.



Figura 9: *Waterpebble (Waterpebbleus)*

### **Smart flush**

O sistema *smart flush*, apresentado em 2015 pela OLI, seleciona automaticamente a maneira mais eficiente para efetuar a descarga (sólidos – descarga completa; líquidos – meia descarga), informando através de sinais luminosos LED incorporados num sistema *touch* personalizável, qual foi a solução escolhida, bem como o número de litros poupados em cada descarga e as horas. Tem também a possibilidade de efetuar descarga manual. Uma grande vantagem desta

tecnologia, para além do sistema de dupla descarga, é revelar informação nunca antes visível e que se pudesse quantificar com precisão, incentivando os utilizadores à poupança de água nos seus dispositivos.

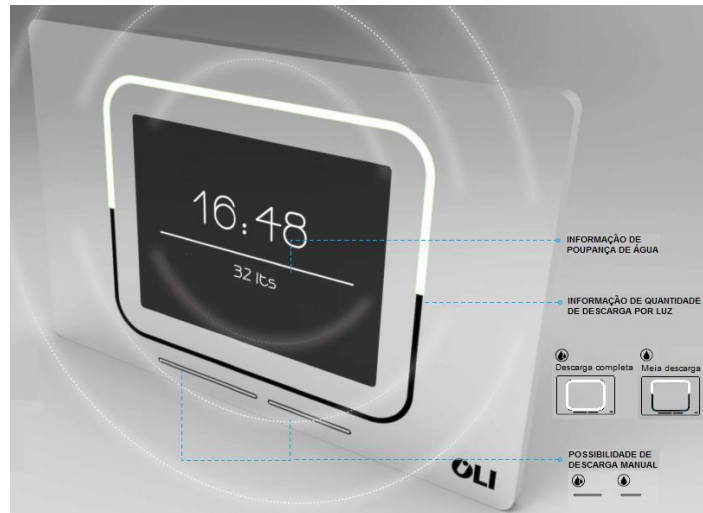


Figura 10: Sistema *smart flush* (Catálogo OLI) (adaptado)

### 2.3.3 Redução das perdas e desperdícios

O exemplo da utilização de sistemas de circulação e retorno de água quente sanitária tem-se generalizado nos últimos anos, não só por força das medidas de eficiência energética que foram tornadas obrigatórias através da publicação de diversa legislação, mas também como fator de aumento de conforto nas utilizações e como medida de eficiência hídrica. Em Espanha, por exemplo, o Código Técnico de Edificación (CTE) já obriga à utilização destes sistemas sempre que a distância entre o aparelho produtor de água quente e o dispositivo de utilização for superior a 15 metros (Código Técnico de Edificación (CTE), 2006). Na Alemanha esta distância é mais reduzida (seis metros). Em Portugal está previsto no novo regulamento que irá substituir o RGSPDADAR, a obrigatoriedade sistemas de retorno de água quente sanitária

Na verdade, estes sistemas integram-se dentro da política dos 5R da eficiência hídrica em edifícios, na medida em que permitem a redução do desperdício de água, através da redução dos tempos de espera (Ishimoto et al., 2011). Integram-se, assim, no chamado 2º R – Redução de perdas e desperdícios. Note-se que o conceito de desperdício é diferente de perda. O conceito de “perda de água” pode ser facilmente compreendido tendo por base os termos

utilizados em economia, onde se define “perdas” como “bens ou recursos consumidos, mas não incorporados no produto final”. Sob a parcela de perda enquadram-se, assim, as deficiências de um determinado sistema que levam à perda física/real de água, obrigando a um consumo do recurso superior ao necessário para a “produção”.

O conceito de desperdício corresponde basicamente 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. Ou seja, o desperdício de água é, um conjunto de ações e processos, através dos quais se gasta sem proveito, ou pode ser simplesmente mal-usada. A quantidade de água consumida num edifício é o somatório das quantidades de água, utilizada, perdida e desperdiçada, como ilustrado na Figura 11.

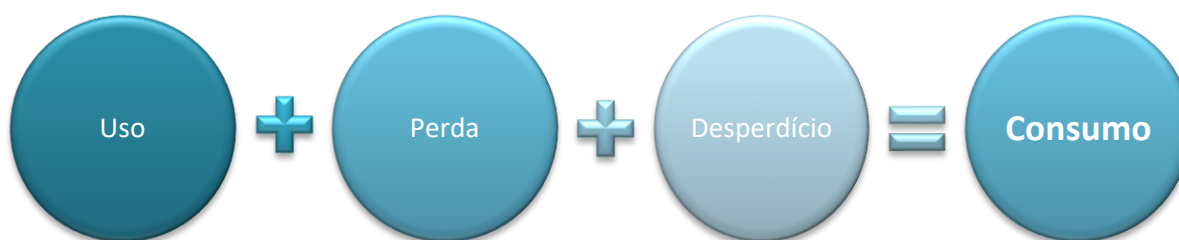


Figura 11: Conceito de consumo de água

O conceito de “uso” corresponde à quantidade de água necessária à realização de determinada atividade. Eventualmente, pode ser viável obter o mesmo “produto final” (banho diário, por exemplo), utilizando menos água. Neste caso, fala-se de eficiência hídrica por redução de consumos (o 1º R). É interessante notar que a eficiência hídrica, por sua vez, também aumenta a necessidade de considerar circuitos de retorno em muitos casos, no entanto só uma análise de custo benefício irá definir a sua pertinência em cada caso concreto (água consumida & consumo de energia associada).

Considerando, por exemplo, um chuveiro letra “A” da ANQIP, que tem um caudal de 7 l/min, torna-se evidente que o tempo de espera de água quente (sem circulação) é significativamente superior ao que se observa com um chuveiro corrente de 15 l/min.

No que se refere às perdas, as principais situações observadas em edifícios respeitam a autoclismos e redes exteriores de rega enterradas. Para a deteção de fugas em edifícios existem algumas técnicas simples, como a seguir se indicam:

- Fechar a torneira do contador, à entrada;
- Abrir a torneira mais distante no edifício;
- Esperar até a água parar de correr;
- Colocar um copo cheio de água na boca da torneira;
- Se houver sucção da água do copo pela torneira, significa que existe fuga na rede interior do edifício.

São exemplos de deteção de fugas, a observação das leituras de contador em horas “mortas” para permitir detetar se está ou não a ocorrer situação de fugas nas canalizações. No caso dos autoclismos pode deitar-se cinza de cigarro na sanita e esperar para ver se a cinza fica depositada no fundo ou se a cinza é arrastada e desaparece indicando que há fuga na válvula ou na caixa de descarga (Quercus, 2021).

A redução de perdas e desperdícios poderá ser obtida, por exemplo, a partir do controlo de perdas em dispositivos ou setorização de instalações e dos circuitos de distribuição de água, em especial na adoção de circuitos de retorno de água quente sanitária e instalação de dispositivos de mistura termostática.

Em suma nos edifícios (residenciais e não residenciais), a eficiência hídrica deve orientar-se em cinco vertentes: reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reaproveitar/reutilizar e reciclar a água usada e recorrer a origens alternativas (águas do subsolo, águas pluviais e/ou águas cinzentas). As principais situações de perdas em edifícios são verificadas nas descargas de autoclismos e redes exteriores de rega. Desta forma, apresenta-se algumas medidas possíveis a adotar no sentido de reduzir os desperdícios de água relacionados com a utilização este tipo de dispositivos:

### Descargas de urinóis e autoclismos

A instalação de sistemas de descarga automáticos e instalação de dispositivos com o menor volume de água possível adequados a cada tipo de instalação, tendo em consideração a deteção periódica de fugas e respetiva reparação. São variados os modelos comercializados, que utilizam volumes de descarga muito inferiores aos modelos convencionais, bem como dispositivos que não necessitam da utilização de água nas suas descargas, excetuando a água utilizada em limpezas periódicas. Os dispositivos que não exigem o uso de água ou eletricidade durante as suas descargas, para além de evitar que os odores se libertem e que os resíduos se depositem, podem ser de fácil manutenção e instalação podendo economizar muitos litros de água por ano. O exemplo de bacias de retrete a vácuo (Figura 12) que são idênticas às convencionais, oferecem o mesmo tipo de conforto e higiene. O funcionamento deste sistema consiste no transporte dos resíduos em condutas sob pressão (negativa) até um tanque de vácuo coletor, diretamente para o sistema de esgotos ou para outros usos (por exemplo produção de biogás).



Figura 12: Bacias de retrete com funcionamento a vácuo

Também existem Mictórios sem recurso a água (Figura 13) que podem ser de cartucho substituível no próprio sifão, de tecnologia de membrana incorporada ou com recurso a válvula de dupla vedação.

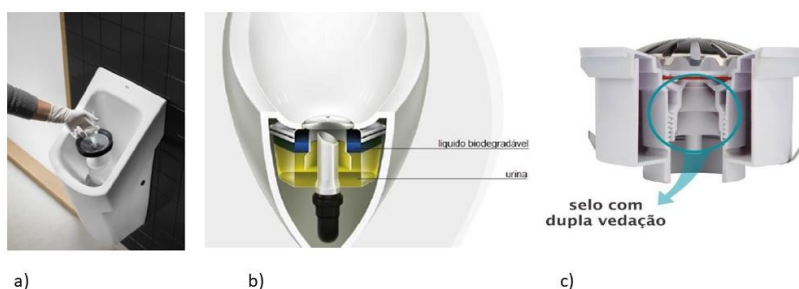


Figura 13: Urinóis sem utilização de água. a) com cartucho substituível; b) com tecnologia de membrana incorporada; c) com válvula de dupla vedação

### Reutilização da água

A água utilizada para lavar as mãos é reutilizada para fazer a descarga, em urinóis e bacias de retrete, permitindo desta forma uma poupança de água na ordem dos 50% (Figura 14). Este tipo de sistema, com uma torneira com automatismo, por exemplo sensores infravermelhos, garantem uma máxima eficiência do conjunto.

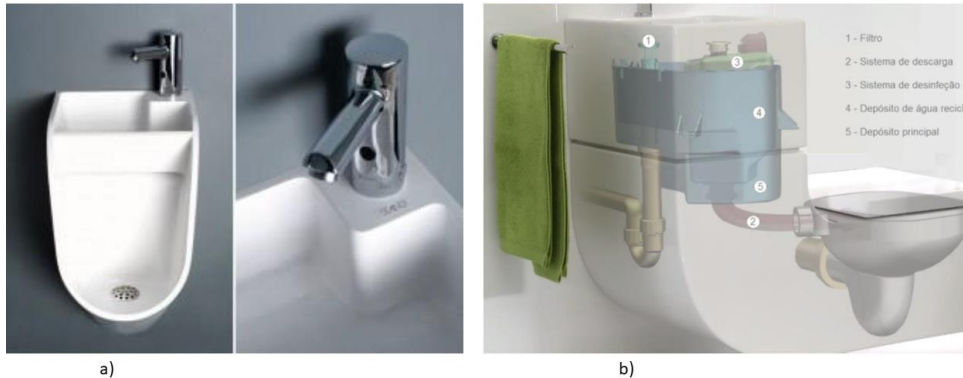


Figura 14: Dispositivos com lavatório incorporado a) mictório; b) bacia de retrete

### Sistemas de rega

O desperdício de grandes volumes de água associado aos níveis de ineficiência relacionados com os usos exteriores é geralmente de elevada dimensão e com margem para melhorias significativas. Os consumos com pesos mais significativos em termos de perdas são os associados à rega dos espaços exteriores, principalmente nos meses mais quentes em que as necessidades são maiores e as disponibilidades reduzidas. A substituição ou adaptação das tecnologias de rega constitui igualmente uma medida de redução de consumos neste tipo de utilizações.

Com efeito, a adoção de algumas estratégias comportamentais simples mostra-se bastante eficaz, como por exemplo fazer uma programação adequada da rega (preferir regas mais intensas durante períodos mais espaçados entre si, favorecendo a infiltração e instalação mais profunda das raízes), ajustar a intensidade da rega de modo a evitar escoamentos superficiais, preferir regas em período noturno, como antes do amanhecer ou no final da tarde (de modo a reduzir as perdas por evaporação), interromper a rega com vento forte (principalmente quando se utilizam aspersores ou pulverizadores) ou aquando da ocorrência de precipitação através de sensores de precipitação, válvulas de fecho automático e controladores programados para o

efeito ou mesmo manualmente, (Figura 15) (evitando desperdício de água proveniente do sistema de abastecimento e também de energia, no caso de ser captada a partir de poços ou furos), bem como realizar uma manutenção periódica do sistema, de modo a garantir o estado de conservação do sistema e prevenir roturas nas tubagens. O cumprimento deste tipo de procedimentos pode conduzir a níveis de eficiência na ordem dos 70% (Lisboa E-Nova, 2014).



Figura 15: Sensores de chuva, humidade do solo e vento (respetivamente, da esquerda para a direita)

O sistema de rega manual é feito a partir de mangueiras e torna-se pouco eficiente pelo facto de não garantir uma distribuição homogénea da água. É utilizado maioritariamente em jardins de área reduzida ou em casos específicos. A medida mais eficiente consiste na colocação de um dispositivo de regulação de caudal na extremidade da mangueira que permita igualmente uniformizar a distribuição de água. São exemplos de dispositivos para controlo de caudal, os dispositivos apresentados na Figura 16.



Figura 16: Dispositivos de controlo de caudal para mangueiras

Os sistemas de controlo automático envolvem a utilização de tubagens, aspersores, pulverizadores ou gotejadores, um ou mais programadores e elementos auxiliares, como válvulas, redutores de pressão e sensores de precipitação ou humidade. Estes sistemas podem ser de aspersão ou gota-a-gota, dependendo da utilização pretendida.

A rega de alto volume por aspersão (Figura 17) é adequada a áreas extensas com poucos obstáculos, permitindo adaptar-se consoante as necessidades e ser programada em círculo total ou parcial. A rega de baixo volume por aspersão com micropulverizadores adequa-se unicamente a canteiros (Lisboa E-Nova, 2014).



Figura 17: Sistema de rega por aspersão

O sistema gota-a-gota (Figura 18) constitui o método mais eficiente em termos de consumo de água, mantendo uniforme o nível de humidade do solo e reduzindo as perdas por evaporação e escoamento superficial, debitando um caudal a baixa pressão através de pequenos orifícios. Em contrapartida, necessita de uma maior preocupação nas operações de manutenção e possui um menor período de vida útil. Adequa-se principalmente a terrenos com declives acentuados e vegetação com raízes profundas. Este sistema permite uma redução do consumo de água na ordem dos 60% relativamente a sistemas de rega por aspersão (Lisboa E-Nova, 2014).



Figura 18: Sistema de rega gota-a-gota

### **2.3.4 Certificação e rotulagem de dispositivos e equipamentos**

A certificação e rotulagem de eficiência hídrica de dispositivos e equipamentos é acompanhada de benefícios no sentido de disponibilizar informação (características técnicas e consumo de água efetivo) para os consumidores e fabricantes, influenciando na sua decisão no momento de aquisição, constituindo um mecanismo fundamental na divulgação de tecnologias eficientes para o uso sustentável da água.

A promoção da utilização de equipamentos eficientes hidricamente em Portugal bem como a sua rotulagem e certificação é da responsabilidade da ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais. Esta entidade criou um sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos, através da elaboração de especificações técnicas (ETA) para diferentes produtos, com o objetivo de disponibilizar aos consumidores a informação sobre as características técnicas, em termos de eficiência hídrica e energética, dos dispositivos que utilizam ou venham adquirir (Adeyeye, 2014). Pela importância que tem a eficiência hídrica em termos de qualidade e conforto na habitação, e pela dimensão dos problemas que lhe estão associados, a ANQIP foca-se em particular nas instalações de águas e esgotos e nas questões de sustentabilidade, tendo já efetuado várias intervenções nesse âmbito, entre as quais:

- Conceção do sistema nacional de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos;
- Apoio na realização de estudos e/ou eventos técnicos/científicos, a nível nacional e internacional;
- Formação para técnicos, instaladores e outros intervenientes;
- Divulgação de estudos, normas e regulamentos recentes, nacionais e internacionais;
- Edição e elaboração de especificações técnicas (ETA) e outras publicações;
- Elaboração e revisão da regulamentação e legislação nacionais do setor;
- Conceção de sistemas particulares de certificação para uso dos seus associados e de outras entidades;

- Realização de auditorias de qualidade e/ou de eficiência hídrica a instalações existentes ou em construção;
- Pareceres sobre projetos e obras, quando solicitada para tal.

O seu sistema de certificação e rotulagem, criado em 2008, é constituído por sete classes de eficiência distintas, que variam consoante o consumo de água de cada dispositivo. As classes são definidas pelas letras A<sup>++</sup>, A<sup>+</sup>, A, B, C, D e E, por ordem decrescente de eficiência, como se pode observar a partir da Figura 19.



Figura 19: Exemplo de rótulos de Eficiência Hídrica adotados em Portugal (ANQIP)

Os rótulos com classes de eficiência mais elevadas poderão conter indicações relativas a exigências de performance, comodidade na utilização ou saúde pública, que deverão ser tidos em conta aquando da aquisição do dispositivo. Por exemplo, para os autoclismos de pequeno volume, a ANQIP atribuiu a classe de eficiência hídrica A<sup>+</sup> ou A<sup>++</sup> com um aviso obrigatório no rótulo para garantir a performance desejada e condições de drenagem compatíveis na rede predial. A utilização de dispositivos com um melhor desempenho hídrico é das medidas que apresentam mais benefícios e pode ser aplicada nas instalações residenciais, coletivas e similares de diferentes formas, entre as quais se pode observar na Figura 20:

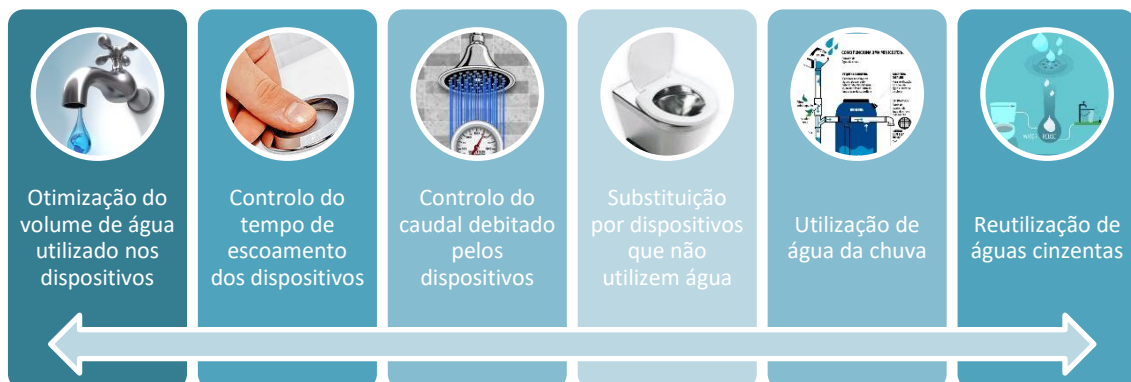


Figura 20: Medidas de Eficiência Hídrica

Estas alternativas podem ser adotadas tanto nos autoclismos e bacias de retrete, chuveiros, torneiras, urinóis, máquinas de lavar roupa e loiça, como em usos exteriores, como em sistemas de lavagem de pavimentos e de veículos e em sistemas de rega. Alguns dos sistemas de eficiência hídrica adotados para estes dispositivos têm um retorno financeiro num curto espaço de tempo, o que incentiva ainda mais a sua implementação. Por vezes basta um investimento pouco significativo para melhorar consideravelmente a eficiência no uso da água. A aplicação da maior parte destas medidas não necessita de ser prevista na fase inicial do projeto, uma vez que a implementação de dispositivos mais eficientes após a construção do edifício não implica necessariamente que se realizem alterações significativas na sua estrutura inicial.

Na reabilitação urbana, o regulamento revisto trará ainda obrigações para os proprietários e também oportunidades de melhoria da eficiência, conforto e segurança no uso da água. A nível europeu está em desenvolvimento a Urban Water Agenda 2030 que vem promover a eficiência hídrica e gestão da água nas cidades signatárias através dos seus responsáveis e outros stakeholders, à semelhança do Pacto de Autarcas que existe para as áreas de Energia.

No setor residencial, a Figura 21 ilustra os usos de água mais representativos que estão associados aos banhos e duches (cerca de 39%), descargas sanitárias (cerca de 20%) e aos eletrodomésticos (cerca de 20%).

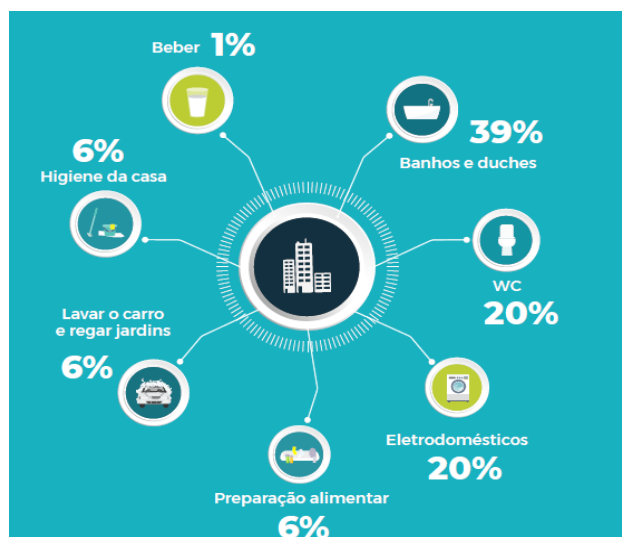


Figura 21: Utilização da água em casa considerando usos típicos (Guia aqua experience, 2018)

No capítulo anterior abordou-se algumas das formas de reduzir o consumo da água e que passa pela correta escolha de produtos/dispositivos de utilização da água nos edifícios, que assegurem maior eficiência e igual ou melhor conforto. Por outro lado, deverá haver preocupação em otimizar o tempo despendido em cada utilização, para não anular os benefícios potenciais da redução dos caudais instantâneos que se consiga com a renovação e substituição dos dispositivos. A identificação para reduzir um gasto de água não útil dos edifícios, é essencial. Os sistemas de monitorização e gestão inteligente de consumos de água ajudam a identificar estas situações. O exemplo da Figura 22, ilustra as várias soluções de apoio à decisão no que diz respeito à eficiência hídrica de um edifício.



Figura 22: Exemplos de soluções para a eficiência hídrica (Guia Aqua experience, 2018)

A quantidade de água potável consumida pelos equipamentos sanitários depende de muitas variáveis e basicamente varia de acordo com o local e a época do ano em que são usados, para além da instalação predial e das tecnologias envolvidas. A cultura e consequentes hábitos também interferem no consumo de água (Gonçalves, 2014).

No entanto, os consumos de água pelos aparelhos sanitários podem ser abordados por dois aspetos. O primeiro passa pela sua tecnologia, que envolve a sua construção e funcionamento, determinando a quantidade de água descarregada. Em segundo lugar, relaciona-se com a cultura da população em causa, que se reflete no seu comportamento, variando de acordo com

cada indivíduo e com o seu meio cultural. No entanto, o grau de consciência sobre o valor da água tem vindo a aumentar devido à sua degradação e escassez, o que pode levar a mudanças nos padrões de comportamento (Gonçalves, 2014).

Em Portugal é possível observar nas casas de banho públicas, por exemplo, que o uso de aparelhos economizadores de água tem vindo a aumentar. Estes aparelhos têm como finalidade reduzir o consumo de água. Enquanto as substituições de torneiras automáticas por torneiras acionadas por um sensor de presença podem economizar cerca de 48% de água, as substituições de torneiras comuns por torneiras acionadas por sensor apresentam uma poupança de cerca de 77% (Fasola et al., 2011).

#### **2.3.4.1 Autoclismos e bacias de retrete**

Os autoclismos são exemplo de equipamentos que utilizam água potável desnecessariamente, uma vez que, as suas descargas poderiam ser feitas, com a mesma eficácia, utilizando águas de menor qualidade, provenientes por exemplo de sistemas de aproveitamento de águas da chuva e/ou águas cinzentas.

Os autoclismos das bacias de retrete foram considerados como uma prioridade pela ANQIP, uma vez que as descargas de autoclismos representam um dos maiores consumos de água no ciclo predial em Portugal (Silva-Afonso, 2009).

Nas instalações comerciais, coletivas e industriais este é também um uso bastante frequente, no entanto com menor impacto no consumo global (Lisboa E-Nova, 2014). Segundo as Águas de Portugal, estes dispositivos possuem uma capacidade de armazenamento que varia dos 7 aos 15 litros, estimando-se assim um consumo médio de cerca de 10 litros por descarga tendo em conta que atualmente a dimensão média dos agregados domésticos privados em Portugal é de 2,5 pessoas por fogo (PORDATA, 2021) e que diariamente cada habitante utiliza a descarga de um autoclismo cerca de 4 vezes, com um consumo de cerca de 10 litros por descarga, cada fogo gasta em média 104 litros de água por dia, o que corresponde a um consumo médio anual de cerca de 38  $m^3$ .

Para além de serem utilizadas em descargas relativas a necessidades fisiológicas, as bacias de retrete são muitas vezes utilizadas para depósito de resíduos para os quais este dispositivo não foi concebido, como por exemplo resíduos orgânicos domésticos ou outros resíduos provenientes de outros usos como limpezas da habitação, etc. Também o hábito de depositar papel higiénico nas bacias de retrete contribui para que haja um maior número de descargas efetuadas e se gaste uma maior quantidade de água. Este mau hábito está presente em grande parte da sociedade portuguesa e resulta na necessidade de efetuar mais do que uma descarga por uso, pois por vezes uma única descarga não é suficiente para escoar todos os resíduos.

Caso seja somente utilizada a quantidade de água necessária para que haja um escoamento eficiente de todos os resíduos haverá uma redução significativa da quantidade de água utilizada em cada descarga, bem como dos gastos relativos ao uso da água e energia associada. Por outro lado, os gastos de água em alguns aparelhos também estão muitas vezes associados a uma estanquidade deficiente, podendo originar fugas. Desta forma, as principais medidas a adotar para a redução do consumo de água em autoclismos são (Lisboa E-Nova, 2014):

- alteração dos comportamentos de uso que induzam desperdícios;
- utilização de volumes que ocupem parte da capacidade total do autoclismo;
- adaptação ou substituição do equipamento padrão por outro de baixo consumo (com descarga de volume reduzido, com descarga de dupla capacidade ou com descarga interrompida);
- adoção de um procedimento regular de deteção e reparação de fugas;
- recorrendo a soluções específicas como bacias de retrete sem uso de água (bacias de retrete com compostagem, incineração, vácuo ou químicas) em casas isoladas ou em pequenos aglomerados;
- reutilização de água proveniente de outros usos.

Tabela 1: Categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de autoclismos (adaptado de ETA 0804)

| VOLUME NOMINAL (litros) | Tipo de descarga        | Categoria de eficiência Hídrica | Tolerância (Volume máximo - descarga completa) | Tolerância (Volume min. de descarga para poupança da água) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|--|
| 5,0                     | 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/ interruptor de desc. | A+                              | 4,0 - 4,5                                      | –  |
| 5,0                     | C/ interruptor de desc. | A                               | 4,5 - 5,5                                      | –  |
| 6,0                     | C/ interruptor de desc. | B                               | 6,0 - 6,5                                      | –  |
| 7,0                     | C/ interruptor de desc. | C                               | 7,0 - 7,5                                      | –  |
| 9,0                     | C/ interruptor de desc. | D                               | 8,5 - 9,0                                      | –  |
| 4,0                     | Completa                | A                               | 4,0 - 4,5                                      | –  |
| 5,0                     | Completa                | B                               | 4,5 - 5,5                                      | –  |
| 6,0                     | Completa                | C                               | 6,0 - 6,5                                      | –  |
| 7,0                     | Completa                | D                               | 7,0 - 7,5                                      | –  |
| 9,0                     | Completa                | E                               | 8,5 - 9,0                                      | –  |

A Tabela 1, apresenta a categoria de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de autoclismos, bem como os tipos de descarga/volumes. Os autoclismos com volumes de descarga inferiores aos tradicionais (por exemplo, 6 litros) são correntemente utilizados e com eficiência comprovada em muitos países, particularmente se associados a uma bacia de retrete também desenhada para maximizar a limpeza e arraste desses volumes de água. Atualmente já são comercializados em Portugal autoclismos de dupla descarga, ajustando de certa forma a quantidade de água descarregada em função da necessidade. Na utilização destes dispositivos verifica-se uma redução significativa de gastos de volumes de água em cerca de 70% das descargas (Lisboa E-Nova, 2014).

Existem sistemas de dupla descarga com volumes variáveis, como 6/3 litros, 5/3 litros, 4,5/3 litros ou até 4/2 litros. No entanto, o uso de descargas inferiores a 4 litros pode causar problemas nas redes de drenagem dos edifícios e obrigaria à alteração das instalações prediais

(dimensionamento dos sistemas de drenagem). Em Portugal, a maior parte desses critérios seguem os definidos no Sistema I da Norma Europeia EN 12056-2, que não permite o uso de descargas de 4 litros nos sistemas de drenagem prediais.

Para além disso, deve-se verificar se o volume de descarga a adotar é compatível com características de diferentes bacias de retrete ou dos sistemas de drenagem, como os diâmetros e inclinações da rede. Segundo esta norma, a classe de eficiência hídrica mais adequada para autoclismos instalados em locais cujas redes foram dimensionadas de acordo com o Sistema I é a correspondente a autoclismos de dupla descarga com volume máximo entre 6,5 e 6 litros e volume mínimo entre 4 e 3 litros (classe de eficiência A segundo as categorias definidas pela ANQIP), sendo o sistema de 6/3 litros o normalmente utilizado (Silva-Afonso, Bernardo e Pimentel-Rodrigues, 2013).

O arrastamento de sólidos é influenciado pelo peso do aglomerado, a forma e a área da secção transversal, que se relacionam com o diâmetro, a inclinação do ramal de descarga e os volumes. A inclinação é uma variável com uma influência significativa, e os valores mais favoráveis na distância de arrastamento dependem significativamente deste parâmetro, dentro dos limites estabelecidos. Os valores de 1% das inclinações conduzem a distâncias aceitáveis nas situações atuais, quando o tubo é DN90 para uma descarga de 6 litros. Para uma descarga de 4 litros, as distâncias de arrastamento são aceitáveis apenas para inclinações superiores a 2% num tubo DN90 ou DN110 (Silva-Afonso et al., 2013). As Figuras 23, 24 e 25 ilustram alguns exemplos de dispositivos de dupla descarga.



Figura 23 : Exemplo de válvula de dupla descarga ajustável de acordo com o nível de água pretendido (Catálogo OLI)



Figura 24 : Exemplo de autoclismo exterior de dupla descarga com regulação do volume de descarga (3/6 - 3/9 litros), de classe de eficiência A de acordo com as exigências da ANQIP (Catálogo OLI)



Figura 25: Exemplo de autoclismo interior de dupla descarga de 6/3 litros ajustável para 7/3 ou 5/3 litros, de classe de eficiência A++ ou A+ de acordo com as exigências da ANQIP (Catálogo OLI)

### Sistema Hidroboost

Desenvolvido pela OLI, esta tecnologia consiste num sistema de ativação de dupla descarga a partir de uma placa de comando acionada por sensores sem necessidade de toque, bastando uma aproximação da mão para uma descarga completa (rodando a válvula de descarga num sentido) ou para meia descarga (rodando a válvula de descarga para o sentido contrário) (Figura 26). O funcionamento deste sistema dispensa a utilização de rede elétrica ou pilhas, sendo este autossuficiente: a geração de energia é feita através da entrada de água no autoclismo, passando por um hidro-gerador que aproveita o seu movimento para gerar e acumular energia até que se feche a torneira de boia. Essa energia alimenta o sensor que deteta a proximidade do corpo humano e monitoriza os níveis de energia acumulados no hidro-gerador, garantindo

que o sistema funcione corretamente, mesmo sem utilização contínua (caso necessário, é feita uma descarga automática para manter o hidro-gerador carregado).

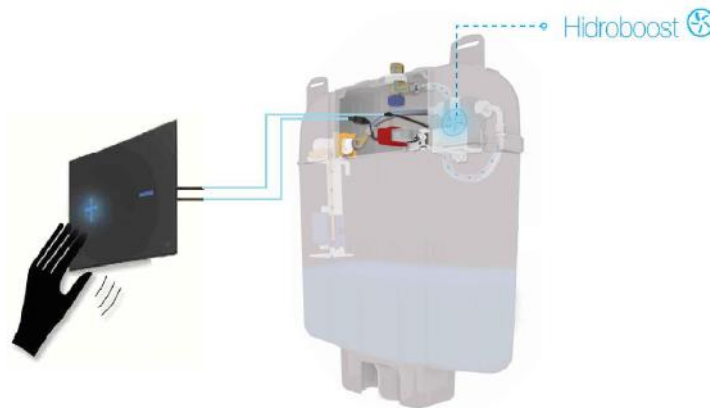


Figura 26: Esquema de funcionamento de autoclismos de dupla descarga com sistema *hidroboost* (Catálogo OLI)

#### 2.3.4.2 Chuveiros e sistemas de duche

Os chuveiros e sistemas de duche são atualmente o equipamento que mais água consome num edifício em Portugal, com uma percentagem de consumo médio diário acima dos 30% (Adeyeye, 2014). Este elevado consumo de água em banhos e duchas deve-se a vários fatores, dos quais se destacam o caudal do chuveiro que depende da pressão da rede, a duração do duche e o número de duchas por dia do agregado familiar (Paraíso, 2013). No entanto, a frequência e a duração do duche encontram-se relacionados com aspetos comportamentais, podendo um duche demorar em média entre 5 e 15 minutos (Almeida et al., 2006).

Deste modo, surge a necessidade de reduzir o volume total de água consumido por utilização sem originar, contudo, perdas de conforto e bem-estar por parte do utilizador. Nesse sentido, a solução passa por substituir ou adaptar os chuveiros convencionais por modelos mais eficientes (certificados pela ANQIP), sendo este o método mais eficaz de poupar água na utilização associada a este dispositivo bem como na redução do consumo energético para aquecimento de Águas Quentes Sanitárias (Adeyeye, 2014). É de notar que, de acordo com o PNUEA, dever-se-á ter em atenção que a redução do caudal de água poderá provocar o não acionamento do dispositivo de aquecimento (por exemplo: esquentador) tendo como consequência o não aquecimento da água. No entanto, os modelos mais eficientes de chuveiros conseguem alcançar consumos menores sem ocorrer perda de pressão, uma vez que recorrem

a processos de mistura de ar no fluxo de água ou a processos em que são criadas gotas de água mais finas, não sendo notada pelo utilizador a variação de caudal (Barroso, 2010).

A norma NP EN 1112:2011 descreve os requisitos necessários a serem cumpridos relativamente aos caudais de chuveiro, os quais variam entre um caudal mínimo de  $7,2 \text{ l/min}$  e  $38 \text{ l/min}$ , ambos a uma pressão de  $300 \text{ kPa}$ . A pressão mencionada corresponde à pressão média em Portugal, sendo esta adotada, em diversos ensaios laboratoriais (ETA 0807). Relativamente às banheiras, chegou-se à conclusão de que as torneiras não deveriam ser classificadas, dado que o consumo de água quente depende do volume da banheira que se pretende encher e não do caudal do dispositivo (Afonso et al., 2010 in Paraíso 2013).

Tal como acontece nos autoclismos, a ANQIP possui especificações técnicas para os chuveiros, a ETA 0806 para atribuição de categorias de eficiência hídrica, como se pode observar na Tabela 2. Os dispositivos alvo, sujeito a ensaios laboratoriais são os seguintes:

- Cabeças de duche (chuveiros), isoladamente;
- Torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa (sistemas de duche).

Considera-se que um chuveiro convencional gasta em média 11,5 litros por minuto, muito embora, este valor possa variar, consoante a fonte. Uma forma de diminuir este caudal é através da instalação de economizadores de fluxo nos chuveiros, conforme os ilustrados na Figura 27, ou então, a substituição integral do equipamento por um chuveiro com um consumo mais baixo.



Figura 27: Sistemas economizadores para duchas e chuveiro eficiente rotulados pela ANQIP

De acordo com a Tabela 2 e segundo a ANQIP, considera-se que a utilização ideal de chuveiros e sistemas de duche, correspondendo à categoria A, aquela que tem um consumo de água entre 5,0 e 7,2 *l/minuto*.

Tabela 2: Condições para atribuição de categorias de eficiência hídrica para efeitos de rotulagem de chuveiros e sistemas de duche (adaptado de ETA 0806)

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

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

Nota-se que para pequenos caudais (5,0 *l/minuto* ou menos) pode ocorrer risco de queimadura com alguma facilidade, pelo que se recomenda para as categorias A e A<sup>+</sup> a utilização de torneiras termostáticas e essa informação deverá ser indicada no rótulo.

#### 2.3.4.3 Torneiras e fluxómetros

As torneiras são os dispositivos mais comuns (lavatórios, bidé, banheira, lava-louça), utilizados no dia-a-dia, quer em habitações quer em instalações coletivas. As atividades servidas por este equipamento passam não só pela lavagem de mãos, no caso de torneiras de lavatório, como também pela lavagem de alimentos ou de louça, no caso de torneiras de cozinha. Segundo Adeyeye (2014), em Portugal, o consumo deste tipo de dispositivo corresponde a 16% de consumo de água, dependendo de vários fatores como o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia do agregado familiar. Novamente, a frequência e a duração de utilização deste tipo de dispositivos encontram-se associada a aspetos comportamentais, uma vez que a duração de utilização pode variar entre poucos segundos e vários minutos (Barroso, 2010). A ocorrência de fugas, por outro lado, pode aumentar significativamente o consumo de água.

De momento, já é possível encontrar torneiras que permitem uma utilização confortável com caudais mais reduzidos ou, em certos casos, modelos de torneiras pulverizadoras ou adaptadas com arejadores (Paraíso, 2013). Outro tipo de dispositivos mais frequente em instalações de uso coletivo, são os mictórios, equipados por fluxómetros, podendo atingir até cerca de 20% do consumo total de água do edifício (Alves, 2010). Os modelos convencionais podem ser de fluxómetro, ou seja, por ação do utilizador é descarregado um determinado volume de água, ou de fluxo contínuo quando um pequeno caudal é descarregado continuamente. De acordo com a ETA 0808 consideram-se os seguintes dispositivos para atribuição da classificação de eficiência hídrica em torneiras e nas válvulas de descarga de mictório:

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

### Torneiras

Neste tipo de dispositivo, os fatores que mais influenciam o seu consumo são, o seu caudal, a duração da utilização e a frequência de utilizações. Existem as seguintes tipologias de torneiras (Alves, 2015):

- Monocomando: acionadas através de um só manípulo, que condiciona não só o fluxo de água como pode condicionar a temperatura desejada pelo utilizador (torneiras misturadoras);
- Bicomando: controlo independente dos canais de água fria e quente, através de dois manípulos para cada fluxo de água (fria e quente). O fluxo final é a combinação dos dois fluxos gerados pela abertura de cada manípulo. Com um sistema de acionamento de 180º, conseguem obter um rápido ajuste de caudal apenas com meia-volta na torneira;
- Termostáticas: permitem controlar com exatidão a temperatura da água, mantendo-a sempre constante e ao nível desejado, através da sincronização do comando com o cartucho interno;

- Eletrónicas: utilizadas principalmente nos lavatórios e duches de diversas instalações sanitárias públicas e comerciais, não necessitam de qualquer tipo de força física para serem acionadas, bastando uma aproximação ao sensor;
- Com temporizador (sistema *eco stop*): utilizadas principalmente em locais públicos e comerciais, funcionando apenas durante alguns segundos através de uma pressão no manípulo, evitando o desperdício de água e o esquecimento da torneira aberta.

Na Figura 28 encontra-se ilustrados exemplos para cada uma das tipologias de torneira mencionadas.

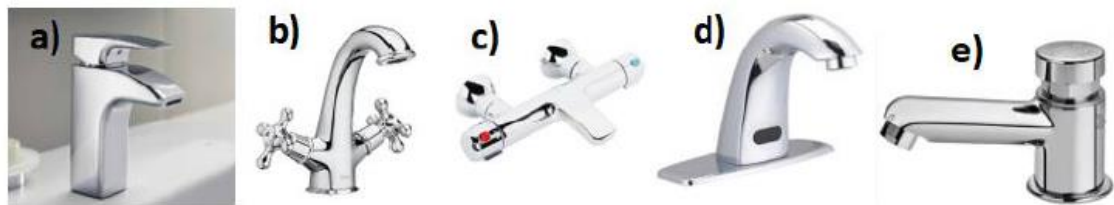


Figura 28 : Torneira monocomando (a), bicomando (b), termoestática (c), eletrónica (d) e temporizada (e) (Eurotubo, s.d.; El Corte Inglés, s.d.; Leroymerlin s.d.; Casa das torneiras s.d.; Leroymerlin s.d).

Também para as torneiras existe uma especificação técnica para atribuição dos rótulos de eficiência de acordo com o caudal debitado pelos dispositivos (CTA 0802 2012b). No caso de classificação A e A<sup>+</sup>, os rótulos devem ter associados a recomendação de utilização de arejadores, de modo a aumentar a área de contacto do fluxo. Nas Tabelas 3 e 4 apresentam-se as condições para a atribuição de categorias de eficiência hídrica para as torneiras de lavatório e torneiras de cozinha, respetivamente.

Tabela 3: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (adaptado de ETA 0808).

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

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

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

De acordo com a Tabela 3, as torneiras de lavatório com um consumo de água entre 2,0 e 4,0 *l/minuto*, categoria A, são consideradas como utilização ideal. No que diz respeito às torneiras de cozinha, Tabela 4, o modelo proposto considera que a utilização corresponde a um consumo de água entre 4,0 e 6,0 *l/minuto*, categoria A. Para os dois tipos de torneiras, nas categorias A<sup>+</sup> e A<sup>++</sup>, aconselha-se a utilização de torneiras com arejador por razões de conforto na utilização (Silva-Afonso et al., 2017).

Tabela 4: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (adaptado de ETA 0808).

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

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

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

### Fluxómetros

Em instalações coletivas, os urinóis são os dispositivos usados mais frequentemente. Os modelos mais utilizados podem dividir-se principalmente em dois sistemas distintos (Alves, 2015):

- Fluxómetro: volume de água descarregado a pressões elevadas, com acionamento por parte do utilizador;

- Fluxo contínuo: descarga contínua ou intermitente de um pequeno caudal de água sem a necessidade de intervenção por parte do utilizador.

Os fluxómetros de fluxo contínuo, são bastante ineficientes, pois como funcionam ininterruptamente, geram um desperdício considerável de água nos períodos em que não estão a ser utilizados. De forma a reduzir desperdícios de água relacionados com a utilização de urinóis, devem ser adotadas medidas, como a instalação de sistemas de descarga automáticos e a instalação de dispositivos com menor volume de água possível, adequados a cada tipo de instalação (Alves, 2015). Existem diversos tipos de fluxómetros, como os sistemas de controlo automático de descarga, nomeadamente:

- Fluxómetro com temporizador mecânico (Figura 29 a);
- Fluxómetros com sensor infravermelhos (Figura 29 b);
- Fluxómetros com sensores de líquidos (Figura 29 c);
- Fluxómetros com termostato (Figura 29 c).



Figura 29: Exemplo de um fluxómetro (Nicolau & Rosa), b) Exemplo de urinol com sensor infravermelho (HDSafe) e c) Exemplo de urinol com sensor de líquido e termostato (Geberit)

Relativamente aos fluxómetros de mictório, a Tabela 5 considera o modelo implementado para a utilização ideal (letra A) é aquela que tem um volume de descarga entre 2,0 e 4,0 litros (Silva-Afonso et al., 2017).

Tabela 5: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica de fluxómetros de mictório (adaptado de ETA 0808).

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

#### 2.3.4.4 Economizadores ou redutores de caudal

Também chamados de redutores de caudal, os economizadores são aparelhos aplicados nas torneiras e chuveiros que reduzem o fluxo da água em aproximadamente 50% em relação aos filtros comuns. A sua certificação é feita através de ensaios laboratoriais que permitem elaborar curvas de pressão/caudal. Para escolher um economizador é necessário ter conhecimento da pressão da habitação (através da entidade gestora ou por medição) e procurar através dos gráficos de certificação qual o economizador que mais se adequa, geralmente os que oferecem os caudais mínimos de conforto, que normalmente são 3 a 4 l/min para torneiras de lavatório, 5 a 6 l/min para torneiras de cozinha e 6 a 7,2 l/min para chuveiros.

Estão disponíveis no mercado 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. Em relação às torneiras de maior caudal, podem ser aplicadas, por exemplo, ponteiros redutoras. Contudo, nestes casos, a redução do caudal nas torneiras pode conduzir a uma sensação de desconforto, em particular nos casos em que o dispositivo não apresenta performances adequadas para baixos caudais, podendo transmitir uma sensação de falta de pressão ou caudal (Silva-Afonso et al., 2012).

O princípio de funcionamento destes dispositivos que permite a redução dos consumos de água consiste na mistura de oxigénio com a água, originando microbolhas que aumentam o volume

e reduzem proporcionalmente o fluxo de água (ANQIP, 2020). Permite ainda manter o conforto de utilização, uma vez que proporcionam a sensação de utilização do mesmo volume de água, quando na verdade a poupança de água e energia poderá variar entre os 40 e 60%, dependendo do modelo instalado (Oliveira, 2014). Por isso, os redutores a utilizar quando se pretende um caudal relativamente reduzido devem ser do tipo arejador, pulverizador ou redutor de fluxo laminado como ilustrado na Figura 30.



Figura 30: 1) Economizador de fluxo pulverizador; 2) Arejador e 3) redutores de fluxo laminado

Os arejadores funcionam como um emulsionador de ar, que permite a redução do caudal de água sem diminuir o conforto. Os arejadores são compostos por elementos que restringem o escoamento, introduzindo de seguida ar no fluxo de água. As ponteiros de fluxo pulverizado, ou pulverizadores, diminuem o caudal criando simultaneamente um efeito de chuveiro com diversos jatos 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. Existem ainda redutores de fluxo laminado, que têm uma aplicação e funcionamento idênticos aos arejadores, mas sem a introdução de ar no fluxo de água. Esta diferença pode provocar uma sensação de conforto inferior, pois a velocidade de escoamento reduz-se em proporção com o caudal, mas 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 et al., 2012).

De maneira a escolher um redutor de caudal, sabendo a pressão na habitação (informação da entidade gestora ou por medição), o consumidor, através dos gráficos de certificação (curvas pressão/caudal) elaboradas por ensaios laboratoriais e disponíveis no site da ANQIP deve procurar o economizador que fornece os caudais mínimos de conforto que são de um modo geral:

- Torneiras de lavatório – 3 a 4 *l/minutos*;
- Torneiras de cozinha – 5 a 6 *l/minutos*;
- Chuveiros – 6 a 7,2 *l/minutos*.

Este tipo de equipamento, de forma similar aos chuveiros e torneiras, tem também a vantagem de reduzir os custos e consumo de energia (gás, eletricidade, gasóleo, entre outros) associado ao aquecimento da água e consequente redução de gases de efeito de estufa, como é o caso do CO<sub>2</sub>.

### **2.3.5 Aproveitamento de águas Pluviais**

Os Sistemas de Aproveitamento da Águas Pluviais (SAAP) é um exemplo particularmente adequado para responder a vários impactos das alterações climáticas, pois reduz simultaneamente os picos de cheias em áreas urbanas e promove um armazenamento de água adicional nos edifícios e corresponde ao quinto R, dentro da política dos 5R e corresponde ao recurso de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento de águas freáticas e águas salgadas (Silva-Afonso 2014a).

Este tipo de sistema apresenta várias vantagens, tais como a redução do consumo de água da rede pública e o facto do tempo e dinheiro alocado, no caso de captação da água pluvial em coberturas, na maior parte dos casos, justificar o investimento. A instalação de um SAAP pode ser importante ecologicamente e financeiramente, devido ao facto de não se desperdiçar um

recurso natural cada vez mais escasso, especialmente quando o edifício em causa se encontra em regiões com grande assimetria de pluviosidade. Contudo, apresentam algumas desvantagens, como o custo de instalação que lhe está associado, bem como a diminuição do volume de água captada em períodos menos chuvosos. Não esquecendo também, o facto de este tipo de sistema necessitar de sofrer periodicamente inspeção e manutenção, de forma a evitar problemas sanitários.

É recomendada a certificação destas instalações por razões de garantia de qualidade técnica e de saúde pública, tendo em conta normas ou regulamentos aplicáveis em Portugal ou na Europa. Para assegurar o seu funcionamento nos períodos de ausência de chuva, estes sistemas de aproveitamento devem ser dotados de um sistema alternativo de abastecimento público de água, podendo o suprimento de água ser realizado sem que seja interrompido o abastecimento da rede não potável. Para estes casos é recomendável a instalação de sistemas que façam, de forma automática e segura, a gestão e a comutação das fontes de abastecimento.

A promoção desta medida, pode ter um impacto significativamente positivo na diminuição do stress hídrico bem como na redução dos picos de cheia durante o período de forte precipitação (Afonso e Rodrigues, 2011a). No entanto, de acordo com Adeyeye (2014), a execução desta medida no mediterrâneo, poderá tornar-se complicada devido a algumas especificidades regionais, uma vez que, no verão a estação quente e seca são coincidentes. Pode assim concluir-se que o clima mediterrânico não é o mais apropriado para aplicação da medida de colheita de água da chuva, no entanto esta deve ser considerada no contexto dos 5R na eficiência de água em edifícios.

Para o aproveitamento da água da chuva em edifícios já se encontra atualmente desenvolvida a especificação técnica ETA 0701 (parâmetros físicos e microbiológicos nos tanques, como por exemplo o período máximo de armazenamento corresponder a 3 meses) que implica a intervenção da ANQIP na análise prévia destes projetos de modo a certificar as instalações (especificação técnica ETA 0702) por razões de qualidade técnica e de saúde pública (Afonso e Rodrigues, 2011a). De acordo com a ETA 0701 a água da chuva pode ser usada em descargas de bacias de retrete, na lavagem em máquinas de lavar roupa, na lavagem de pavimentos e

automóveis, na rega de zonas verdes, entre outras aplicações, como em torres de arrefecimento ou redes de incêndio.

### 2.3.5.1 Princípio de funcionamento de um SAAP

O princípio de funcionamento de um SAAP passa essencialmente por quatro etapas, a recolha, a condução e tratamento, o armazenamento e por fim o transporte da água armazenada para os pontos de utilização. Normalmente a recolha das águas pluviais é feita através da superfície de cobertura dos edifícios, visto ser a maior área impermeável do terreno ocupado, promovendo também a uma menor contaminação. A quantidade de água captada depende de vários fatores, mas principalmente da área de captação e da pluviosidade média anual referente à região onde se encontra implementado o SAAP. De acordo com a ETA 0701 a pluviosidade de cálculo deverá corresponder a séries históricas de precipitação referentes a períodos não inferiores a 10 anos. O volume de água da chuva aproveitado num determinado período pode ser determinado através da equação [1], (ANQIP, 2012a).

$$\blacksquare Va=C.P.A.\eta f \quad [1]$$

Em que:

$Va$  -corresponde ao volume de água da chuva aproveitável (litros),

$C$  - Coeficiente de escoamento que corresponde à relação entre o volume captado e o volume total de precipitação num determinado período de tempo, tendo em atenção as retenções, absorções e desvios das primeiras águas,

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

$A$  - Área de captação ( $m^2$ );

$\eta f$  - Eficiência hidráulica da filtragem.

A ETA 0701 recomenda, no entanto, que face a alguns períodos menos chuvosos, as primeiras águas não sejam aproveitadas para algumas utilizações ou então que seja instalado um dispositivo para desvio do escoamento inicial (*first flush*), preferencialmente de funcionamento automático. Posteriormente, a água captada será conduzida para reservatórios (ou cisternas), através de caleiras e tubos de queda. No entanto, este tipo de órgãos de condução recolhem

todo o tipo de detritos, sendo por isso necessário proceder a uma filtragem. Deverá por isso, ser instalado um filtro a montante das cisternas de armazenamento, para remover a maior quantidade possível de sedimentos e detritos de pequenas dimensões da água, antes do seu armazenamento. As cisternas deverão ser cobertas, ventiladas e devem permitir a sua inspeção, respeitando todas as normas de segurança (ANQIP, 2012a).

As cisternas devem ser dimensionadas de acordo com critérios económicos, técnicos e ambientais, considerando sempre as boas práticas de engenharia. Um reservatório pequeno transborda com facilidade, o que reduz o volume de água aproveitável, mas, em contrapartida, é mais barato. A determinação da capacidade ótima é ainda um clássico problema "custo do reservatório *versus* benefícios que proporciona", o qual deve passar pela análise de várias alternativas.

De acordo com a ETA 0701 deverá considerar-se períodos de retenção da água próximos de 30 dias, admitindo-se até 90 dias desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. O volume total deverá ser, cerca de 20% superior ao volume útil calculado, para ter em conta a capacidade morta e a profundidade da boca de captação.

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

Quanto ao dimensionamento das tubagens de abastecimento da rede não potável, este deverá ser feito de modo análogo ao dimensionamento da rede potável e para idênticos níveis de conforto. As redes de água não potável, incluindo elementos acessórios, deverão, no entanto, ser claramente diferenciadas das redes de água potável (ANQIP, 2012a).

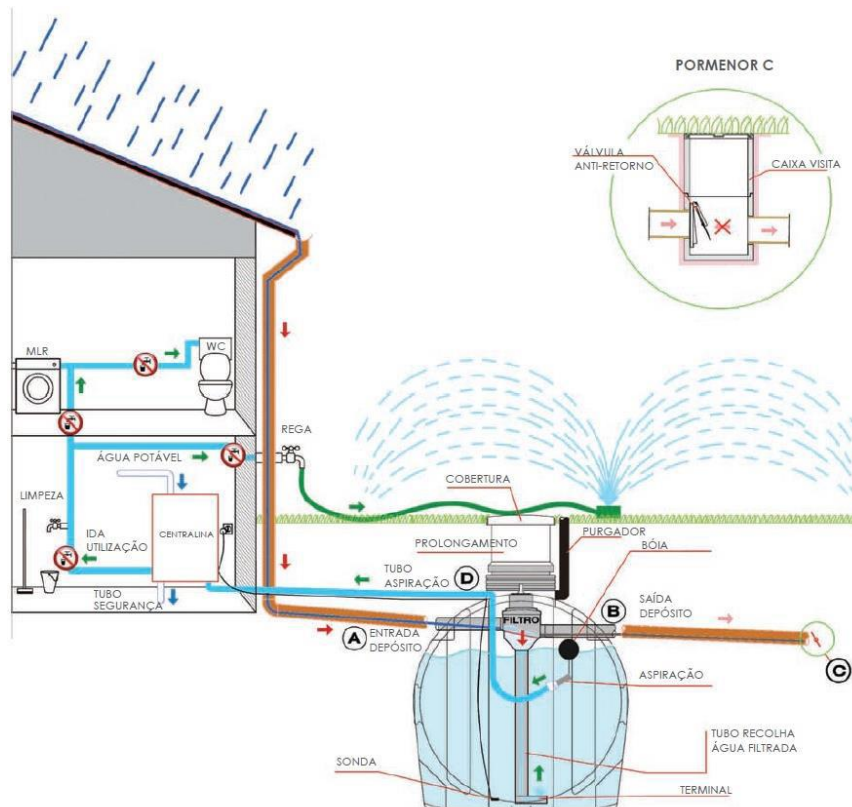


Figura 31: Exemplo esquemático do funcionamento de um SAAP (OLI, 2012)

A Figura 31 esquematiza o funcionamento de um SAAP, e de uma forma mais detalhada este é constituído por:

**Superfície de captação** – recolha de água a partir dos telhados, terraços ou pátios;

**Sistema de transporte** – encaminhamento da água da chuva para calearias e tubos de queda existentes nos edifícios;

**Dispositivos de filtração** - remoção de detritos e poeiras da água pluvial captada antes desta ir para o tanque (como exemplos podem referir-se os crivos de folhas, os desviadores das primeiras precipitações e os dispositivos de filtração);

**Dispositivos de armazenamento** - englobam um ou mais tanques de armazenamento que podem também ser denominados de cisternas. A cisterna é um dos componentes mais importantes de um SAAP, tanto como fator de influência na qualidade da água, como peça mais dispendiosa do investimento ou como fator de otimização da água disponível versus necessidades de abastecimento. As cisternas devem ser constituídas por materiais que

assegurem as necessárias condições estruturais, não porosos e que não propiciem reações químicas com a água;

**Sistema de distribuição** – a água é conduzida para os pontos de utilização a partir de um processo de bombagem ou por gravidade;

### **2.3.6 Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC)**

A instalação de SPRAC insere-se nos 3º e 4º R (*Reutilizar água e reciclar água*), e permite que, antes da descarga final, as águas cinzentas possam ser reutilizadas no edifício, com ou sem tratamento, conforme a qualidade exigível para as utilizações. Por seu lado, um sistema predial de reciclagem de águas cinzentas promove o tratamento das mesmas e a sua reentrada no ciclo predial. A reutilização ou reciclagem de águas cinzentas, já é tomada, em vários países, como uma medida adequada para reduzir os consumos urbanos de água potável. As águas cinzentas, após sofrerem um tratamento adequado de filtração e desinfecção, podem ser utilizadas em descargas de autoclismos, sistemas de rega, agricultura e sistemas de combate a incêndios. A instalação deste tipo de sistemas permite não só limitar a quantidade de água potável consumida, como também reduzir a quantidade de águas residuais produzidas (Silva, 2012 e Rito, 2013).

A instalação de um SPRAC é condicionada principalmente pelas características quantitativas e qualitativas das águas residuais tratadas, pelas características físicas do local, pelos tipos de usos estabelecidos e pela regulamentação em vigor sobre a reutilização (Monte e Albuquerque, 2013). À partida, 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 a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes, incluindo a legislação sobre a segurança e qualidade da água. De modo a evitar riscos para a saúde, consequentes de falhas no projeto, operação e manutenção destes sistemas, foi desenvolvida pela ANQIP a ETA 0905. Esta estabelece recomendações técnicas para a reutilização e reciclagem de águas residuais exigindo um plano de segurança em termos de saúde pública assegurando que os recursos, tecnologias disponíveis e o contexto de cada país é tido em conta, segundo orientações da Organização Mundial da Saúde. Oliveira (2014) refere que a implantação de um sistema de reutilização de águas residuais cinzentas requer a instalação de

uma rede própria, o que representará a duplicação da rede e, conseqüentemente, do custo de investimento, tornando assim a adoção desta medida de cumprimento voluntário.

O Plano de Segurança deverá incluir, no mínimo, os seguintes capítulos:

- Caracterização da instalação;
- Avaliação de riscos;
- Critérios para a avaliação da conformidade da qualidade da água regenerada (frequência mínima das análises para os diversos períodos de funcionamento da instalação, etc.);
- Procedimentos em caso de avaria ou problema grave (Plano de Atuação).

Por este facto, nestes casos, quando é necessária a instalação de um sistema duplo, o custo pode constituir um fator limitante. Pela mesma razão, a instalação de rede dupla para descarga de autoclismos em edifícios, só tem viabilidade económica nas construções de raiz. Por outro lado, se se tratar da reutilização de águas residuais para fins urbanos não potáveis de edifícios já existentes, tais como rega de espaços verdes e lavagens, não é necessário proceder à duplicação da rede predial, tornando-se o sistema economicamente viável. No entanto, o custo associado à instalação de reservatórios de armazenamento e a outras instalações complementares de tratamento pode ter um peso elevado nos custos do projeto (Monte e Albuquerque, 2013).

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

(Silva, 2012). No que se refere ao dimensionamento, em particular, esta ETA considera que devem ser atendidas, nas partes aplicáveis, as disposições do Regulamento Geral Português em vigor ou as Normas Europeias EN 12056-2 e EN806-3. O número de instalações de SPRAC, ainda é bastante reduzido no nosso País, no entanto em países como Inglaterra, França e, sobretudo, na Alemanha já existem várias instalações deste tipo de sistemas (Mário Valente Neves e Silva-Afonso, 2010).

### 2.3.6.1 Princípio de funcionamento de um SPRAC

De acordo com a ETA 0905, por norma a necessidade de água regenerada em edifícios residenciais é consideravelmente inferior à quantidade disponível de águas cinzentas, pelo que não é necessário tratar a sua totalidade, mas apenas os efluentes menos poluídos, como os do chuveiro, banheira e lavatório. No entanto deverá ser prevista uma alimentação, preferencialmente automática, alternativa de água ao SPRAC, com água de outras origens (suprimento), mas com qualidade adequada às utilizações em vista. O princípio de funcionamento de um SPRAC é constituído essencialmente pela recolha das águas cinzentas através de coletores, pelo armazenamento das águas recolhidas em reservatórios específicos, pelo tratamento das águas cinzentas e ainda por um sistema de pressão que permita fazer o abastecimento da água regenerada, como ilustra a Figura 32.

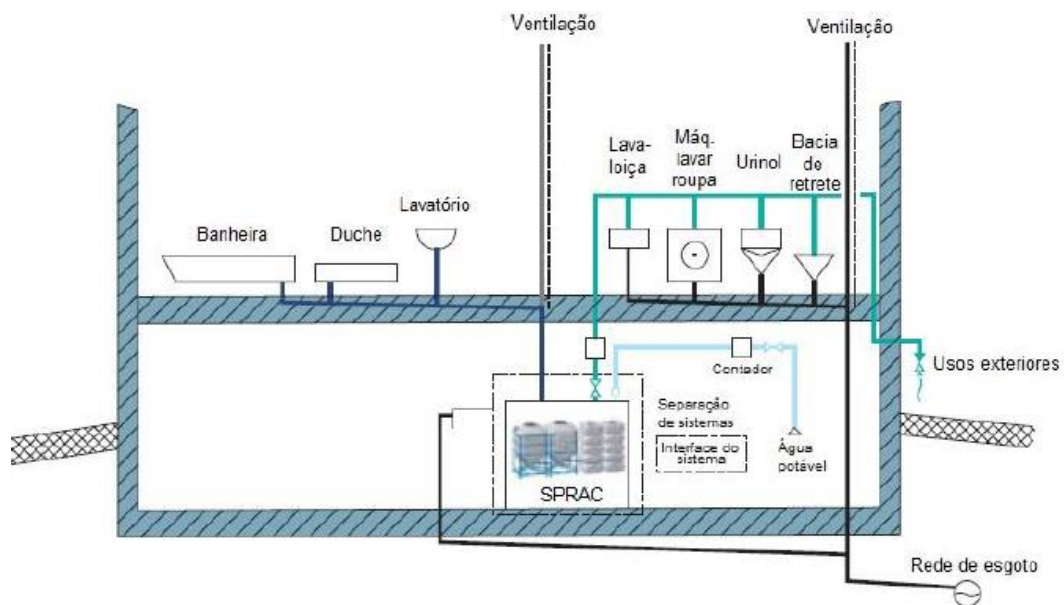


Figura 32: Representação esquemática da instalação predial de um SPRAC (Hansgrohe) (Adaptado)

No que diz respeito ao tratamento das águas cinzentas, segundo a ETA 0905, existem diversas tecnologias de tratamento de águas que podem ser utilizadas no tratamento de águas cinzentas, sendo que devem ser preferíveis as que dispensam a adição de produtos químicos, as que necessitam de pouca energia e as que possuam uma manutenção económica. São exemplos disso, sistemas biológicos de tratamento, tecnologia de membranas ou tecnologias combinadas. A especificação técnica referida anteriormente menciona ainda, que o dimensionamento das redes de água regenerada deve ser efetuado de modo análogo ao dimensionamento da rede potável e para idênticos níveis de conforto.

As águas cinzentas são geralmente provenientes de duchas, banheiras, lavatórios e de cozinhas e a sua quantidade irá variar dependendo dos hábitos de higiene e padrões de consumo. Em determinadas condições poderão ser ainda consideradas as descargas de máquinas de lavar roupa e louça. Após tratamento, as águas residuais podem ser reintroduzidas no início do circuito da rede existindo a possibilidade da sua utilização em algumas aplicações, como por exemplo, a irrigação de jardins e a lavagem de pavimentos ou mesmo infiltração no solo e descarga direta nos cursos de água (Adeyeye, 2014).

Em alguns casos, a água cinzenta pode ser diretamente encaminhada dos ralos do chuveiro e lavatório para ser reutilizada somente no autoclismo. No entanto, sem tratamento prévio esta não pode ser armazenada mais de duas horas antes de ser reutilizada, sendo mais indicado optar por um sistema com tratamento. Por outro lado, sabe-se que o consumo médio de água pode ser estimado em aproximadamente  $100 \text{ l}/(\text{hab. dia})$  e a produção de águas cinzentas em cerca de  $70 \text{ l}/(\text{hab. dia})$  tendo um potencial de cerca de  $48 \text{ l}/(\text{hab. dia})$  dos quais 23 a  $35 \text{ l}/(\text{hab. dia})$  podem ser utilizados para fins já anteriormente mencionados. Relativamente ao consumo de energia para o tratamento deste tipo de águas, este é considerado “neutro” uma vez que a energia poupada no ciclo urbano da água corresponde à mesma utilizada para tratamento, cerca de  $1,8 \text{ kWh}/\text{m}^3$ . As águas cinzentas provenientes de chuveiros e sistemas de duche apresentam normalmente temperaturas superiores a  $30^\circ\text{C}$ , sendo que, o aproveitamento desta energia térmica para pré-aquecimento de Águas Quentes Sanitárias (AQS) poderá permitir uma redução de cerca de  $3 \text{ kWh}/\text{m}^3$  (Neves e Martins, 2009).

### 2.3.7 Metodologias para certificação da eficiência hídrica

Atualmente a relevância dada à identificação e avaliação dos impactos causados no ambiente pelo sector da construção é cada vez maior. Nesse contexto são imprescindíveis instrumentos de apoio e avaliação das práticas de construção sustentáveis existentes procurando um sistema que permita a sua certificação com base em diretrizes ecológicas e de condições de conforto. Reconhecida a relação de interdependência entre a água e energia, principalmente no ciclo urbano da água e os esforços na preservação destes dois recursos em edifícios, o objetivo corresponde à elaboração de um regulamento de certificação hídrica de edifícios. Esta necessidade desponta com a intenção de se progredir por uma via de certificação de eficiência hídrica de edifícios, similar à já existente para o setor energético, de modo a convergir-se para uma certificação integrada nos edifícios do ponto de vista hídrico e energético (Figura 33).

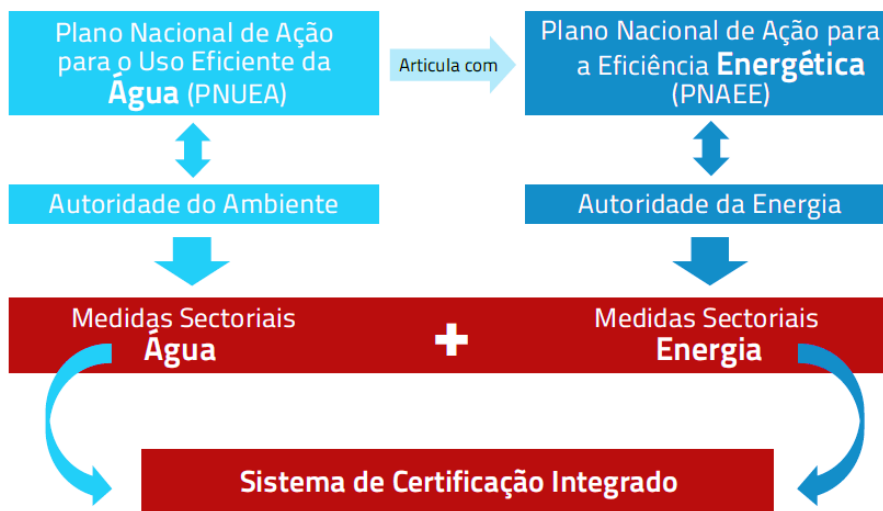


Figura 33: Sistema de Certificação Integrado (Adaptado de APA, 2012).

Em diversos países, incluindo Portugal, têm vindo a desenvolver-se sistemas de avaliação e certificação de sustentabilidade em edifícios com orientações para o aumento de eficiência e desempenho ambiental. A nível internacional destacam-se os sistemas BREEAM e LEED e a nível nacional, o sistema LiderA. Na Tabela 6 resume-se o modelo de classificação de alguns sistemas de certificação da construção sustentável utilizados a nível mundial.

Tabela 6: Sistemas de certificação da construção sustentável a nível mundial

| Denominação | País                       | Data         | Classificação   |
|-------------|----------------------------|--------------|---|
| BREEAM      | Reino Unido                | 1990         | 6 Níveis, de "Não classificado" (<30% (pior) a "Excelente" (>85% (melhor) |
| LEED        | EUA                        | 2000         | 4 Níveis, de "Certificado" (pior) a "Platina" (melhor)                    |
| LiderA      | Portugal                   | 2005         | 7 Níveis, de "G" (pior) a "A++" (melhor)                                  |
| BOMA BEST   | Canadá                     | 2003         | 4 Níveis, de "1" (pior) a "4" (melhor)                                    |
| CASBEE      | Japão                      | 2002         | 5 Níveis, de "C" (pior) a "S" (melhor)                                    |
| DGNB        | Alemanha                   | 2008         | 3 Níveis, de "Bronze" (pior) a "Ouro" (melhor)                            |
| Green Star  | Austrália<br>Nova Zelândia | 2003<br>2008 | 6 Níveis, de "1 estrela" (pior) a "6 estrelas" (melhor)                   |

### 2.3.7.1 Sistema BREEAM

Lançado no Reino Unido pelo *Building Research Establishment Ltd* (BRE) o sistema *BRE Environmental Assessment Method* (BREEAM) permite avaliar o desempenho ambiental (projeto, construção e operação) de diversas tipologias de edifícios. Determina critérios e padrões de desempenho no sentido de aprimorar práticas de construção sustentável possibilitando que construtores, engenheiros entre outros, demonstrem o desempenho ambiental dos seus edifícios aos seus clientes e partes interessadas por via da certificação. A certificação emprega um sistema de pontuação de simples interpretação suportado por evidências científicas. O sistema BREEAM permite a identificação no mercado de edifícios de baixo impacto ambiental, garante que soluções ambientais reconhecidas cientificamente sejam incorporadas no edifício, auxilia na redução de custos operacionais e demonstra o progresso de uma entidade no alcance de objetivos ambientais (BREEAM, 2021).

Assim, de acordo com BREEAM (2021), para se proceder à certificação do edifício é necessário ocorrer uma atribuição de créditos, que varia consoante os requisitos do edifício, entre as diferentes categorias, tendo em conta as respetivas ponderações ambientais: Processos de gestão (12%), Saúde e bem-estar (15%), Energia (15%), Transporte (9%), Consumo e eficiência no uso de água (7%), Materiais (13.5%), Resíduos (8.5%), Utilização do solo e ecologia (10%) e Poluição (Ar exterior e água) (10%). Ao número total de créditos obtido em cada categoria é multiplicado o fator de ponderação ambiental respetivo. Uma vez conhecida a pontuação de desempenho geral do edifício através do somatório dos créditos mencionados anteriormente, além da atribuição de uma classificação por estrelas (1 a 5 estrelas), esta traduz-se numa

classificação na seguinte escala: não classificado (<30%), Aprovado ( $\geq 30\%$ ), Bom ( $\geq 45\%$ ), Muito Bom ( $\geq 55\%$ ), Excelente ( $\geq 70\%$ ), Excepcional ( $> 85\%$ ).

### 2.3.7.2 Sistema LEED

Nos EUA, promovido pelo *United States Green Building Council (USGBC)*, surge o sistema de avaliação e certificação ambiental de edifícios designado *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*. Esta certificação, de carácter voluntário, tem como principal objetivo a disseminação de conceitos ambientais sustentáveis garantindo que o edifício é projetado e construído empregando estratégias de aprimoramento do seu comportamento em distintas categorias ambientais. Atualmente a norma LEED inclui diversas variantes de acordo com a tipologia do edifício: Nova Construção e Grande Reabilitação, Manutenção e Operação, Moradias, Interiores comerciais entre outras. Este sistema permite avaliar o desempenho dos edifícios de acordo com determinadas categorias, sendo relativo o peso atribuído a cada uma vez que este irá variar consoante as especificidades de cada tipologia de edifício.

Este sistema avalia o desempenho das construções através de uma pontuação destinada a cada critério adotado. Os certificados são atribuídos de acordo com a pontuação que for alcançada pelo projeto (Figura 34), sendo eles: Certificado (40 a 49 pontos), Silver (50 a 59 pontos), Gold (60 a 79 pontos) e Platinum (80 pontos ou mais). Os critérios de avaliação são classificados em: Localização e Transporte, Terrenos Sustentáveis, Eficiência do Consumo da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Inovação, Créditos de Prioridade Regional e Processo Integrativo.



Figura 34: Níveis de certificação LEED (LEED, 2014).

O modelo de certificação atual (Figura 35) tem em consideração não só o tipo de edifícios (e.g. habitação, centros comerciais, escolas) mas também as características inerentes a cada etapa do seu desenvolvimento, inserindo-os nas cinco classes que se apresentam em seguida:

1. BD+C - Building design and construction: destina-se a novas construções ou edifícios existentes que sejam alvo de remodelações profundas;
2. ID+C - Interior design and construction: apoia o desenvolvimento de espaços interiores;
3. O+M - Building operations and maintenance: aplica-se a melhorias de desempenho de edifícios existentes;
4. Homes: ideal para habitações unifamiliares ou edifícios de habitação com um máximo de 6 pisos;
5. ND - Neighborhood development: destina-se a empreendimentos de uso residencial, não residencial ou misto e em qualquer estágio de desenvolvimento (projeto, construção ou fim de vida).



Figura 35: Classes de certificação LEED correspondentes ao tipo e fase de desenvolvimento da construção (LEED2021)

### 2.3.7.3 Sistema LiderA

O sistema voluntário LiderA (Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável) é um projeto estabelecido em Portugal que consiste na certificação de sustentabilidade da construção. Destina-se a apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade, avaliar o seu desempenho na fase de projeto, construção, operação e manutenção, suporta a gestão na fase de construção e operação (Lider, 2021) Atribui a certificação através de verificação por uma avaliação independente e serve de instrumento de mercado na distinção entre empreendimentos e tem como princípios:

- (i) valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- (ii) impulsionar a eficiência na utilização dos recursos;
- (iii) reduzir o impacte das cargas (tanto em valor, quanto em toxicidade);
- (iv) assegurar a qualidade do ambiente, voltada ao conforto ambiental;
- (v) fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
- (vi) garantir uma melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

Os seis princípios descritos acima subdividem-se em vinte e duas áreas nas quais cada uma tem um peso definido no desempenho final (Figura 36): integração local (14%), relativamente ao solo, ecossistemas naturais e paisagem e ao património; recursos (32%), que abrange a energia, a água, os materiais e os recursos alimentares; cargas ambientais (12%), envolvendo os efluentes, as emissões atmosféricas, os resíduos, o ruído exterior e a poluição ilumino-térmica; conforto ambiental (15%), nas áreas da qualidade do ar, do conforto térmico e da iluminação e acústica; vivência socioeconómica (19%), que integra o Consultado para todos, os custos no ciclo de vida, a diversidade económica, as amenidades e a interação social, participação e controlo; (8%), condições de uso sustentável que integra a gestão ambiental e inovação (Pinheiro, 2011).

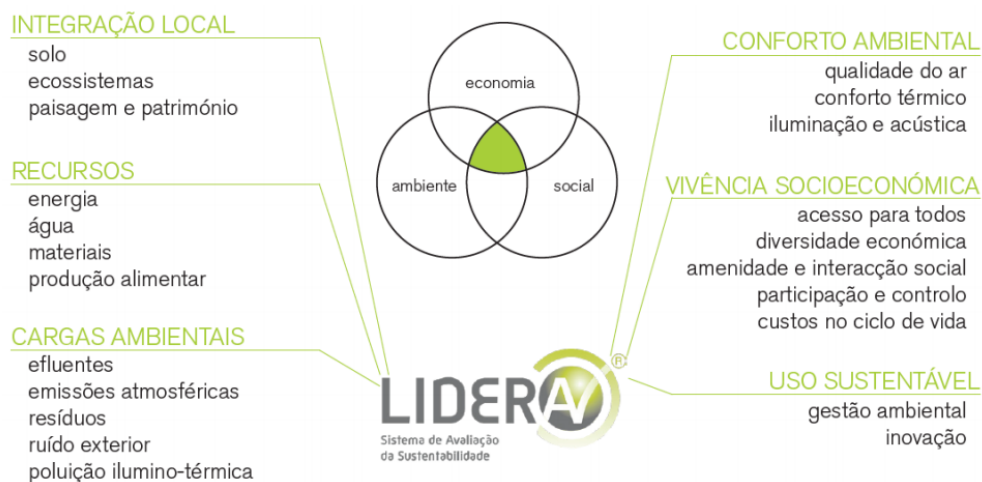


Figura 36: Esquema de vertentes e áreas do Sistema LiderA

O modo de classificação do sistema, faz-se por classes, onde a Classe E é considerada como prática construtiva de nível usual até a Classe A++ (fator 10 ou melhoria de 90% face à prática), que está associada ao elevado desempenho na busca da sustentabilidade. A Tabela 7, demonstra as classes de desempenho sugerida pelo sistema.

Tabela 7: Classes de desempenho do sistema LiderA

| Classe | Valor de desempenho                                       |
|--------|---|
| E      | Igual à da prática usual ou de referência                 |
| D      | Melhoria de 12,5% face à prática (ou valor de referência) |
| C      | Melhoria de 25% face à prática (ou valor de referência)   |
| B      | Melhoria de 37,5% face à prática (ou valor de referência) |
| A      | Melhoria de 50% face à prática (ou valor de referência)   |
| A+     | Melhoria de 75% face à prática (ou valor de referência)   |
| A++    | Melhoria de 90% face à prática (ou valor de referência)   |
| A+++   | Neutral ou regenerativo                                   |

#### 2.3.7.4 Considerações Finais

Os sistemas de avaliação apresentados anteriormente, apresentam inúmeras semelhanças no que diz respeito à avaliação da sustentabilidade em edifícios. Diferenciam-se entre si, essencialmente, na relevância concedida às suas categorias e subdivisões. Na avaliação da sustentabilidade hídrica verifica-se que de momento, tendo em conta as mais recentes atualizações, o sistema LEED é que apresenta a maior importância, conferida através de uma ponderação de 12% na classificação final seguido do sistema BREEAM com 9% e por último com 8% o sistema LiderA.



Figura 37: Síntese de diferentes metodologias de certificação hídrica de edifícios

Por último é relevante referir que da análise destes sistemas de certificação sustentável, no LEED e BREEAM surge a informação relativa à adoção de reutilização de águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais para melhorar a eficiência hídrica no edifício tendo em conta a redução no consumo de água. Por outro lado, o sistema LiderA apenas refere a utilização de água da chuva como medida a aplicar em edifícios podendo concluir-se a existência da necessidade de uma revisão no sistema nacional de certificação sustentável de edifícios de modo a aumentar a ponderação dada à categoria da água bem como às tecnologias que podem ser utilizadas, nomeadamente a reutilização de águas cinzentas.

## 2.4 Custo de ciclo de vida

Cada vez mais a sustentabilidade na construção tem vindo a ser procurada, pelo menos em teoria. Assim, a construção sustentável tenta compatibilizar as dimensões ambiental, social e económica em todas as fases do ciclo de vida de um edifício (planeamento, construção, operação, manutenção, reabilitação e demolição). A construção sustentável tem como propósito a otimização de custos totais, selecionando entre várias alternativas analisadas ao longo de um período, a que seja mais eficiente em termos de custos. Por essa razão, apresenta-se um breve conceito da importância dos Custos de Ciclo de Vida (CCV), e as principais vantagens e entraves à sua aplicação. O CCV consiste na análise de todos os custos de um produto, processo ou atividade ao longo da sua vida (Figura 38).

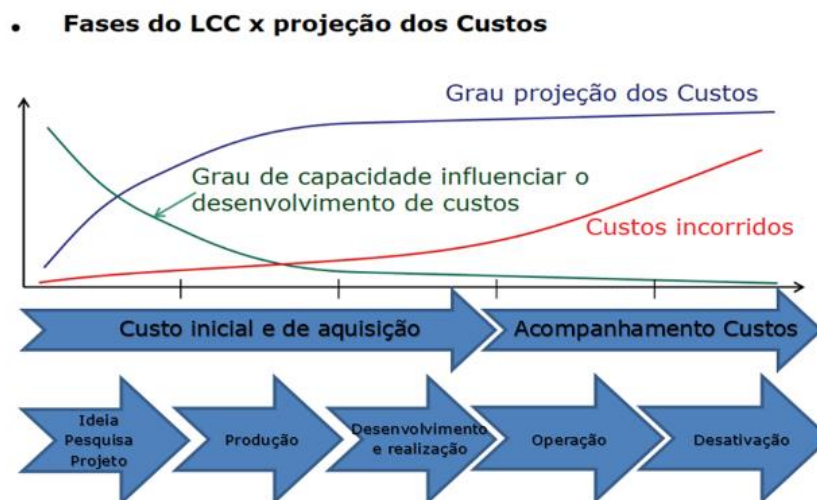


Figura 38: Custos do ciclo de vida (<https://www.life-cycle-costing.de/>)

Apesar de não haver qualquer metodologia ou legislação formal que apoie a análise dos custos do ciclo de vida, na maioria dos países europeus, têm sido publicados guias e relatórios numa tentativa de incentivar a sua utilização. Num passo lógico da evolução da construção sustentável a nível nacional, surge o sistema LiderA e abordado anteriormente, e que incluiu os CCV, como novo parâmetro, embora na prática a sua aplicação seja focada apenas numa fatia dos investimentos mais elevados com retorno interessante em anos posteriores, já que a obtenção sistemática de todos os custos por vezes é difícil. Assim, a análise CCV é uma das componentes para assegurar a procura da sustentabilidade, facto que é confirmado pela escolha efetuada pelo sistema LiderA, ao considerar um critério que a aplique.

No custo de construção, 80 a 90% dos custos de operação e manutenção são determinados na fase de projeto (Kishk et al., 2003), o que significa que o custo de posse de um edifício é definido, quase na sua totalidade, nas fases iniciais da sua vida, e por este motivo a importância da utilização de uma ferramenta de apoio, numa fase inicial. Basear a decisão de compra de um bem tendo em conta exclusivamente o seu custo inicial é atualmente uma prática de gestão com elevado risco associado, principalmente na área da Engenharia Civil, na qual o período de vida útil dos bens construídos depende em grande parte da capacidade do proprietário manter a sua segurança, funcionalidade e salubridade em níveis adequados. Quando o CCV é utilizado como uma ferramenta de comparação entre diferentes alternativas, o processo de cálculo do CCV indicará, de forma isenta, a solução que apresenta menor custo global, com base nas informações disponíveis.

Woodward (1997) sintetiza os principais objetivos de uma análise CCV:

- permitir que as opções de investimento sejam eficazmente avaliadas;
- tomar em consideração o impacto de todos os custos e não apenas o capital inicial;
- dar assistência à gestão de projetos e edifícios construídos;
- facilitar a escolha entre alternativas competitivas.

Na fase de apreciação de investimentos, recorrer a esta metodologia permite que os decisores tenham uma visão alargada do panorama de custos e benefícios que irão ser gerados e em que

momentos. Assim com a adoção de uma análise CCV, permite identificar as opções de projeto que poderão ter um impacto económico mais negativo e proceder atempadamente às alterações necessárias, numa altura em que os custos associados a alterações são ainda reduzidos (Clift 2003). Esta metodologia prevê a adoção de modelos de avaliação económica e análises de sensibilidade que ao testarem diferentes combinações dos parâmetros envolvidos facilitam a opção pela alternativa mais rentável.

## **2.5 Benefícios e entraves à análise CCV**

A principal vantagem da implementação de uma análise CCV é a procura da melhor relação custo-benefício para a alocação dos recursos, tempo e dinheiro que tem à sua disposição (Langdon 2007). Mais do que um método de avaliação económica de projetos, esta metodologia pretende modificar o modo de pensamento tradicional dos investidores.

Apesar dos benefícios que lhe estão associados, os principais entraves a uma utilização mais alargada desta ferramenta, revelados por Clift (2003), passam pela ausência de uma metodologia com formato universal, que permita o cálculo dos CCV de forma clara e transparente, a dificuldade em integrar e estimar custos de operação e estratégias de manutenção na fase de projeto e a produção de resultados que por vezes não têm significado. SCI-Network (2011) defende que as barreiras que ainda persistem relativamente à aplicação da filosofia do CCV decorrem de aspetos negativos do funcionamento da indústria da construção, do próprio modo como a informação de base é adquirida e a persistência de algum grau de desconhecimento quer por parte dos potenciais utilizadores desta ferramenta quer dos seus executantes e requerentes.

O facto de o ciclo de construção de um imóvel envolver vários participantes que atuam de forma independente em cada fase da sua vida útil leva a que cada um se concentre maioritariamente na redução de custos no seu tempo de atuação. Dessa forma os construtores não sentem a necessidade em aumentar os seus custos para viabilizar alternativas que possibilitem uma redução de custos nas fases de operação e manutenção. A nível das políticas públicas, os decisores tendem a eleger projetos que apresentem baixos custos iniciais para que o retorno financeiro seja gerado no período do seu mandato. Particularmente neste sector, o orçamento

disponível para o sector da construção tem vindo a ser cada vez menor, o que compromete a aposta em equipamentos e materiais inovadores que embora possam ser mais onerosos, trazem benefícios a longo prazo.

No que diz respeito ao tipo de dados que servem de base à análise, importa recordar que a grande maioria é de natureza probabilística. A estimativa de custos de operação, manutenção, materiais, taxas de desconto e inflação por um período de vida excessivamente longo acarreta um grau de incerteza que não é desprezável e que terá de ser combatido através de uma análise de sensibilidade cuidada. Na Tabela 8 resumem-se as principais vantagens e desvantagens da análise de CCV.

Tabela 8: vantagens e desvantagens da análise de CCV

| Vantagens   | Desvantagens   |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Pode ser aplicada em qualquer etapa do ciclo de vida de um bem ou produto, consoante o objetivo do requerente  | <input type="checkbox"/> Dificuldade em definir a estrutura de custos a incluir na análise de CCV.   |
| <input type="checkbox"/> Fornece um panorama completo do desempenho económico e financeiro do projecto ao considerar custos iniciais e decorrentes do ciclo de vida total, reduzindo o risc associado ao investimento | <input type="checkbox"/> Exige a estimativa de uma significativa quantidade de informação sobre o projecto na fase inicial do ciclo de vida (e.g. custos de operação, manutenção, taxas de actualização, inflação) |
| <input type="checkbox"/> Possibilita uma análise de cenários através da combinação de diferentes parâmetros e a escolha da alternativa que irá maximizar a sua rentabilidade  | <input type="checkbox"/> Grande variedade de métodos e modelos de avaliação económica do CCV   |

Apesar de este tipo de análises estar longe de ser utilizada massivamente na indústria da construção, o facto de a nova diretiva 2014/24/EU exigir que tal seja incluído como critério de avaliação nos contratos públicos torna-os um incentivo ao desenvolvimento sustentável e a uma utilização inteligente e eficiente do dinheiro ao longo da vida útil dos bens ou produtos. Segundo esse documento, exceto se a avaliação for efetuada apenas com base no preço, as autoridades adjudicantes podem determinar a proposta economicamente mais vantajosa e o preço mais baixo utilizando uma abordagem assente no cálculo dos custos do ciclo de vida.

Finalmente, para que a análise CCV possa vir a ser bem-sucedida, o mais premente é a produção de uma base de dados de custos, vidas úteis, desempenho de componentes, planos de

manutenção de forma a tornar o estudo mais fiável e preciso. Sem este passo, a análise CCV nunca se poderá tornar numa metodologia de aplicação usual.

## **2.6 Comentário final**

A análise deste Capítulo pode concluir-se que o uso eficiente da água é um contributo indispensável para a sustentabilidade no uso deste recurso. Nos edifícios em particular, a ineficiência do uso da água pode traduzir-se em custos económicos, ambientais e energéticos, assim como o uso eficiente da água pode constituir oportunidades ao nível do conforto e da poupança para os consumidores.

Assim sendo, verifica-se que a promoção de padrões de eficiência hídrica e energética para reduzir o consumo da água passa pela correta escolha de produtos/dispositivos (torneiras, chuveiros e autoclismos) de utilização da água nos edifícios e são um passo importante para reduzir os desperdícios. Na sua escolha deve ter-se em conta produtos certificados e rotulados como mais eficientes do ponto de vista hídrico. Além destas medidas, faz sentido avaliar e melhorar também a eficiência global dos edifícios, ponderando a reutilização ou reciclagem da água (por exemplo das águas cinzentas) e o recurso a origens alternativas (como a água da chuva).

Deste modo, na presente Dissertação pretende implementar ainda na fase de projeto, medidas de eficiência hídrica num edifício, por forma a melhorar o desempenho do mesmo, e mostrar os ajustamentos possíveis para baixar os consumos de água potável a partir de sistemas públicos, quer através da utilização de dispositivos mais eficientes quer através do reaproveitamento das águas das chuvas, com a pretensão do uso sustentável da água para um caso de estudo, tendo em conta o custo benefício dessas mesmas medidas aplicadas.

## 3 CASO DE ESTUDO

Neste capítulo apresenta-se a descrição da nova Residência para estudantes a construir na freguesia de Parceiros, cidade de Leiria, a utilizar pelos estudantes que frequentam o Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria). O IPLeia é uma instituição pública de ensino superior portuguesa que iniciou a sua atividade em 1980. Está localizado nas regiões de Leiria e Oeste, no centro de Portugal (Figura 39), através das suas cinco escolas superiores, situadas nas cidades de Leiria (Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Escola Superior de Tecnologia e Gestão e Escola Superior de Saúde), Caldas da Rainha (Escola Superior de Artes e Design) e Peniche (Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar). As instalações contam com 5 campi, mais de 130 laboratórios equipados com a última tecnologia, ensino inovador e um ambiente de proximidade e amigável. Dispõe ainda de programas de intercâmbio, atividades desportivas e serviços de apoio, residências universitárias, cantinas e restaurantes, serviços médicos e wi-fi gratuito.



Figura 39: Localização Geográfica ESTG IPLeia (Adaptado)

Este edifício pretende criar oferta de alojamento a valores acessíveis e competitivos em Leiria, numa altura em que o alojamento local se encontra esgotado e com valores impraticáveis a estudantes/novos habitantes. O projeto de arquitetura da nova Residência para Estudantes foi elaborado pelo Grupo Electrofer, onde se pretende implementar as boas práticas internacionais

no que se refere ao uso eficiente dos recursos naturais, a utilização de materiais/técnicas de construção inovadoras e ainda a proteção do meio ambiente envolvente. A abordagem sustentável e objeto de estudo desta dissertação terá como foco a eficiência hídrica do edifício, sob três vertentes de análise. Após a caracterização geral do projeto de arquitetura do edifício e espaço envolvente, primeiro será efetuado o levantamento das necessidades de água potável e água não potável, tendo em consideração os diferentes tipos de uso de água no edifício e espaço envolvente (sistema de rega). A etapa seguinte consiste no estudo de viabilidade técnica-económica para o aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas. Por fim, será apresentado o estudo prévio dos projetos de especialidade, correspondentes a cada uma das instalações técnicas propostas, incluindo a escolha dos aparelhos sanitários considerados os mais adequados e a classificação de eficiência hídrica do edifício.

### 3.1 Descrição geral do projeto de arquitetura do edifício e espaço envolvente

O objeto do presente estudo é um edifício que corresponde às novas Residências para Estudantes, a localizar-se na Rua da Carrasqueira em Parceiros, concelho de Leiria, e fica situado a aproximadamente 950 m do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria (13 minutos a pé, Figuras 40 e 41).

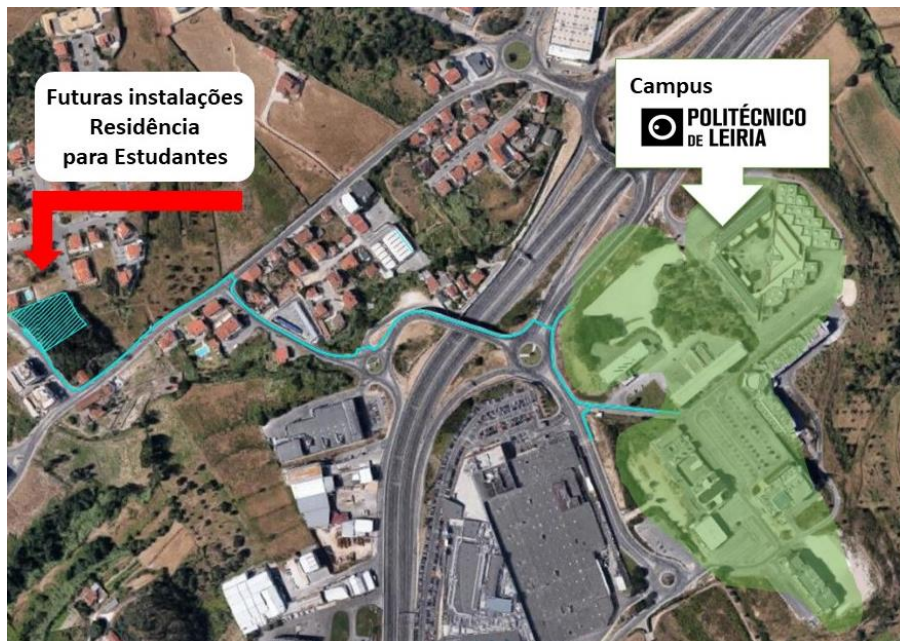


Figura 40: Localização da futura Residência para Estudantes (Adaptado Google Maps)

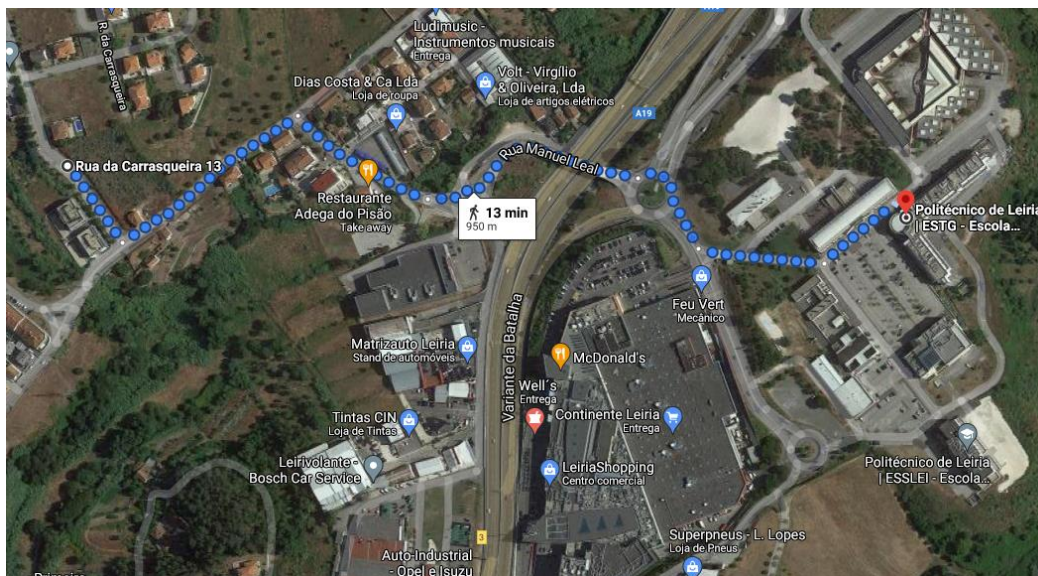


Figura 41: Percurso entre a Residência para Estudantes e o Campus 2 do IPEiria (Adaptado Google Maps)

O edifício a construir está previsto para uma zona de Área de Urbanização Condicionada, mas numa zona de edificação consolidada. O lote possui uma área total de 2791.00 m<sup>2</sup> e de geometria aproximadamente retangular.

O edifício irá possuir uma área bruta de construção de 1675.20 m<sup>2</sup>, implantado de forma estratégica relativamente ao terreno e sua envolvente (Tabela 9). O edifício está implantado perpendicularmente ao arruamento, contempla uma zona de estacionamento público paralelo ao eixo da via e outra zona de estacionamento privado com de uso exclusivo a moradores cujo ilustra a Figura 42.

Tabela 9: Informação do lote de terreno a urbanizar

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Área Total do Terreno                | 2791,00 m <sup>2</sup> |
| Índice de Construção                 | 0,6                    |
| Área Bruta de Construção Permitida   | 1675,20 m <sup>2</sup> |
| Área de Implantação                  | 666,00 m <sup>2</sup>  |
| Área Bruta de Construção do Edifício | 1666,50 m <sup>2</sup> |
| Número de Piso acima do Solo         | 2/3                    |
| Apartamento em Estúdio               | 51                     |

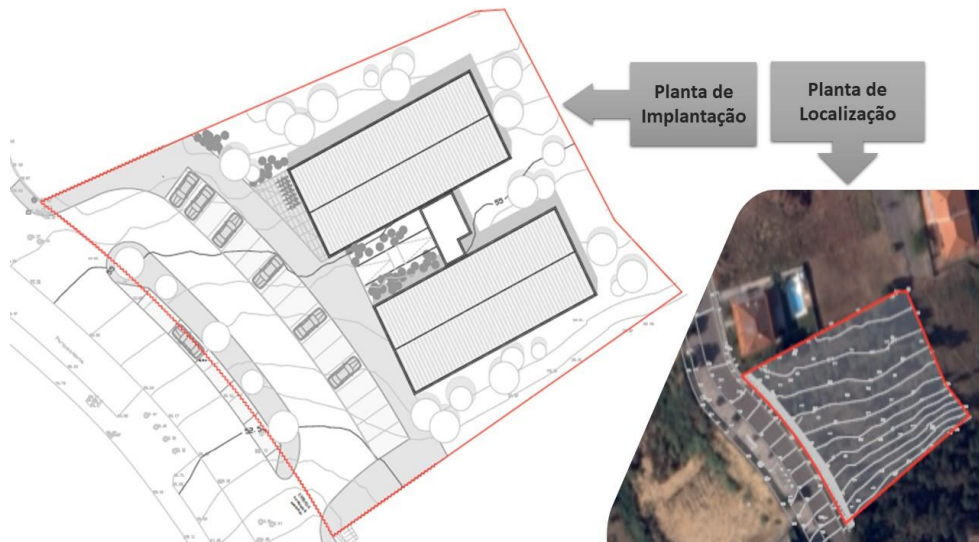


Figura 42: Plantas de Implantação e localização do Edifício. (Adaptado Google Maps)

### 3.2 Programa de intervenção proposto

A filosofia global baseia-se construção baseada na preocupação ambiental, neste estudo em particular, com a eficiência hídrica de um edifício residencial para acomodar estudantes do Instituto Politécnico de Leiria. O programa de intervenção pretende que o edifício estudo seja sustentável, relativamente aos consumos. Este apresenta uma arquitetura contemporânea, de linhas direitas como se pode verificar na modelação 3D do futuro edifício e a sua envolvente com o exterior, ilustrado nas Figuras 43 e 44.



Figura 43: Ilustração 3D geral da envolvente do edifício (Fonte: Grupo Electrofer)

O edifício tem uma forma de H que é composto por dois elementos retangulares (Ala Norte e Ala Sul) com uma largura de 12,50m por 27,50m de comprimento aproximadamente. A Ala Norte e Ala Sul possuem dois pisos e três pisos respetivamente, acima da cota de soleira, sendo estas de comunicação com um elemento central de menor dimensão, que serve de receção/entrada e distribuição aos diferentes espaços/pisos, através de acessos verticais. Ambos os elementos (Ala Sul e Norte), possuem uma comunicação vertical exterior que serve de saída de emergência e comunica com as circulações interiores horizontais dos vários pisos.



Figura 44: Ilustração 3D de diversos pormenores de fachada e envolvente do edifício (Grupo Electrofer)

A planta do rés do chão contempla apenas um elemento retangular (Ala Sul) e contempla apartamentos em estúdio, e espaços destinados a serviços comuns. Os pisos 1 e 2 possuem uma igual distribuição espacial, sendo constituídos por duas alas (Sul e Norte). Cada Ala contempla apartamentos em estúdio, com dimensões adequadas a pessoas com mobilidade reduzida e uma copa de apoio. A comunicação vertical interior no edifício entre pisos, é assegurada por uma escada metálica e um elevador vertical na zona central do edifício. Estas Residências serão dotadas de 51 estúdios, com a mesma tipologia (copa/e instalação sanitária privada).

### 3.2.1 Caracterização dos espaços verdes

Os espaços verdes visam a melhoria da resiliência local, permitindo o contato com a natureza e assim contribuir para o aumento do bem-estar dos ocupantes. Os espaços verdes da Residência de Estudantes, são constituídos na sua maioria por relvados, podendo existir algumas zonas de canteiros ajardinados, delimitado a mancha verde na Figura 45, e representam 34% da área total do terreno, como indicado na Tabela 10, contribuindo assim para um considerável consumo hídrico, o que se torna bastante exigente ao nível da sua manutenção, o que se traduz em custos elevados.

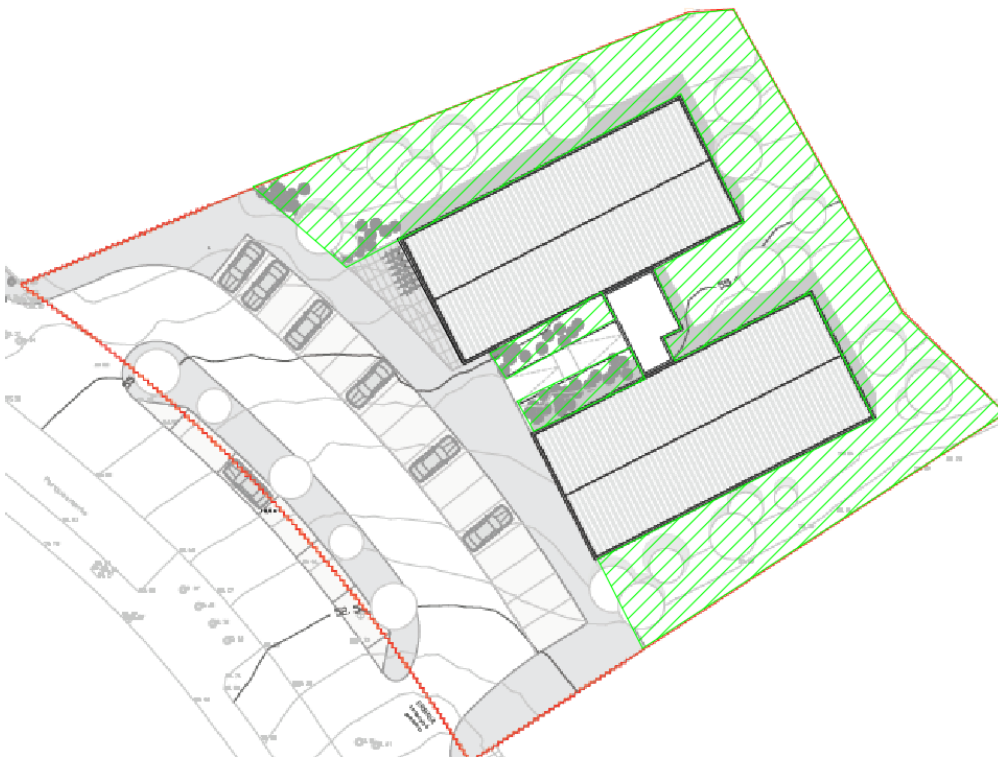


Figura 45: Área Ajardinada

Tabela 10: Caracterização das áreas para espaços verdes

| Informação                                  | Áreas   |
|---|---------|
| Área Total do Terreno [m <sup>2</sup> ]     | 2791.00 |
| Área Relvada [m <sup>2</sup> ]              | 895.00  |
| Área Ajardinada [m <sup>2</sup> ]           | 61.00   |
| Área Total Espaços Verdes [m <sup>2</sup> ] | 956.00  |
| Percentagem Área afeta a Espaços Verdes [%] | 34.25   |

Ao longo deste trabalho tem-se vindo a destacar a importância da sustentabilidade, assim sendo os espaços verdes deverão ser avaliados, quanto ao seu contributo para a sustentabilidade do meio em que se insere, especialmente nos aspetos relacionados com a água: a sua disponibilidade, o seu consumo e seu ciclo natural.

Os espaços verdes para se tornarem sustentáveis quanto à utilização de água, deve se se dar especial atenção ao sistema de rega, e redução ou eliminação da utilização de água da companhia por forma a utilizar de fontes de água não potáveis disponíveis, para estes espaços.

Não sendo o foco do estudo deste trabalho de dissertação, os sistemas de rega, realçamos a importância da otimização computadorizada dos tempos de rega, nomeadamente as de última geração, que através de uma estação meteorológica permitem adaptar os tempos de rega às necessidades reais das plantas, evitando desperdícios de água e reduzindo os consumos de água em 50% (Chambel et al., 2009). Para além do sistema de rega, uma outra prioridade é a redução do consumo da água da rede pública, para tal, irá ser abordado neste trabalho o contributo da reutilização da água da chuva, com o dimensionamento de um reservatório, para este fim.

### **3.2.2 Caracterização dos Pisos**

A distribuição espacial dos vários pisos/Alas do edifício será descrita neste subcapítulo através da descrição dos vários espaços e na apresentação das Tabelas 11, 12 e 13, com a indicação da área e quantidade e ainda complementada com a apresentação das plantas dos respetivos pisos através das Figuras 46, 47 e 48.

#### *Rés do chão*

A planta do rés do chão é constituída apenas por uma Ala (Sul) e contempla 7 estúdios e espaços destinados a serviços comuns, distribuídos por: Bar, copa, espaço de convívio, instalação sanitária feminina, instalação sanitárias masculina, instalação sanitária para pessoas de mobilidade reduzida, Kitchenette/sala, Recepção/portaria, vestiários, Zona de armazenagem e zona de pequenas refeições (Tabela 11/Figura 47).

Tabela 11: Distribuição espacial rés do chão

|                             | Áreas [m <sup>2</sup> ] | Quant. [un] |
|-----------------------------|-------------------------|-------------|
| Receção   Portaria          | 16,78                   | 1           |
| Espaço de Convívio          | 16,59                   | 1           |
| Bar                         | 9,90                    | 1           |
| Corredor Espaço de Convívio | 15,99                   | 1           |
| I.S. Mobilidade Reduzida    | 4,10                    | 1           |
| I.S. Masculino              | 3,37                    | 1           |
| I.S. Feminino               | 1,60                    | 1           |
| I.S. Lavatórios Comuns      | 3,30                    | 1           |
| Zona de Refeições           | 26,51                   | 1           |
| Vestiário                   | 3,08                    | 1           |
| I.S. Serviços               | 3,17                    | 1           |
| Zona de Armazenagem         | 2,87                    | 1           |
| Copa                        | 9,00                    | 1           |
| Corredor de Serviço         | 4,75                    | 1           |
| Apartamento em Estúdio      | 20,25                   | 7           |



Figura 46: Planta de acessibilidades do rés do chão (Grupo Electrofer)

Pisos 1 e 2

As plantas dos pisos 1 e 2 são iguais e são constituídos por duas Alas (Sul e Norte) (Figura 47). Estes são destinados aos apartamentos em estúdios e uma pequena zona técnica para apoio. As Tabelas 12 e 13 apresentam a distribuição espacial, por piso e por Ala.



Figura 47: Planta de acessibilidades dos pisos 1 e 2 (Fonte: Grupo Electrofer)

Tabela 12: Distribuição espacial Piso 1

| <b>Piso 1 (Ala Sul)</b>                                     | <b>Áreas [m<sup>2</sup>]</b> | <b>Quant. [un]</b> |
|---|------------------------------|--------------------|
| Apartamento em Estúdio                                      | 20,25 m <sup>2</sup> /un     | 10                 |
| Apartamento em Estúdio para Pessoas com mobilidade reduzida | 25,80 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| Zona Técnica  | 12,20 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| <b>Piso 1 (Ala Norte)</b>                                   | <b>Áreas [m<sup>2</sup>]</b> | <b>Quant. [un]</b> |
| Apartamento em Estúdio                                      | 20,25 m <sup>2</sup> /un     | 10                 |
| Apartamento em Estúdio para Pessoas com mobilidade reduzida | 25,80 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| Zona Técnica  | 12,20 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |

Tabela 13: Descrição dos espaços piso 2

| <b>Piso 2 (Ala Sul)</b>                                     | <b>Áreas [m<sup>2</sup>]</b> | <b>Quant. [un]</b> |
|---|------------------------------|--------------------|
| Apartamento em Estúdio                                      | 20,25 m <sup>2</sup> /un     | 10                 |
| Apartamento em Estúdio para Pessoas com mobilidade reduzida | 25,80 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| Zona Técnica  | 12,20 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| <b>Piso 2 (Ala Norte)</b>                                   | <b>Áreas [m<sup>2</sup>]</b> | <b>Quant. [un]</b> |
| Apartamento em Estúdio                                      | 20,25 m <sup>2</sup> /un     | 10                 |
| Apartamento em Estúdio para Pessoas com mobilidade reduzida | 25,80 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |
| Zona Técnica  | 12,20 m <sup>2</sup> /un     | 1                  |

A cobertura será constituída por duas águas por Ala (Figura 48), emoldurada por platibandas permitindo esconder o telhado, e assim permitir uma imagem mais reta. Será realizada em telha sandwich sobre laje mista, incluindo todo o sistema de escoamento de águas pluviais, que serão captadas por caleiras circundantes no perímetro da mesma, descarregando em tubos de queda.

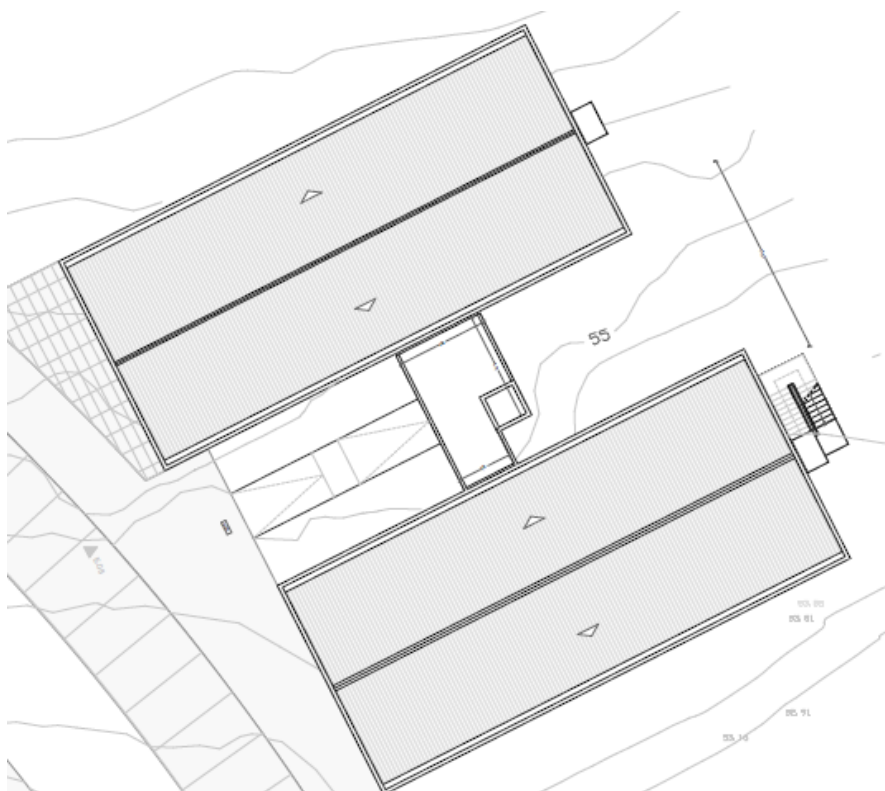


Figura 48: Planta da cobertura (Fonte: Grupo Electrofer)

### 3.3 Necessidades de água potável e água não potável

A proposta para a eficiência hídrica do edifício em estudo, se inicia com a quantificação dos consumos dos equipamentos sanitários, considerando o edifício, como residencial do tipo coletivo. Para a análise utiliza-se a metodologia de cálculo da ANQIP (Silva-Afonso & Pimentel – Rodrigues, 2017). Os consumos admitidos no edifício são, em regra, para o abastecimento de casas de banho (descarga de autoclismos, lavatórios, duchas) e torneiras de pia de despejo nas cozinhas dos estúdios. O modelo exige o conhecimento não só do valor de consumo médio do edifício, mas, também, do modo como os consumos se repartem nas instalações. Em síntese, o método consiste em somar os fluxos de cada dispositivo que faz parte das instalações sanitárias do edifício em estudo e multiplicando-os pelo fator de uso para determinar o consumo total de água. Para tanto, é necessário a definição e obtenção de elementos de base para aplicação do método, tais como: diagramas de consumo por tipo de edifício, fatores de uso, fatores de conforto, número de utilizadores médio equivalente e, fatores de correção.

Assim como se pretende que o edifício seja hidricamente eficiente, toma-se o valor de 50 litros/(habitante.dia) como consumo médio de referência, valor médio correspondente à letra A<sup>++</sup>, adotada no modelo de certificação e rotulagem de produtos da ANQIP, cujo as categorias de consumo se apresentam na Tabela 14.

Tabela 14: Classificações de acordo com os padrões de consumo doméstico [litros/(pessoa.dia)]

| Categoria             | Consumo de água potável da rede pública [litros/(pessoa.dia)] (c ) |
|-----------------------|--|
| <b>A<sup>++</sup></b> | <b>0 &lt; c ≤ 60</b>   |
| <b>A<sup>+</sup></b>  | 60 < c ≤ 80  |
| <b>A</b>              | 80 < c ≤ 90  |
| <b>B</b>              | 90 < c ≤ 115   |
| <b>C</b>              | 115 < c ≤ 145  |
| <b>D</b>              | 145 < c ≤ 180  |
| <b>E</b>              | c > 180  |

É importante destacar que o levantamento dos volumes ou consumos individuais de cada dispositivo, pode obter-se através da rotulagem dos mesmos ou a partir de consulta ao catálogo do fabricante (Silva & Pimentel, 2017).

### 3.3.1 Espaços verdes

Quanto aos espaços verdes, existe uma preocupação hídrica respeitante aos gastos para rega destes. Segundo o PNUEA (APA, 2012), é referido a necessidade de aplicação de medidas relativamente à alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega e 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. Por este motivo deve-se ter especial atenção, quanto à utilização de água para estes fins e reforçar a importância da utilização de fontes de água alternativas.

#### 3.3.1.1 Área ajardinada e relvados

Para alguns usos exteriores, como as zonas verdes, considerou-se que é adequado adotar os valores que constam da ETA 0701 da ANQIP, que a seguir se transcrevem (Tabela 15). Poderão ainda existir outros usos, cujos valores, na impossibilidade de medição, deverão ser pesquisados na bibliografia da especialidade.

Tabela 15: Consumos nas zonas verdes

| Dispositivo ou utilização                  |  |          | Consumo anual estimado          |
|--|--|----------|---------------------------------|
| Zonas verdes<br>(valores para anos médios) | Valores totais<br>(em 6 meses)<br>- abril a set. - | Relvados | 450 a 800 litros/m <sup>2</sup> |
|  |  | Jardins  | 60 a 400 litros/m <sup>2</sup>  |

No presente caso de estudo, foram contabilizados 895 m<sup>2</sup> para relvados e 61 m<sup>2</sup> para área ajardinada. Estabeleceu-se um consumo anual de referência de 600 litros/m<sup>2</sup> e 120 litros/m<sup>2</sup> para relvados e área ajardinada, respetivamente. Estes valores deverão ser divididos por 12 meses, para estimar o consumo médio mensal.

Na Tabela 16 apresenta-se as necessidades de consumo em litros/dia para gastos de água para a manutenção dos espaços verdes do edifício. O fator de sazonalidade indicado tem em atenção a necessidade de corrigir as unidades para litros/dia e o facto de consumo só tem expressão em determinados períodos do ano, sendo obtido através da seguinte equação:

- fator de sazonalidade = número de meses de consumo específico  $\times \frac{1}{365}$  [2]

Tabela 16: Consumo de água estimado para usos exteriores (manutenção de espaços verdes)

| Tipo de uso        | Área (m <sup>2</sup> ) (a) | Consumo mensal de referência <sup>2</sup> (litros/m <sup>2</sup> .Mês) (b) | Fator de sazonalidade (c) | Total (litros/dia) (d)=(a)x(b)x(c) |
|--------------------|----------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Relvados           | 895                        | 50   | $\frac{6}{365}$           | 735,6                              |
| Jardins            | 61                         | 10   | $\frac{6}{365}$           | 10,0                               |
| Soma da coluna (d) | litros/dia                 |  |                           | <b>745,6</b>                       |

| Totais | Total diário<br>Litros/dia | Total mensal<br>(m <sup>3</sup> /mês) | Total anual<br>(m <sup>3</sup> /ano) |
|--------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|        | 746                        | 22                                    | 268                                  |

Não foi considerado a necessidade de água para lavagem de pavimentos, por considerar uma área muito pequena com cerca de 25 m<sup>2</sup>.

### 3.3.2 Instalações sanitárias

Os aparelhos sanitários projetados para a Residência de Estudantes estão quantificados por tipo de espaço e por piso (Tabelas 17 e 18). A disposição espacial dos diversos dispositivos sanitários do edifício em estudo, está ilustrado nas Figuras 49, 50, 51 e 52.

Tabela 17: Distribuição aparelhos sanitários no edifício

| Espaço comuns       | Bacias de retrete com autoclismo | Mictórios | Lavatório | Pia de despejo | Bidé     | Chuveiros |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|
| IS serviço          | 1                                |           | 1         |                |          |           |
| Copa                |                                  |           |           | 1              |          |           |
| IS Lav. Comuns      |                                  |           | 2         |                |          |           |
| IS M                | 1                                | 1         |           |                |          |           |
| IS F                | 1                                |           |           |                |          |           |
| IS Mob.             | 1                                |           | 1         |                |          |           |
| <b>Total</b>        | <b>4</b>                         | <b>1</b>  | <b>4</b>  | <b>1</b>       | <b>0</b> | <b>0</b>  |
| Espaços Privados    | Bacias de retrete com autoclismo | Mictórios | Lavatório | Pia de despejo | Bidé     | Chuveiros |
| x47 Estúdios        | 47                               |           | 47        | 47             |          | 47        |
| x4 Estúdios de Mob. | 4                                |           | 4         | 4              | 4        | 4         |
| <b>Total</b>        | <b>51</b>                        | <b>0</b>  | <b>51</b> | <b>51</b>      | <b>4</b> | <b>51</b> |

| Total                     | Bacias de retrete com autoclismo | Mictórios | Lavatório | Pia de despejo | Bidé | Chuveiros |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|----------------|------|-----------|
| Espaços comuns e privados | 55                               | 1         | 55        | 52             | 4    | 51        |

Tabela 18: Distribuição aparelhos sanitários por piso no edifício

| Pisos  | Bacias de retrete com autoclismo | Mictórios | Lavatório | Pia de despejo | Bidé | Chuveiros |
|--------|----------------------------------|-----------|-----------|----------------|------|-----------|
| Piso 0 | 11                               | 1         | 11        | 8              |      | 7         |
| Piso 1 | 22                               |           | 22        | 22             | 2    | 22        |
| Piso 2 | 22                               |           | 22        | 22             | 2    | 22        |
| Total  | 55                               | 1         | 55        | 52             | 4    | 51        |

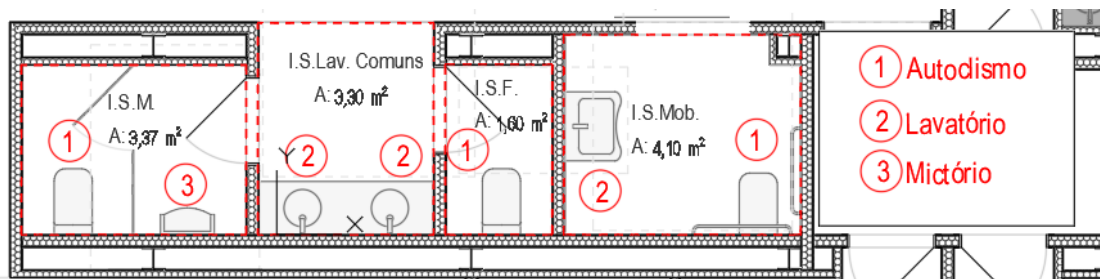


Figura 49: Disposição dos equipamentos sanitários comuns ao nível do piso 0

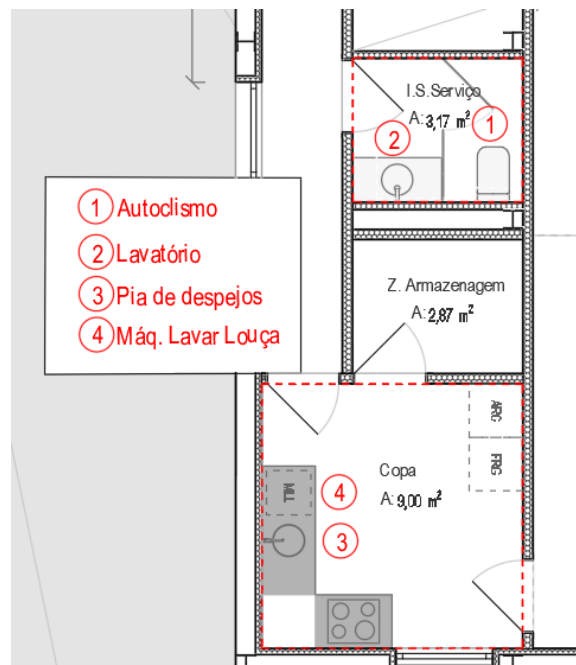


Figura 50: Disposição dos equipamentos sanitários de serviço e copa ao nível do piso 0

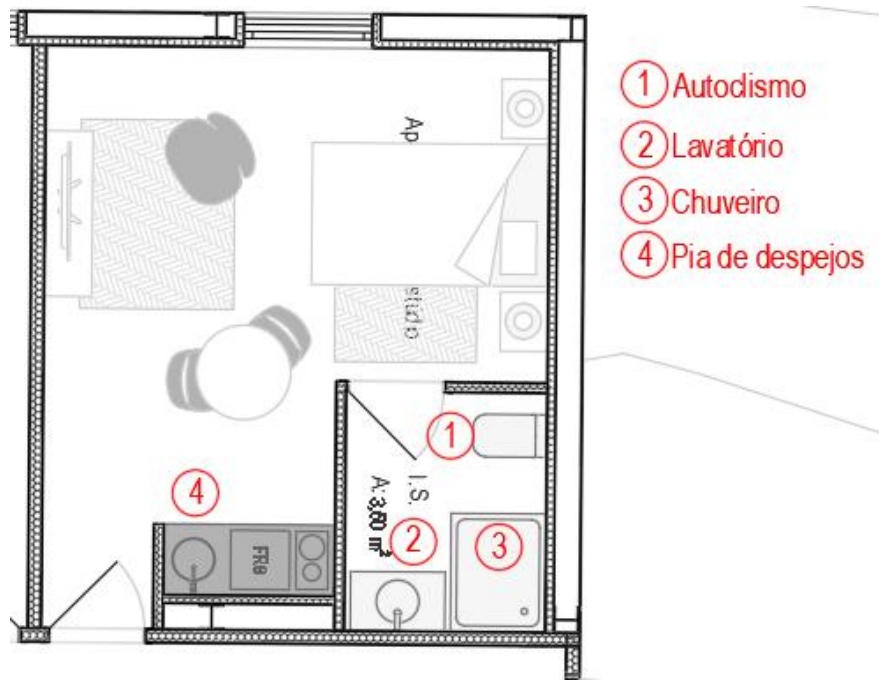


Figura 51: Disposição dos equipamentos sanitários no apartamento tipo estúdio

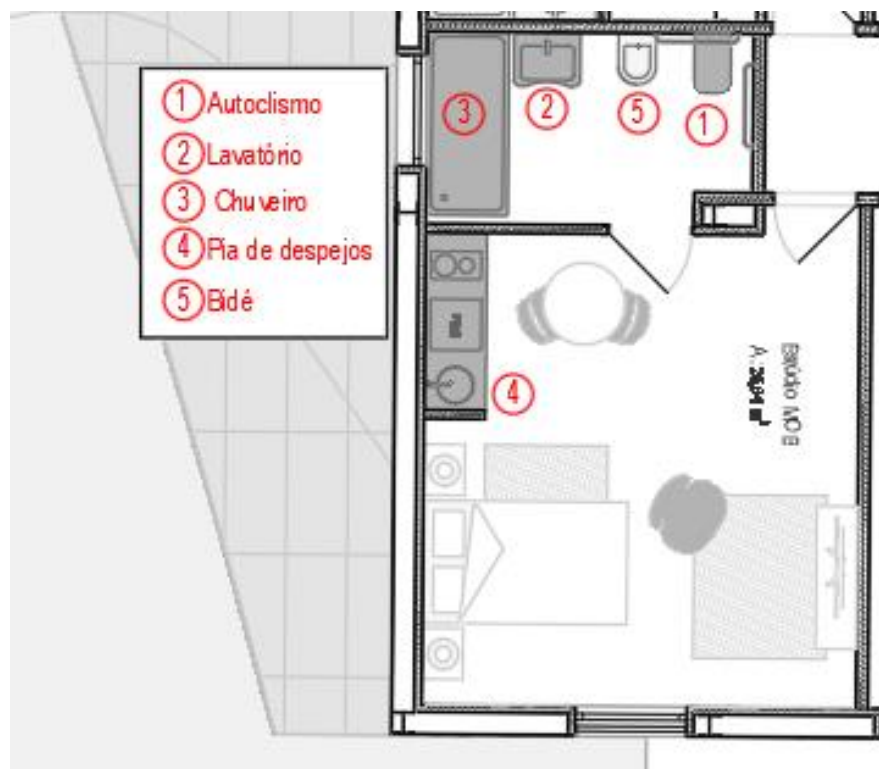


Figura 52: Disposição dos equipamentos sanitários no apartamento tipo estúdio de mobilidade condicionada

### 3.3.2.1 Caracterização dos equipamentos sanitários

A metodologia utilizada para determinar o consumo de água dos diversos dispositivos é baseada no “Guia de Boas Práticas: Uso Sustentável da Água”. Paralelamente, foi feita uma pesquisa de dispositivos de classe A++ certificados pela ANQIP e tomando em consideração o potencial de redução de consumos de água o mais expressivo possível. Fez-se a escolha dos equipamentos tendo por base uma análise da sua informação técnica, consumos e preço de venda ao público (com IVA), do fabricante, descrito na Tabela 19.

Tabela 19: Seleção de produtos, por marca e modelo certificados classe A++

|   |  |   |
|---|--|---|
|    | <p><b>Autoclismo interior, descarga dupla, marca ERIX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: EE133</li> <li>Consumo: 6/3 litros</li> <li>Preço: 98,75€</li> </ul>  |    |
|   | <p><b>Torneira urinol, marca ERIX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: ET029</li> <li>Consumo: 1L/min</li> <li>Temporização: 6s</li> <li>Preço: 30,70€</li> </ul>  |   |
|  | <p><b>Torneira duche monocomando, marca SANITANA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: S50202113712600</li> <li>Consumo: 5L/min</li> <li>Preço: 59,50€</li> </ul>   |  |
|  | <p><b>Torneiras temporizada lavatório, marca SANITANA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: S50005902650703</li> <li>Consumo: 5,9/13,9 L/min</li> <li>Temporização: 10s</li> <li>Preço: 90,00€</li> </ul> |  |
|  | <p><b>Torneira monocomando cozinha c/cano giratório, marca SANITANA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: S50203100012600</li> <li>Consumo: 5L/min</li> <li>Preço: 57,00€</li> </ul>                      |  |
|  | <p><b>Máquina de lavar loiça, marca BEKO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referência: DFN 16420 W</li> <li>Consumo: 11L/min</li> <li>Preço: 295,57€</li> </ul>   |   |

A escolha da máquina de lavar loiça teve em conta a eficácia e duração do ciclo de lavagem e consumo de eletricidade e de água. O modelo DFN 16420 W da marca BEKO, é a escolha acertada tendo por base um estudo realizado pela Deco Proteste, graças à boa relação

qualidade/preço. Apesar do consumo da água ser mediano, o consumo de energia é bastante baixo. Como existe apenas uma máquina de lavar loiça no edifício e que serve de apoio à copa, o seu uso poderá ser esporádico, e por este motivo a escolha deste equipamento. Quanto à classe energética, no início de março de 2021 surgiu uma nova etiqueta energética para eletrodomésticos, em que as classes A<sup>+++</sup>, A<sup>++</sup> e A<sup>+</sup> deixaram de ser válidas e passam a ser substituídas por uma escala de A a G. De acordo com as antigas etiquetas energéticas, a nova classe de eficiência B corresponde aproximadamente à classe A<sup>+++</sup> (indesit.pt, 2021)

A documentação técnica de caracterização dos diferentes dispositivos sanitários, encontra-se nos anexos do presente trabalho: Autoclismos – Anexo A; Fluxómetros de Mictórios – Anexo B; Sistemas de duche – Anexo C; Torneiras Lavatórios – Anexo D; Torneiras Cozinha– Anexo E.

### 3.3.2.2 Consumos

Para a caracterização dos consumos foi utilizado o “manual de Eficiência Hídrica em Edifícios” e as “especificações Técnicas” propostas pela ANQIP para a realidade em Portugal. O trabalho proposto exige o conhecimento da percentagem afeta a cada uso, para o cálculo dos consumos. No que se refere aos chamados fatores de uso, não existem muitos estudos experimentais sobre esta matéria em Portugal, mas podem adotar-se os valores obtidos a partir do gráfico de consumos (Figura 53). A atribuição dos consumos de cada aparelho deu-se pela análise dos consumos médios de referência no manual para a eficiência hídrica.

A Tabela 20 apresenta os resultados da quantificação e caracterização dos dispositivos de consumo de água de acordo com a análise realizada e mencionada anteriormente.

Tabela 20: Caracterização dos dispositivos de consumo de água do edifício A++

| Dispositivo                | Número | Consumo (litros/min) ou (litros/lavagem) |
|----------------------------|--------|--|
| Autoclismo                 | 55     | 2,7                                      |
| Chuveiro                   | 51     | 4,5                                      |
| Torneira de Lavatório/Bidé | 57     | 1,5                                      |
| Torneira de Cozinha        | 52     | 3,5                                      |
| Máquina lavar loiça        | 1      | 10                                       |

Após definição dos consumos do edifício é possível determinar os fatores de uso. Nesta etapa é importante a definição da percentagem de utilização, pelos usuários, para cada dispositivo do edifício (dispositivos de autoclismos, sistemas de duche e torneiras de lavatório e cozinha).

Com base no consumo per capita de água potável, nas percentagens de utilização para cada uso do edifício (Figura 53) e os valores de referência dos dispositivos de consumo de água (Tabela 20), determinam-se os fatores de uso. Conforme mencionado no subcapítulo anterior, a metodologia adota os valores de consumo de referência para a categoria A<sup>++</sup>.

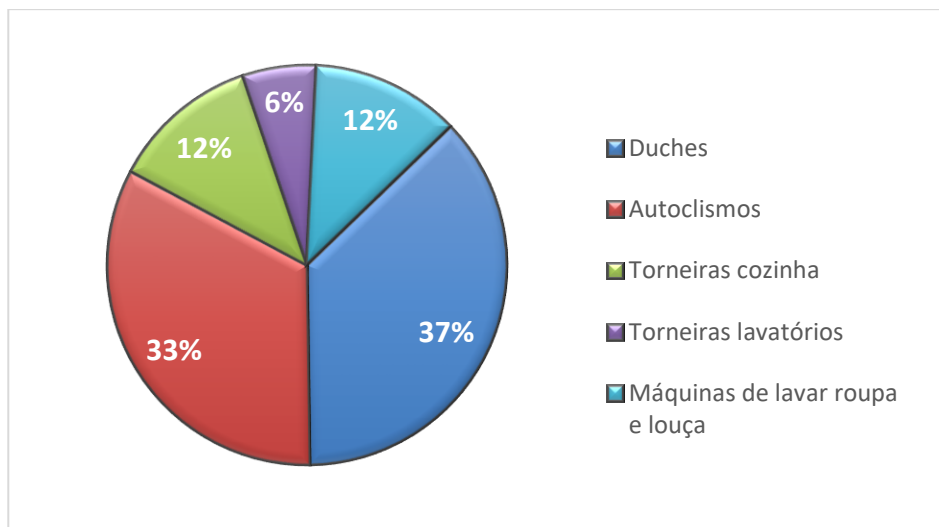


Figura 53: Percentagem afeta a cada uso

Importa ressaltar que os consumos relacionados com a máquina de lavar loiça são considerados como nulos para o caso de estudo, por se achar que sendo uma residência de estudante a sua utilização não exerce grande influência a nível dos consumos de água no edifício. Também não se considera o consumo para urinóis, uma vez que existe apenas um urinol no edifício (WC comum masculino). Por outro lado, a metodologia de consumos para o setor residencial no qual este estudo é baseado, também não define qual a percentagem de uso.

No trabalho proposto as máquinas de lavar roupa e loiça não são consideradas, à partida, como um uso normal, pelo que redistribuiu o respetivo valor, pelos restantes dispositivos. Assim, sabendo a percentagem afeta às máquinas de lavar loiça e roupa representam cerca de 12% dos usos, de acordo com a Figura 54, as percentagens corrigidas consideradas no modelo de calculo para os restantes usos são dadas por:

- Duches:  $37 \times \frac{100}{88} \approx 42\%$
- Autoclismos:  $37 \times \frac{100}{88} \approx 38\%$
- Torneiras de cozinha:  $37 \times \frac{100}{88} \approx 14\%$
- Torneiras de lavatório:  $37 \times \frac{100}{88} \approx 7\%$

Dado que os produtos utilizados no presente trabalho correspondem à classe A<sup>++</sup>, assim de acordo com a Tabela 14, que indica os intervalos definidos para os padrões de consumo de água por classificação final de eficiência hídrica, considera-se como um valor base de 50 litros/(pessoa.dia) de consumo médio de cálculo para efeitos da determinação do fator de uso. A seguir encontram-se os resultados para os cálculos da determinação dos fatores de uso para os respetivos dispositivos instalados no edifício:

$$\text{Fator de Uso} = \frac{\text{Percentagem afeta a cada uso} \times \text{Consumo médio cálculo}}{\text{Volume do dispositivo}} \quad [3]$$

Entende-se, ainda, que a inexistência de circuitos de retorno de água quente sanitária (AQS) pode aumentar de forma sensível os tempos dos usos, pelo que, sempre que não existam estes circuitos, os fatores de uso relativos a torneiras e chuveiros devem ser aumentados de um valor estimado em 1 minuto nos chuveiros e 0,5 minutos nas torneiras (admitindo que nos chuveiros é sempre utilizada água quente e em torneiras só em algumas utilizações). Como se pretende que o edifício seja o mais eficiente e sustentável possível, toma-se como referência a existência destes sistemas de retorno de água quente. Na Tabela 21 apresenta-se o resultado para os fatores de uso a considerar no presente caso de estudo.

Tabela 21: Fatores de uso a considerar para a determinação dos consumos de água

| Dispositivo          | Consumo (litros/min) ou (litros) | Percentagem afeta a cada uso (%) | Fator uso usos/(pessoa.dia) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Duches               | 4,5                              | 42                               | 4,67                        |
| Autoclismos          | 2,7                              | 38                               | 6,94                        |
| Torneiras cozinha    | 3,5                              | 14                               | 1,95                        |
| Torneiras lavatórios | 1,5                              | 7                                | 2,27                        |

Para que se tenha uma melhor perceção do consumo de água dos equipamentos, foi feito o cálculo do consumo diário mensal e anual (Tabela 22), tendo em conta a quantidade de dispositivos, consumos, número de ocupantes, recorrendo às seguintes expressões:

$$\text{Consumo (l/dia)} = \text{Consumo (l/hab/ dia)} \times \text{quant. de equipamentos} \quad [4]$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{/mês)} = \left( \frac{\text{Consumo l/dia} \times 30}{1000} \right) \quad [5]$$

$$\text{Consumo (m}^3\text{/ano)} = \text{Consumo m}^3\text{/mês} \times 12 \quad [6]$$

O edifício em estudo é constituído por 51 estúdios, considerando 1 ocupante por estúdio, a determinação do consumo faz-se pelo multiplicativo do consumo de cada dispositivo pela quantidade equipamentos propostos para o edifício em estudo.

Tabela 22: Consumo de água proposto

| Dispositivo            | Consumo<br>Litros/(pessoa/dia) | Quantidade<br>(uni.) | Total diário<br>Litros/dia | Total mensal<br>(m <sup>3</sup> /mês) | Total anual<br>(m <sup>3</sup> /ano) |
|------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Autoclismos            | 18,75                          | 55,00                | 1031,25                    | 30,94                                 | 371,25                               |
| Torneiras de Lavatório | 3,41                           | 57,00                | 194,32                     | 5,83                                  | 69,95                                |
| Chuveiros              | 21,02                          | 51,00                | 1072,16                    | 32,16                                 | 385,98                               |
| Torneiras de Cozinha   | 6,82                           | 52,00                | 354,55                     | 10,64                                 | 127,64                               |
| total                  | <b>50,00</b>                   | <b>215,00</b>        | <b>2652,27</b>             | <b>79,57</b>                          | <b>954,82</b>                        |

### 3.4 Fontes alternativas de água para usos não potáveis

Com o objetivo de melhorar a eficiência hídrica do edifício em estudo e garantir a redução dos consumos de água potável nas suas instalações e, conseqüentemente, diminuir o custo com a fatura de água potável, neste capítulo irão ser descritos os parâmetros para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva e a reutilização de águas cinzentas, como

fontes alternativas para os consumos de água não potáveis em aparelhos sanitários e rega dos espaços verdes.

### **3.4.1 Aproveitamento de águas pluviais**

A captação da água da chuva é uma estratégia dominante de fonte alternativa de água, no entanto, devido a irregularidade do regime de chuvas é importante a avaliação do desempenho do sistema, em especial do reservatório, para atendimento da procura de água em estações secas.

Uma das principais vantagens da utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, doravante designadas por SAAP, é a substituição da água de uso doméstico, sem exigência de potabilidade, por água proveniente das chuvas, que foi devidamente tratada. Para o correto dimensionamento é importante ter em consideração o aproveitamento das superfícies disponíveis para captação da água da chuva e conduzi-la a um sistema de armazenamento que permita, posteriormente, a utilização desta água coletada nos dispositivos sanitários próprios para consumos não potável. O dimensionamento do reservatório será desenvolvido com base na Especificação Técnica da ANQIP, ETA0701, e tem como função, fazer o cálculo do volume dos sistemas de aproveitamento de águas, com base na área de captação e na precipitação mensal registada, e tendo em conta que nem toda a água precipitada é armazenada, correlacionando-se o volume de água aproveitável com as necessidades do edifício.

Para o presente trabalho, foram utilizados dados de séries de precipitação médias anuais disponibilizadas SNIRH (Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos), pertencente ao Instituto da Água. Tendo em conta a localização de implementação do sistema de aproveitamento de água da chuva, através do mapa de localização das estações meteorológicas, foi possível identificar a estação que obtém os dados pluviométricos nas proximidades do caso de estudo: Bacia Hidrográfica Lis/Ribeiras Costeiras, Estação Meteorológica da Rede Leiria: 15E/01UG. Os dados recolhidos e disponíveis para a estação selecionada, apresenta registos constantes de precipitações deste o ano de 1931 até o ano de 2017, (Anexo F). Para melhor entendimento e enquadramento da localização do edifício quanto

à precipitação, a Figura 54 ilustra o mapa por cores que caracteriza a precipitação média anual em Portugal Continental.

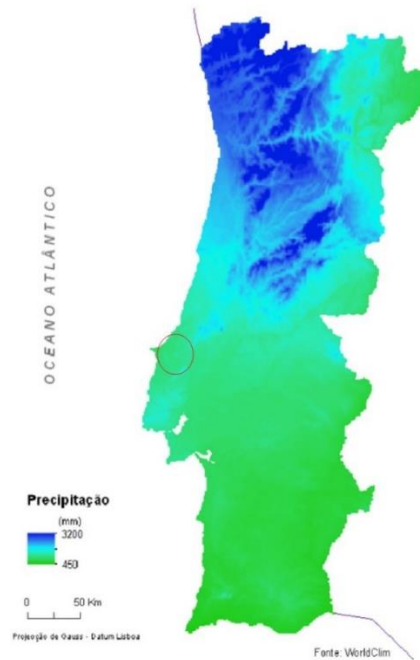


Figura 54: Mapa de precipitação anual média em Portugal Continental para o período 1950-2000 (Fonte: Projeto WorldClim)

O Gráfico 1 representa as séries de precipitações mensais a cada 10 anos, desde 1935 até 2015. Verifica-se que os meses de menor ocorrência de chuvas na região corresponde aos meses de junho a setembro, por outro lado, os meses entre outubro e janeiro representam épocas de maioríssima incidência destas ocorrências meteorológicas, tendência que tem vindo a permanecer ao longo dos anos, como se pode constatar também nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 1: Histórico das séries de precipitações de 10 em 10 anos desde 1935 até 2015 registado na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021)

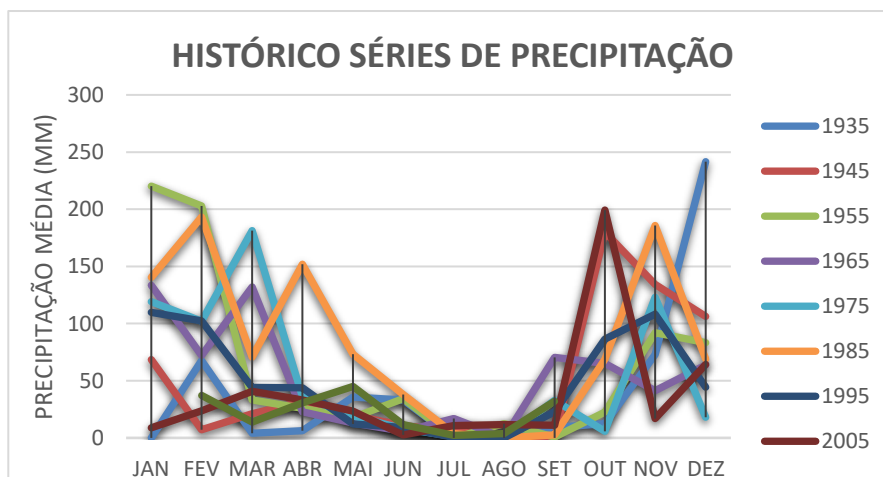
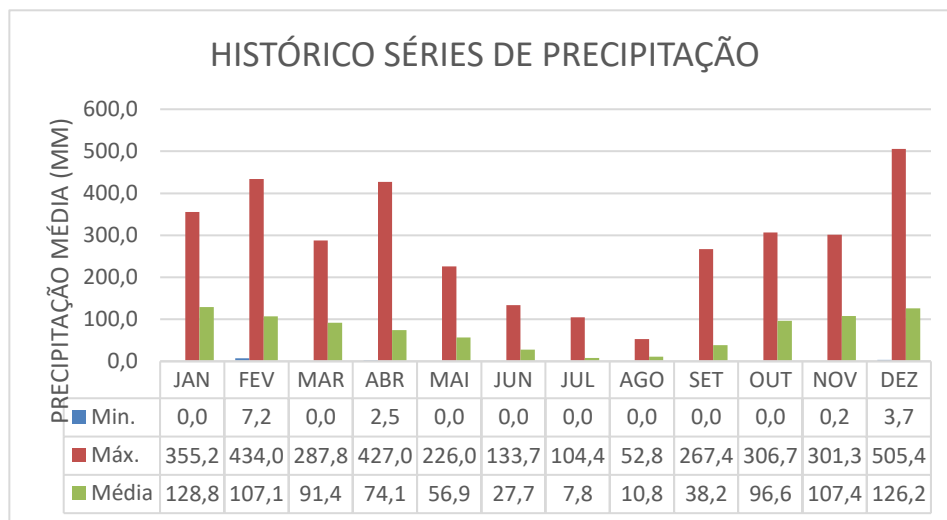


Gráfico 2: Histórico das séries de precipitações, mínimas, máximas e médias desde 1935 até 2017, registado na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021)

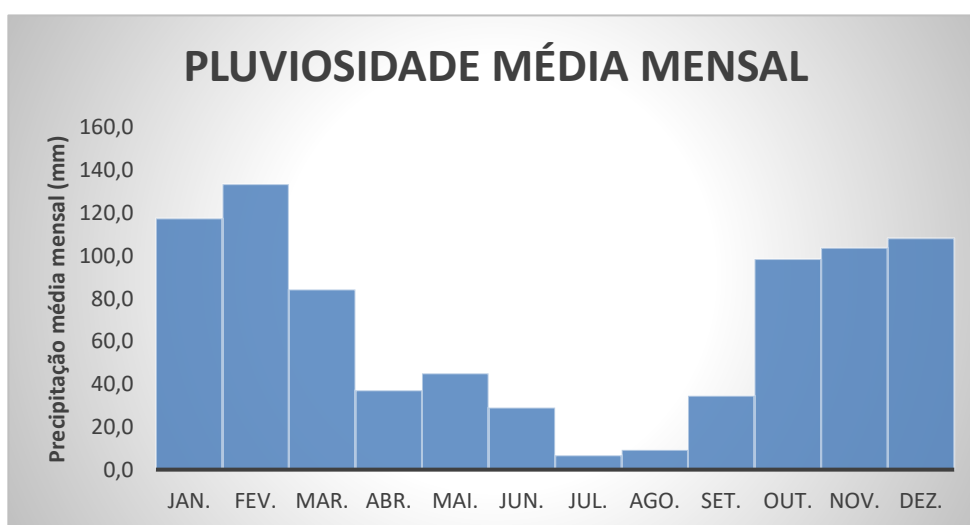


A metodologia utilizada para o uso de séries de precipitação, corresponde a períodos mínimos de 10 anos.

Tabela 23: Pluviosidade média mensal registada na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021)

| Meses                          | jan.  | fev.  | mar. | abr. | mai. | jun. | jul. | ago. | set. | out. | nov.  | dez.  |
|--------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Precipitação média mensal (mm) | 117,4 | 133,4 | 84,3 | 37,1 | 45,1 | 29,0 | 6,8  | 9,3  | 34,6 | 98,4 | 103,7 | 108,2 |

Gráfico 3: Tendência pluviométrica média mensal registada na estação Leiria: 15E/01UG. (adaptado de SNIRH, 2021)



### 3.4.1.1 Captação

A captação de água da chuva é feita na cobertura do edifício, esta é constituída por duas águas com uma superfície impermeável e acessível apenas para manutenção, razão pela qual se adotou um coeficiente de escoamento igual a 0,80, de acordo com a metodologia aplicada ANQIP-ETA 0701 (Silva & Pimentel, 2017). A área de superfícies sugeridas para coleta de água da chuva, corresponde a 640 m<sup>2</sup> de cobertura inclinada (Polígono vermelho) e 36 m<sup>2</sup> de cobertura plana na zona central (polígono azul), como ilustra a Figura 55, totalizando 676 m<sup>2</sup> de área para captação, para efeitos de dimensionamento do reservatório.

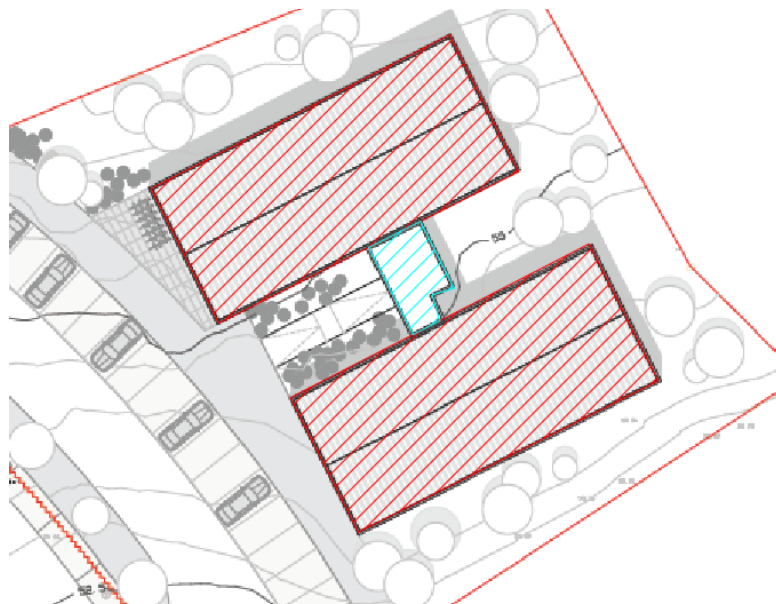


Figura 55: Identificação das áreas de cobertura para efeitos de coleta de águas da chuva

Com o objetivo de dimensionar os componentes para o sistema de aproveitamento de água da chuva, é necessário determinar os consumos mensais de água na edificação para os usos compatíveis com a utilização de água pluvial, ou seja, em que a utilização de água da rede pública de abastecimento é dispensável.

Conforme exposto no capítulo 3.3.2.2 o consumo total de água no edifício em estudo foi estimado em 50 litros/(pessoa.dia). Para o cálculo do consumo mensal para usos não potáveis, foram considerados os mesmos princípios já referidos anteriormente, ou seja, a média mensal de operação das instalações sanitárias, considerando 30 dias de utilização, e a quantidade destes dispositivos no edifício. Outro uso não potável a considerar será para satisfazer o sistema de rega do edifício. Vale destacar que os consumos mensais se referem aos usos de dispositivos

que requerem água não potável no edifício (autoclismos e sistema de rega), garantido que o sistema dimensionado forneça o recurso exclusivamente a essas utilizações.

Portanto, em média, o volume total necessário durante cada mês do ano para satisfazer as necessidades dos autoclismos, equivale a aproximadamente 34 m<sup>3</sup> de água da chuva (Tabela 22) e para o sistema de rega dos espaços verdes, cerca de 22 m<sup>3</sup> (Tabela 16), o que totaliza 56 m<sup>3</sup> para as necessidades de águas não potáveis do edifício em estudo. Posteriormente, e tendo como referência os valores da precipitação média mensal da região de Leiria (SNIRH) (Tabela 23), as áreas de superfície para a captação de água da chuva e os consumos mensais de água não potável é possível dimensionar todos os componentes do sistema de aproveitamento de água da chuva para o projeto da Residência de Estudantes de Leiria.

#### 3.4.1.2 Dimensionamento Reservatório

Usando a metodologia da ANQIP (ANQIP-ETA 0701, 2015; Silva & Pimentel, 2017) foi elaborado uma tabela com recurso a uma folha de cálculo Excel, onde são inseridos os valores das precipitações, é feita uma estimativa do volume de água da chuva captada, do volume de água consumida e do volume de água que fica no reservatório no final de cada mês. Todos estes valores são dependentes do volume do reservatório, sendo que a estimativa é feita para volumes de 15 m<sup>3</sup>.

O volume mensal de água da chuva captada é calculado supondo que seria possível captar toda a água independentemente do volume do reservatório. Este volume é calculado através da seguinte expressão:

$$\blacksquare Q=C.P.A.\eta f \quad [7]$$

Sendo:

C - Coeficiente de escoamento

P - Altura da precipitação acumulada num ano (mm)

$\eta f$  - Eficiência hidráulica da filtragem

A - Área de captação

Como, por norma, não é possível aproveitar toda a água captada, pois o volume do reservatório não é suficiente para o volume de água captada, é calculado o volume de água consumida, dependendo do volume do reservatório recomendado, com base na expressão [8]:

$$\text{Volume água consumida (l)} = \text{Mín} \left[ \left( \frac{\text{Soma consumos anuais}}{12} \times 1000 \right); (\text{vol mensal água captada} + \text{vol água no reservatório restante do mês anterior}) \right] \quad [8]$$

Assumindo que durante os meses a precipitação é uniforme, calcula-se o volume de água que ficaria no final de cada mês no reservatório e irá acumular para o mês seguinte.

$$\text{Volume de água no reservatório no final do mês (l)} = \text{Min} \left[ (\text{vol água no reservatório restante do mês passado} + \text{vol mensal de água chuva captada} - \text{vol água consumida}); (\text{capacidade do reservatório} \times 1000) \right] \quad [9]$$

Para uma maior precisão dos valores destes volumes, os dados das precipitações deveriam ser diários e não mensais, uma vez que esta fonte não é regular. A título de exemplo, pode haver muita pluviosidade durante uma semana e, nesse período o reservatório se encontrar cheio para fazer frente às necessidades do edifício, mas, como na semana seguinte não choveu, o reservatório não reabasteceu, logo, não tem água para reabastecer os equipamentos, sendo necessário recorrer à rede de água pública.

O volume das primeiras águas a desviar é determinado com base na área da cobertura e na altura de precipitação pré-estabelecida. Na ausência de dados, adotou-se o valor mínimo recomendável pela ETA 0701, correspondente a 2 mm, sendo o volume a desviar dado pela expressão [10]:

$$Vd(l) = \text{Área de captação} \times \text{Altura da precipitação a desviar} \quad [10]$$

Devido a detritos presentes nas coberturas as primeiras águas são desviadas, de modo a não contaminarem o reservatório.

O valor do coeficiente de escoamento varia de acordo com o tipo de cobertura existente e com a altura de precipitação (Tabela 24).

Tabela 24: Valores do Coeficiente de Escoamento

| Tipo de Cobertura   | Valor médio de “C” |
|---|--------------------|
| Coberturas impermeáveis (telha, betão, etc.)              | 0,8                |
| Coberturas verdes intensivas, sem rega ( $e > 150$ mm)    | 0,3                |
| Coberturas verdes extensivas, sem rega ( $e \leq 150$ mm) | 0,5                |

A altura de precipitação acumulada num ano é calculada automaticamente pela folha de cálculo através da soma de todas as precipitações. Segundo a ETA 0701, pode ser admitida uma eficiência hidráulica de 0,9, a menos que as características dos filtros recomendem a adoção de outros valores.

Depois de calculado o volume de água da chuva que será aproveitado para satisfazer as necessidades do edifício, é dimensionado o volume do reservatório de armazenamento da água. Para efeitos de dimensionamento, é considerado um período de reserva da água no reservatório até de 90 dias. Foi elaborado um pré dimensionamento do reservatório através do método simplificado, por se tratar de edifícios residenciais, considerando que a estrutura de consumos é uniforme ao longo do tempo, considerando a seguinte expressão:

$$\blacksquare V(l) = \text{Min} \{V_{\text{aproveitável}} \text{ ou } V_{\text{consumido}}\} \quad [11]$$

O volume do reservatório deve ser escolhido tendo em conta os critérios económicos, uma vez que é a peça mais dispendiosa deste tipo de sistema de aproveitamento de águas. A especificação técnica recomenda que seja escolhido o volume mínimo entre o volume aproveitável e o volume consumido. Estes dois volumes são calculados da seguinte forma:

$$\blacksquare V_{\text{aproveitável}}(l) = 0,0015 \times P \times A \times N \quad [12]$$

$$\blacksquare V_{\text{consumido}}(l) = 0,003 \times U \times C_{AE} \times N \quad [13]$$

Sendo:

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

A - Área de captação (m<sup>2</sup>)

N - Número máximo de dias de retenção da água no reservatório

U – Número de moradores

CAE – Consumo anual estimado por habitação (m<sup>3</sup>)

Para conseguir obter a poupança de água conseguida com a implementação desta medida, é necessário ter em atenção o volume do reservatório, uma vez que é o elemento mais dispendioso do sistema; o volume de água da chuva consumida, ou seja, aquela que irá abastecer os equipamentos (autoclismos) e a necessidades de água de rega para manutenção de espaços verdes; e o volume de água anual consumida, que é a estimativa do consumo anual do edifício. Desta forma é possível obter a redução nos consumos através da equação [14]:

$$\blacksquare \text{ Redução nos consumos} = \frac{\text{Volume de água da chuva consumida}}{\text{Volume de água anual consumido}} \quad [14]$$

Sendo a implantação deste tipo de sistema bastante dispendiosa, considera-se de grande importância saber qual o tempo de retorno do investimento. Posto isto, e como o reservatório é o elemento que assume maior relevância no orçamento, fez-se uma estimativa do número de anos necessários ao retorno do investimento, através da seguinte expressão:

$$\blacksquare \text{ Tempo de retorno o investimento} = \frac{\text{custo do reservatório}}{\text{vol total água chuva consumida} \times \text{tarifa (€)}} \quad [15]$$

Para efeitos de dimensionamento do reservatório, devem ser considerados períodos 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.

Para efeitos de cálculo, vale destacar que durante o mês de julho as atividades letivas são reduzidas, pois se trata de uma época de exames, neste caso, o consumo mensal adotado é 50% para utilização dos autoclismos. Em relação ao mês de agosto, o edifício encerra na totalidade as suas atividades letivas para férias, portanto o consumo máximo considerado neste período foi de 10%, para eventuais consumos incomuns. Para a manutenção dos espaços

verdes, o volume estimado é repartido consoante as estações do ano, uma vez que o consumo para estes fins não é contante ao longo do ano, pois depende dos fatores de pluviosidade e temperaturas. Assim a Tabela 25, representa a distribuição percentual dos consumos médios por meses/estações do ano (Espaços Verdes e Autoclismos). Depois foi feita uma repartição mensal, consoante as necessidades, para os autoclismos e manutenção dos espaços verdes, para chegar a um valor a considerar no dimensionamento do SAAP (Tabela 26).

Tabela 25: Percentagem afeta ao volume necessário para considerar para o dimensionamento do SAAP

| Espaços Verdes |      | Autoclismos |      |
|----------------|------|-------------|------|
| Verão          | 100% | jan. a jun. | 100% |
| Outono         | 40%  | julho       | 50%  |
| Inverno        | 10%  | agosto      | 10%  |
| Primavera      | 60%  | set. a dez. | 100% |

Tabela 26: Distribuição volume necessário SAAP (m<sup>3</sup>)

| Meses | Autoclismos | Espaços verdes | Totais |
|-------|-------------|----------------|--------|
| jan.  | 34          | 2,2            | 36,2   |
| fev.  | 34          | 2,2            | 36,2   |
| mar.  | 34          | 13,4           | 47,4   |
| abr.  | 34          | 13,4           | 47,4   |
| mai.  | 34          | 13,4           | 47,4   |
| jun.  | 34          | 22,4           | 56,4   |
| jul.  | 17          | 22,4           | 39,4   |
| ago.  | 3,4         | 22,4           | 25,8   |
| set.  | 34          | 9,0            | 43,0   |
| out.  | 34          | 9,0            | 43,0   |
| nov.  | 34          | 9,0            | 43,0   |
| dez.  | 34          | 2,2            | 36,2   |

A Tabela 27, apresenta os dados obtidos no cálculo do SAAP, com base na metodologia descrita realizado para a estimativa do volume do reservatório para armazenamento de água da chuva no Edifício da Residência de Estudantes. Considerando volume predefinido (15 m<sup>3</sup>) para simular o comportamento do volume de água armazenado no reservatório ao longo da série histórica estudada.

Tabela 27: Cálculo do volume do reservatório para armazenamento de água da chuva

Coeficiente (c)  Efic. hidr. da filtragem ( $\eta$ )  Área de captação (A) =  [m<sup>2</sup>]

| Mês    | Precipitação média mensal | Consumo mensal           | Volume Aproveitável de Chuva Mensal | Diferença de consumo disponível | Diferenças de Cálculo    | Volume Reservatório      | Volume de Água no Reservatório (m <sup>3</sup> ) |            | Suprimento (m <sup>3</sup> ) |
|--------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|------------|------------------------------|
|        | (mm)<br>(1)               | (m <sup>3</sup> )<br>(2) | (m <sup>3</sup> )<br>(3)            | (m <sup>3</sup> )<br>(4)        | (m <sup>3</sup> )<br>(5) | (m <sup>3</sup> )<br>(6) | Início<br>(7)                                    | Fim<br>(8) |                              |
| jan.   | 117,4                     | 36,2                     | 57,1                                | 20,9                            | 20,9                     |                          | 15,0   | 15,0       | 0,0                          |
| fev.   | 133,4                     | 36,2                     | 64,9                                | 28,7                            | 28,7                     |                          | 15,0   | 15,0       | 0,0                          |
| mar.   | 84,3                      | 47,4                     | 41,0                                | -6,4                            | 0,0                      |                          | 15,0   | 8,6        | 0,0                          |
| abr.   | 37,1                      | 47,4                     | 18,0                                | -29,4                           | 0,0                      |                          | 8,6  | 0,0        | 20,8                         |
| mai.   | 45,1                      | 47,4                     | 21,9                                | -25,5                           | 0,0                      |                          | 0,0  | 0,0        | 25,5                         |
| jun.   | 29,0                      | 56,4                     | 14,1                                | -42,3                           | 0,0                      | 15,0                     | 0,0  | 0,0        | 42,3                         |
| jul.   | 6,8                       | 39,4                     | 3,3                                 | -36,1                           | 0,0                      |                          | 0,0  | 0,0        | 36,1                         |
| ago.   | 9,3                       | 25,8                     | 4,5                                 | -21,3                           | 0,0                      |                          | 0,0  | 0,0        | 21,3                         |
| set.   | 34,6                      | 43,0                     | 16,8                                | -26,1                           | 0,0                      |                          | 0,0  | 0,0        | 26,1                         |
| out.   | 98,4                      | 43,0                     | 47,9                                | 4,9                             | 4,9                      |                          | 15,0   | 15,0       | 0,0                          |
| nov.   | 103,7                     | 43,0                     | 50,5                                | 7,5                             | 7,5                      |                          | 15,0   | 15,0       | 0,0                          |
| dez.   | 108,2                     | 36,2                     | 52,7                                | 16,4                            | 16,4                     |                          | 15,0   | 15,0       | 0,0                          |
| Totais | 807,1                     | 501,4                    | 392,8                               |                                 |                          |                          |  |            | 172,1                        |

Aproveitamento de água da chuva total [m<sup>3</sup>] =  (10)  (11)

Abaixo seguem o resumo das considerações tidas para efeito de cálculo conforme a metodologia para qual se rege o presente estudo:

- (1) = Dados do SNIRH para a estação pluviométrica de Leiria próxima ao caso de estudo;
- (2) = Procura mensal para usos não potáveis;
- (3) =  $C.P.A.\eta f$ ;
- (4) = (3) - (2);
- (5) = 0 se (4) negativo e maior que (6);
- (6) = Volume adotado para reservatório;
- (7) = Volume inicial do reservatório;
- (8) = Volume final do reservatório;
- (9) = Suprimento necessário da rede quando não atendido pelo sistema;
- (10) =  $\Sigma (2) - \Sigma (9)$
- (11) = (10) /  $\Sigma (2)$

Da análise à Tabela 27 pode-se observar os seguintes resultados:

- Verifica-se que o volume aproveitável de água não supera as necessidades de consumo de água não potável. Os valores negativos na coluna (4) representam a carência de água da chuva para atender às necessidades mensais para abastecimento dos autoclismos e para rega dos espaços verdes;
- Os 15 m<sup>3</sup> de volume adotado, teve por base o dimensionamento da cisterna pelo método simplificado sugerida pelo manual ANQIP, aplicando as equações [9], [10] e [11]. Para um volume anual de 392,8 m<sup>3</sup> de água da chuva aproveitável, o volume do reservatório recomendado pela ferramenta desenvolvida seria de 25 m<sup>3</sup>, para uma reserva de 30 dias. Optou-se pela diminuição do volume do reservatório por forma a minimizar custos;
- O sistema pode oferecer uma garantia de independência de água para abastecimento de consumos não potáveis correspondente a seis meses (janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro). Isto significa que nos meses onde o volume aproveitável da água da chuva seja inferior ao consumo de água não potável no edifício é necessária assistência de outras fontes de água para suprimento das necessidades, podendo ser substituída pela rede pública. Quando houver excesso de água da chuva, ou seja, um volume acima da capacidade máxima do reservatório, este excedente deverá ser devidamente encaminhado para a rede de drenagem de águas pluviais do edifício;
- Considerando um reservatório com de 15 m<sup>3</sup>, podemos verificar que a aplicação desta medida, potencia a eficiência do edifício, reduzindo os consumos totais de água no edifício em 172 m<sup>3</sup> anuais. Esta medida causaria uma redução dos consumos totais de água de 66%, suportado com o recurso da água da chuva para consumos não potáveis de cerca de 330 m<sup>3</sup> anuais;
- As maiores necessidades de água verificam-se nos meses mais quentes (abril, maio, junho, julho agosto e setembro) e por consequência, maiores necessidades de consumo para sistema de rega dos espaços verdes. O volume disponível de precipitação média

mensal permitiria cobrir, de um modo geral, as necessidades mensais para os usos dos autoclismos, mas não garante as necessidades de água para a rega dos espaços verdes, por estes coincidirem com os períodos de menor pluviosidade, logo sem aproveitamento de água, mesmo recorrendo a uma cisterna de reserva de 90 dias.

A capacidade dos reservatórios, assim como o seu custo foram retirados de catálogos de fornecedores, que após uma pesquisa se concluiu, que à medida o volume do reservatório aumenta, o seu custo também aumenta. Por este motivo, é necessário ter especial atenção à dimensão deste, não só pelo valor do investimento, mas também pelo facto que o edifício poder não ter espaço suficiente, para a sua colocação, sendo este subterrâneo ou à superfície, e no primeiro caso, ainda crescem os valores das escavações.

Assim foi feita uma análise, considerando vários cenários com volumes diferentes de cisternas (7, 12 e 20 m<sup>3</sup>), e recorrendo à metodologia apresentada na Tabela 27, a fim de comparar a redução dos consumos. A Tabela 28, apresenta os resultados obtidos.

Tabela 28: Resultados obtidos para cálculo do SAAP, considerando os volumes de cisternas diferentes

| Capacidade (m <sup>3</sup> ) | Suprimento (m <sup>3</sup> ) | Aproveitamento de água da chuva total (m <sup>3</sup> ) | Redução (%) |
|------------------------------|------------------------------|---|-------------|
| 7                            | 181,2                        | 320,2   | 64%         |
| 12                           | 175,1                        | 326,3   | 65%         |
| 15                           | 172,1                        | 329,3   | 66%         |
| 20                           | 167,1                        | 334,3   | 67%         |

Para uma melhor compreensão da implantação desta medida de melhoria, é feita uma estimativa de retorno do investimento, aplicando a expressão [13], e tendo em conta a capacidade dos reservatórios, seu custo e benefício. Note-se que estes valores são apenas estimativos, dependendo sempre da atual tarifa da água e do valor de mercado dos equipamentos, consoante cada fornecedor.

A **fatura da água** inclui um conjunto de itens que importa conhecer ao pormenor, até para perceber melhor como é calculado o valor faturado ao consumidor. Importa saber que além do

abastecimento de água, o setor compreende os serviços de resíduos, nomeadamente a recolha, tratamento e destino final dos resíduos urbanos. Cada um destes serviços tem tarifas associadas. Mas, na fatura, ainda constam outras taxas associadas à gestão dos recursos hídricos e dos resíduos.

Os valores agregados a pagar pelos serviços prestados pela entidade fornecedora de água e saneamento (abastecimento de água e tarifa fixa); pela Câmara Municipal (saneamento de águas residuais e de resíduos sólidos urbanos); e as taxas e impostos a pagar ao Estado, nomeadamente as taxas de recursos hídricos (TRH) e de gestão de resíduos (TGR), bem como o IVA. Poderá, assim, constatar se que, o valor que é pago pelo consumo de água é cerca de metade do valor total da fatura.

Para estimar o custo total da água para a cidade de Leiria, recorreu-se à plataforma online dos SMAS de Leiria. Assim para verificar os tarifários de abastecimento de água e saneamento de águas residuais para e serviços auxiliares para praticados no presente ano de 2021, considerando o uso doméstico, foi tido em conta:

- **Tarifa Variável:** Volume de água que consumiu durante o mês. Esta tarifa volumétrica é variável, de acordo com os escalões expressos em m<sup>3</sup> de água por cada 30 dias e por tipo de consumo;
- **Tarifa fixa:** é um valor mensal fixo, calculado em função do período de faturação. Destina-se a compensar os custos relativos à construção, manutenção e ampliação das infraestruturas necessárias à prestação do serviço de abastecimento de água. Além de tarifa fixa, as suas denominações mais comuns são, por exemplo, quota de disponibilidade, quota de serviço, tarifa de disponibilidade ou tarifa de utilização;
- **Saneamento de Águas Residuais:** valor cobrado pela Câmara Municipal que engloba uma tarifa fixa de disponibilidade, expressa em euros por cada 30 dias, de utilização do serviço de saneamento de águas residuais e uma tarifa variável calculada em função do volume de m<sup>3</sup> de água faturada;

- **Resíduos Sólidos Urbanos:** valor também destinado à Câmara Municipal que engloba uma tarifa fixa de disponibilidade, expressa em euros por cada 30 dias, e uma tarifa variável, expressa em euros e calculada em função do volume de m<sup>3</sup> de água faturada;
- **Taxa de Recursos Hídricos (TRH) - Água:** corresponde ao valor que incide sobre a quantidade de água faturada. Esta taxa destina-se a suportar o funcionamento de atividades que tenham por objetivo a gestão e proteção de recursos hídricos.
- **Taxa de Recursos Hídricos (TRH) - Saneamento:** o valor desta taxa é variável e diz respeito à descarga direta ou indireta de efluentes sobre os recursos hídricos.

As seguintes Tabelas (29/30/31/32) indicam os valores das várias tarifas e taxas praticadas para os itens referidos acima, que depois de somadas refletem no valor final da água [€/m<sup>3</sup>/dia] (Tabela 33).

Tabela 29: Valor taxa variável de abastecimento e saneamento de águas residuais (SMAS Leiria)

| Escalão consumo [m <sup>3</sup> ] | Abastecimento de Água [€/m <sup>3</sup> ] | valor [€]    | Saneamento de Águas residuais [€/m <sup>3</sup> ] | valor [€]    |
|-----------------------------------|---|--------------|---|--------------|
| [0 - 5]                           | 0,520                                     | 2,600        | 0,520   | 2,600        |
| [6 - 15]                          | 0,900                                     | 9,000        | 0,900   | 9,000        |
| [16 - 25]                         | 1,570                                     | 15,700       | 1,570   | 15,700       |
| > 25                              | 2,788                                     | 152,136      | 2,788   | 136,922      |
|                                   |   | <b>5,981</b> |   | <b>5,474</b> |

Tabela 30: Valor taxa fixa de abastecimento e saneamento de águas residuais (SMAS Leiria)

| Diâmetro nominal do contador | Abastecimento de água (€/mês) | Saneamento de águas residuais (€/mês) |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Mais de 50mm a 100mm         | 10,810                        | 4,500                                 |

Tabela 31: Valor taxa fixa, variável e taxas para Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

| Utilizadores Finais | Tarifa                        |  |
|---------------------|-------------------------------|--|
|                     | Disponibilidade (Tarifa Fixa) | Tarifa Variável                          |
| Tarifa ordinária    | 0,073 €/dia                   | 0,200 €/m <sup>3</sup> de água consumida |
| TGR                 | 0,173                         | €/m <sup>3</sup> de água abastecida      |

Tabela 32: Custo da água mediante, taxa fixa de abastecimento e saneamento de águas residuais, RSU Taxas e IVA

|   | Abastecimento de Água | IVA | Saneamento de Águas residuais | IVA | Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) | IVA |
|---|-----------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| <b>Tarifa Variável</b><br>[€/m <sup>3</sup> ] | 5,981                 | (1) | 5,474                         | (2) | 0,200                          | (2) |
| <b>Tarifa Fixa</b><br>[€/dia]                 | 0,360                 | (1) | 0,150                         | (2) | 0,073                          | (2) |
| <b>Taxas</b><br>[€/m <sup>3</sup> ]           | 0,005                 | (1) | 0,012                         | (2) | 0,173                          | (1) |
| <b>Total</b>                                  | 6,346                 |     | 5,636                         |     | 0,446                          |     |
| <b>+ iva (6%)</b>                             | <b>6,727</b>          |     | <b>5,636</b>                  |     | <b>0,457</b>                   |     |

(1) Iva a 6%

(2) Não sujeito

Tabela 33: Tarifas do consumo da água na cidade de Leiria (SMAS Leiria, 2021)

|  | Valor  | + iva (6%) |
|--|--------|------------|
| <b>Abastecimento de água (€/m<sup>3</sup>)</b> | 6,727  | 6,727      |
| <b>saneamento (€/m<sup>3</sup>)</b>            | 5,636  | 5,636      |
| <b>Resíduos (€/m<sup>3</sup>)</b>              | 0,446  | 0,457      |
| <b>Total (€/m<sup>3</sup>)</b>                 | 12,809 | 12,820     |

Por forma a fazer uma análise do custo benefício para os vários volumes de reservatórios considerados, foi feito uma pesquisa dos custos de investimento de vários fornecedores, para estimar o tempo de retorno do investimento (Tabela 34). O custo de investimento considerado, tem em conta a tabela de preços em vigor para 2021 (acrescido da taxa de iva em vigor), da empresa Tubofuro, sediada em leiria e que fornece este tipo de equipamentos. O catálogo de preços e produtos para o reservatório é apresentado no Anexo G.

Tabela 34: Estimativa de tempo de retorno de investimento face ao custo benefício

| Capacidade Reservatório (m <sup>3</sup> ) | Custo (€) | Aproveitamento de água (m <sup>3</sup> ) | Aproveitamento de água (%) | Tempo de retorno (anos) |
|---|-----------|--|----------------------------|-------------------------|
| <b>7</b>                                  | 2730,60   | 320                                      | 64,0                       | 0,7                     |
| <b>12</b>                                 | 4203,60   | 326                                      | 65,0                       | 1,0                     |
| <b>15</b>                                 | 6571,57   | 330                                      | 66,0                       | 1,6                     |
| <b>20</b>                                 | 8059,48   | 335                                      | 67,0                       | 1,9                     |

O Gráfico 4, pretende mostrar o comparativo dos custos/benefícios. As alternativas expostas e analisadas acima e tendo por princípio a viabilidade económica, conclui-se que a capacidade ideal do sistema de aproveitamento de água da chuva para o estudo aqui desenvolvido é o correspondente a 7 m<sup>3</sup> que reflete custos inferiores, comparativamente aos benefícios, ou seja, o volume escolhido apresenta uma eficiência de 64%, e esta pouco aumenta com o aumento do volume. De notar que, para um reservatório de 20 m<sup>3</sup> a sua eficiência é de 67%, o que não justifica o investimento.

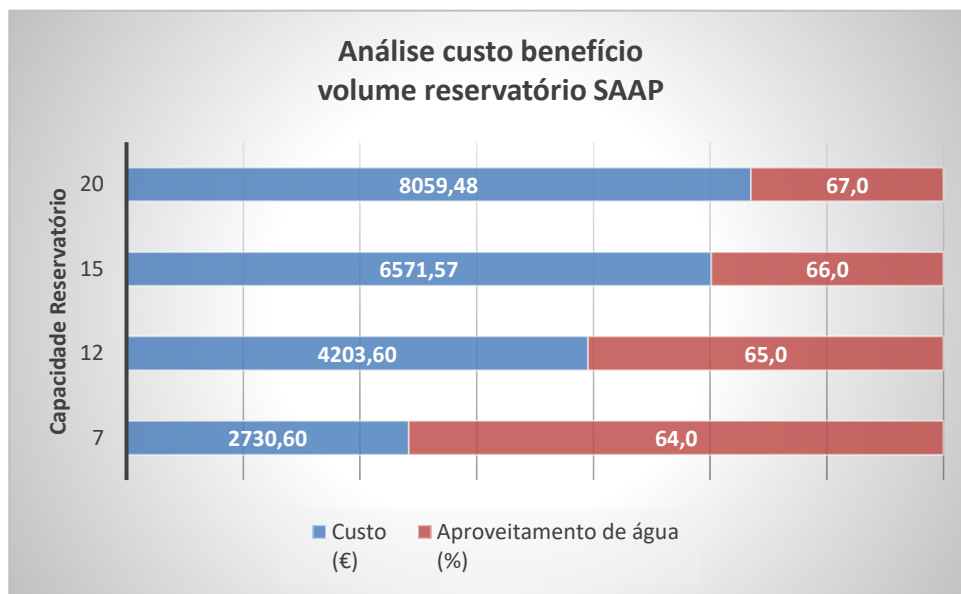


Gráfico 4: Análise custo benefício tendo em conta

Perante o exposto, o e tendo por princípio a viabilidade económica, ao considerar uma capacidade de reservatório menor ao do volume ideal reduz expressivamente os custos de investimento, de implantação e consequentemente custos de manutenção do sistema.

### 3.4.2 Aproveitamento de águas cinzentas

Anteriormente foram mencionadas as poupanças de água conseguidas através da utilização de equipamentos hidricamente eficientes e do aproveitamento de uma fonte normalmente negligenciada, a água da chuva. Agora, o foco incidirá sobre a reciclagem e reutilização das águas residuais, nomeadamente as cinzentas. Este capítulo tem como principal objetivo desenvolver estudos práticos sobre um eventual aproveitamento das Águas Cinzentas assente num estudo económico para uma das principais fontes geradoras deste tipo de águas.

A disponibilidade de águas cinzentas é calculada a partir da seleção dos equipamentos, incluindo, os chuveiros, as torneiras de lavatório e as máquinas de lavar, sendo o volume total calculado através da soma dos consumos dos equipamentos previamente selecionados.

O estudo para o Sistema Predial de Reciclagem e Reutilização de Águas Residuais Cinzentas (SPRAC) teve em conta as recomendações da Especificação Técnica ANQIP ETA 0905 (ANQIP ETA, 0905) e de acordo com os dispositivos propostos a instalar, e referidos no capítulo 2.3.6. Para a estimativa da poupança de água conseguida com a implementação de um SPRAC, é relacionado o volume de água cinzenta consumida, com o volume de água necessária para abastecimento dos equipamentos.

$$\blacksquare \text{ Redução nos consumos (\%)} = \frac{\text{Vol de água cinzenta consumida}}{\text{Vol total de água necessária}} \times 100 \quad [16]$$

À semelhança do sistema de aproveitamento de águas pluviais, num sistema de aproveitamento de águas cinzentas, o reservatório também é o elemento mais dispendioso, devendo-se ter em atenção a sua dimensão. De uma forma simplificada, fez-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, tendo apenas em atenção o custo do reservatório.

$$\blacksquare \text{ Tempo de retorno do investimento} = \frac{\text{custo do reservatório}}{\text{vol de água consumida} \times \text{tarifa (€)}} \quad [17]$$

Para a estimativa da poupança de água conseguida com a implementação de um SPRAC, deve-se relacionar o volume de água cinzenta consumida, com o volume de água necessário para abastecimento dos equipamentos.

Para o cálculo do volume da cisterna, considerou-se a estimativa de consumo mensal proveniente dos lavatórios e dos chuveiros, determinando-se assim o volume diário e necessário para abastecer os autoclismos, e rega dos espaços verdes, como se pode observar nas Tabelas 34 e 35.

Tabela 35: Necessidades de águas cinzentas

| <b>Necessidades de águas cinzentas</b> |                     |                            |                            |                            |
|--|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Destino</b>                         | <b>(litros/dia)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/dia)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/mês)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/ano)</b> |
| <b>Autoclismos</b>                     | 1031,3              | 1,0                        | 30,9                       | 371,3                      |
| <b>Espaços verdes</b>                  | 745,6               | 0,7                        | 22,4                       | 268,4                      |
| <b>Total</b>                           | <b>1776,9</b>       | <b>1,8</b>                 | <b>53,3</b>                | <b>639,7</b>               |

Tabela 36: Disponibilidade de águas cinzentas

| <b>Disponibilidade de águas cinzentas</b> |                     |                            |                            |                            |
|---|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Destino</b>                            | <b>(litros/dia)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/dia)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/mês)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/ano)</b> |
| <b>Torneiras de Lavatório</b>             | 194,3               | 0,2                        | 5,8                        | 70,0                       |
| <b>Chuveiros</b>                          | 1072,2              | 1,1                        | 32,2                       | 386,0                      |
| <b>Total</b>                              | <b>1266,5</b>       | <b>1,3</b>                 | <b>38,0</b>                | <b>455,9</b>               |

Analisando a Tabela 35 e 36 constata-se que, a existência de uma maior necessidade de águas cinzentas em comparação com a disponibilidade das mesmas. Esta diferença, resulta dos dispositivos considerados no edifício, serem eficientes, logo apresentam volumes de descarga inferiores. Perante a disponibilidade de afluente a tratar, considerou-se para o dimensionamento do SPRAC, apenas as necessidades de rega, uma vez no sistema de tratamento destas águas não existe a necessidade de adição de produtos químicos, logo, menores custos associados, considerando assim, uma solução mais vantajosa.

Após pesquisa do mercado, na oferta deste tipo de sistemas, foi escolhido para efeitos de cálculo, o sistema da marca Ecodepur, modelo BIOX 10, cujo preço indicado já reflete a taxa de iva em vigor. O Anexo H, apresenta o catálogo técnico, onde é possível observar um exemplo deste sistema e utilizado como referência neste caso de estudo.

Tabela 37: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas cinzentas com os equipamentos projetados

| Disponibilidade anual de águas cinzentas (m <sup>3</sup> ) | Necessidades anuais de águas cinzentas (m <sup>3</sup> ) | Grau de aproveitamento (%) | Redução de água nos consumos (%) | Volume da cisterna (m <sup>3</sup> ) | Investimento apenas na cisterna (€) | Tempo de retorno do investimento (anos) |
|--|--|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 455,93   | 268  | 59                         | 100                              | 2,41                                 | 11346,44                            | 6,7                                     |

Analisando a Tabela 37, a disponibilidade de águas cinzentas é maior comparativamente às necessidades para rega. Sendo assim, dos 456 m<sup>3</sup> de águas cinzentas disponíveis, apenas 268

m<sup>3</sup> serão aproveitados, originando um grau de aproveitamento de 59% das águas cinzentas disponíveis e de 100% no abastecimento do sistema de rega.

A escolha do reservatório para armazenamento assume grande importância neste tipo de sistema uma vez que, o seu custo é bastante elevado. Foi considerado volume de 2,41 m<sup>3</sup>, uma vez que se verificou que seria suficiente para as necessidades do edifício, tendo um custo de 11 346,44 euros. Este investimento seria recuperado no prazo de 6 anos e 7 meses. Com a implementação deste sistema seria possível reduzir os consumos do edifício de 1223 m<sup>3</sup> de água anuais para 955 m<sup>3</sup>. O Reservatório destina-se a acumular a água tratada nos períodos de produção para que esteja disponível nos períodos de consumo. Este teve em conta os seguintes critérios: ser suficientemente grande para não ocorrerem desperdícios (saída por bypass) e para minimizar a entrada de água da rede. O tempo de retenção não pode, contudo, ser demasiado grande para que possibilite o desenvolvimento de microrganismos que deteriore a qualidade da água tratada e que produzam maus cheiros.

Deverá ser prevista uma alimentação alternativa do SPRAC com água de outras origens (suprimento), em que operação seja preferencialmente automática e no último estágio do 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. Se o suprimento for feito com água potável devem ser impedidas ligações cruzadas entre as duas redes e atendendo à EN 1717.

O sistema deverá ser controlado periodicamente. Os dispositivos de rega, devem ser sinalizados com advertências análogas, acompanhadas de simbologia adequada, e as respetivas torneiras dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança) para evitar usos inadequados. No que diz respeito à exploração dos SPRAC, para além de se verificar periodicamente o funcionamento dos seus componentes, devem ser analisadas a turvação e o odor da água. Deverá ainda existir um contrato de manutenção com um instalador ou entidade acreditada para o efeito.

O facto de não haver a necessidade de qualquer adição química no reservatório, leva a que não exista a criação de subprodutos indesejados, e necessidade de reabastecer ou armazenar os produtos químicos, o que garante uma maior segurança para os utilizadores.

### 3.5 Análise da Eficiência Hídrica (metodologia ANQIP)

De acordo com a metodologia de cálculo sugerida pela ANQIP, e os resultados obtidos para o caso de estudo, foi possível avaliar e classificar a eficiência hídrica do edifício recorrendo à ferramenta sob a forma de calculadora simples, permitindo avaliar e classificar (rotular) o edifício em função da sua eficiência no uso da água potável.

Note-se que, inicialmente foi admitido, para o cálculo dos consumos dos dispositivos, um valor médio de 50 [litros/(pessoa.dia)], para uma categoria A<sup>++</sup>, uma vez que se pretende um hidricamente eficiente. Tratando-se de um edifício onde não existe máquina de lavar roupa, o componente multiplicativo que faz parte dos fatores de correção estabelecidos pela metodologia não é considerado (fator de correção = 1). Assim sendo para o cálculo do fator multiplicativo, a percentagem de uso afeta a este uso de 2%, retirado do Manual de ANQIP, e para consumos de referência de 125 [litros/(pessoa.dia)], o valor médio de 2.5 l/(pessoa.dia), que representa 2% afeta ao uso deste equipamento, e tendo em conta o somatório dos consumos de referências, dos equipamentos propostos, obtém-se :

$$\blacksquare \text{ Fator multiplicativo} = \frac{(50-2.5)l/(pessoa.dia)}{50 l/(pessoa.dis)} = 0.95 \approx 1 \quad [18]$$

Ao inserir os resultados obtidos na calculadora de eficiência hídrica, consumos dos equipamentos propostos bem como o contributo da reciclagem de águas pluviais e cinzentas, ao longo do presente estudo, foi tido em conta três cenários, sendo o Cenário 1, considerar apenas o contributo da reciclagem da água da chuva, o cenário 2 com o contributo da reciclagem de águas cinzentas, e cenário 3 contributo reciclagem da água da chuva e águas cinzentas, como medidas adicionais à eficiência do edifício. Tendo em conta a classificação da eficiência hídrica da edificação, anteriormente apresentado na Tabela 14, capítulo 3.3, é possível avaliar os ganhos a nível de eficiência hídrica no edifício da Futura Residência de Estudantes do IPEiria, para os Três cenários diferentes.

Tabela 38: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (Cenário 1)

| Tipo de instalação   | Unidades de medida  | Volume/Caudal (médio) | Factor de Uso | Litros/(pessoa/dia) |
|--|---------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
|  |                     | (a)                   | (b)           | (c) = [(a)x(b)]     |
| Autoclismos  | litros              | 2,7                   | 6,94          | 18,75               |
| Torneiras de Lavatório   | litros/min          | 1,5                   | 2,27          | 3,41                |
| Chuveiros  | litros/min          | 4,5                   | 4,67          | 21,02               |
| Torneiras de Cozinha   | litros/min          | 3,5                   | 1,95          | 6,82                |
| Consumo Total calculado<br>[litros/(pessoa.dia)]= soma da coluna (c)=(1) | litros/(pessoa.dia) |                       |               | 50,00               |
| Fatores de correção  | Multiplicativo (2)  |                       |               | 1,00                |
|  | Adicionar MLR       | litros/lavagem        | L=            | 0                   |
|  |                     | litros/(pessoa.dia)   | (3)           | 10xL/45             |
|  | Adicionar MLL       | litros/lavagem        | L'=           | 11                  |
| litros/(pessoa.dia)  |                     | (4)                   | 2,5xL'/10     | 2,75                |
| Contributo da reciclagem de águas cinzentas =(5)                         | litros/(pessoa.dia) |                       |               |                     |
| Contributo da reciclagem de águas pluviais =(6)                          | litros/(pessoa.dia) |                       |               | 21,36               |
| Total de água consumida =<br>[(1)*(2)+(4)-(5)-(6).dia]= (7)              | litros/(pessoa.dia) |                       |               | 31,39               |
| Usos Exteriores =(8)   | litros/(pessoa.dia) |                       |               | 14,62               |
| Consumo Total (c) = (7) + (8)= (9)                                       | litros/(pessoa.dia) |                       |               | 46,01               |
| <b>Classificação do Edifício</b>   | <b>A++</b>          |                       |               |                     |

No Cenário 1 (Tabela 38), para o cálculo foram acrescidos os consumos referentes aos dispositivos sanitários que utilizam água não potável (autoclismos e rega dos espaços verdes) que totalizam 33,37 litros/(pessoa.dia) e, ainda, foi considerada a percentagem final de aproveitamento de água da chuva do sistema (64%). Assim no presente caso de estudo e para o Cenário 1, ao considerar um contributo médio do aproveitamento de águas pluviais correspondente a 21,36 litros/(pessoa.dia), o consumo total de água potável no edifício (incluindo usos exteriores) corresponde a 46,01 litros/(pessoa.dia). Vale destacar que a escala de classificação permanece a máxima, correspondente a Categoria A++.

Seguindo o mesmo princípio de cálculo para o Cenário 2 e considerando o contributo do aproveitamento das águas cinzentas, estimado em 14,62 litros/(pessoa.dia), que apresenta um aproveitamento de 100% de águas pluviais para rega dos espaços verdes, mantém-se uma classificação final correspondente a categoria máxima de eficiência hídrica (A++), com um consumo total de água equivalente a 52,75 litros/(pessoa.dia). Estes resultados podem ser verificados na Tabela 36.

Tabela 39: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (cenário 2)

| Tipo de instalação  | Unidades de medida  | Volume/Caudal (médio) | Fator de Uso | Litros/ (pessoa/dia) |
|---|---------------------|-----------------------|--------------|----------------------|
|   |                     | (a)                   | (b)          | (c) = [(a)x(b)]      |
| Autoclismos   | litros              | 2,7                   | 6,94         | 18,75                |
| Torneiras de Lavatório  | litros/min          | 1,5                   | 2,27         | 3,41                 |
| Chuveiros   | litros/min          | 4,5                   | 4,67         | 21,02                |
| Torneiras de Cozinha  | litros/min          | 3,5                   | 1,95         | 6,82                 |
| Consumo Total calculado [litros/(pessoa.dia)]= soma da coluna (c)=(1) | litros/(pessoa.dia) |                       |              | 50,00                |
| Fatores de correção   | Multiplicativo (2)  |                       |              | 1,00                 |
|   | Adicionar MLR       | litros/lavagem        | L=           | 0                    |
|   |                     | litros/(pessoa.dia)   | (3)          | 10xL/45              |
|   | Adicionar MLL       | litros/lavagem        | L'=          | 11                   |
| litros/(pessoa.dia)   |                     | (4)                   | 2,5xL'/10    | 2,75                 |
| Contributo da reciclagem de águas cinzentas =(5)                      | litros/(pessoa.dia) |                       |              | 14,62                |
| Contributo da reciclagem de águas pluviais =(6)                       | litros/(pessoa.dia) |                       |              |                      |
| Total de água consumida = [(1)*(2)+(4)-(5)-(6).dia]= (7)              | litros/(pessoa.dia) |                       |              | 38,13                |
| Usos Exteriores =(8)  | litros/(pessoa.dia) |                       |              | 14,62                |
| Consumo Total (c) = (7) + (8)= (9)                                    | litros/(pessoa.dia) |                       |              | 52,75                |
| <b>Classificação do Edifício</b>                                      | <b>A++</b>          |                       |              |                      |

Analisando os Cenários 1 e 2, e como seria de esperar, os equipamentos eficientes com a conjugação do SAAP apresenta melhores resultados, do que com a conjugação SPRAC, embora ambas conducentes à redução do consumo de água potável, verifica-se que os ganhos são maiores com o contributo das águas pluviais, sendo esta uma solução de eficiência hídrica economicamente mais viável, porque apresenta períodos de retorno do investimento, que apesar de significativo, são inferiores comparativamente a um SPRAC.

Ainda assim importa analisar a eficiência hídrica do edifício com o contributo da reciclagem das águas pluviais e águas cinzentas, simultaneamente (Cenário 3). Os equipamentos sugeridos para a utilização das águas provenientes dos sistemas de aproveitamento de águas, pluviais e cinzentas, poderão resultar numa pequena diminuição da quantificação de consumos, uma vez que, a fonte de aproveitamento pode não ser sempre constante e apenas alimenta uma pequena parte dos equipamentos do edifício. No caso de estudo o contributo das águas pluviais para reutilização dos autoclismos e a reciclagem de águas cinzentas, provenientes dos chuveiros e das torneiras de lavatório, na utilização do sistema de rega dos espaços verdes. Deste modo

a Tabela 40 apresenta a classificação da eficiência hídrica para o Cenário 3, simulando o potencial dos sistemas para o edifício em questão.

Tabela 40: Calculadora de consumos e classificação da eficiência hídrica do Edifício (cenário 3)

| Tipo de instalação  | Unidades de medida | Volume/Caudal (médio) | Fator de Uso | Litros/ (pessoa/dia) |
|---|--------------------|-----------------------|--------------|----------------------|
|   |                    | (a)                   | (b)          | (c) = [(a)x(b)]      |
| Autoclismos   | litros             | 2,7                   | 6,94         | 18,75                |
| Torneiras de Lavatório  | litros/min         | 1,5                   | 2,27         | 3,41                 |
| Chuveiros   | litros/min         | 4,5                   | 4,67         | 21,02                |
| Torneiras de Cozinha  | litros/min         | 3,5                   | 1,95         | 6,82                 |
| Consumo Total calculado [litros/(pessoa.dia)]= soma da coluna (c)=(1) |                    |                       |              | 50,00                |
| Fatores de correção   | Multiplicativo (2) |                       |              | 1,00                 |
|   | Adicionar MLR      | litros/lavagem        | L=           | 0                    |
|   |                    | litros/(pessoa.dia)   | (3)          | 10xL/45              |
|   | Adicionar MLL      | litros/lavagem        | L'=          | 11                   |
| litros/(pessoa.dia)   |                    | (4)                   | 2,5xL'/10    | 2,75                 |
| Contributo da reciclagem de águas cinzentas =(5)                      |                    |                       |              | 14,62                |
| Contributo da reciclagem de águas pluviais =(6)                       |                    |                       |              | 12,00                |
| Total de água consumida = [(1)*(2)+(4)-(5)-(6).dia]= (7)              |                    |                       |              | 26,13                |
| Usos Exteriores =(8)  |                    |                       |              | 14,62                |
| Consumo Total (c) = (7) + (8)= (9)                                    |                    |                       |              | 40,75                |
| <b>Classificação do Edifício</b>                                      |                    | <b>A++</b>            |              |                      |

Vale ressaltar, que há ganhos à nível de eficiência hídrica, com a inclusão do contributo do aproveitamento de água da chuva e da reciclagem das águas cinzentas na edificação em simultâneo, pela expressiva redução do consumo de água potável no Cenário3. Importa agora avaliar as medidas de poupança de água apresentadas anteriormente e a viabilidade económica da sua implantação, que irá ser abordado no capítulo seguinte.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresenta-se um breve resumo do trabalho desenvolvido. Na Tabela 41 estão presentes os equipamentos sanitários que se propõem para o edifício, a escolha destes teve em conta a certificação ANQIP, apresentando marcas e preços, dos vários dispositivos. Apenas para uma possível ideia de custos, observa-se que o investimento necessário para a implementação destes equipamentos no edifício, seria de 20.769,80 euros. Note-se que estes valores podem variar consoante modelos e marcas.

Tabela 41: Resumo equipamentos propostos, quantidades, consumos e preços

| Dispositivo                | Quant. | Categoria Eficiência Hídrica | Consumo (l/min) ou (l/lavagem) | Total diário Litros/dia | Total mensal (m³/mês) | Total anual (m³/ano) | Marca (proposta) | Custo unitário (€) | Custo total (€)  |
|----------------------------|--------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Autoclismo                 | 55,00  | A++                          | 18,75                          | 1.031,25                | 30,94                 | 371,25               | Erix             | 121,46             | 6.680,44         |
| Chuveiro                   | 51,00  | A++                          | 21,02                          | 1.072,16                | 32,16                 | 385,98               | Sanitana         | 73,19              | 3.732,44         |
| Torneira de Lavatório/Bidé | 57,00  | A++                          | 3,41                           | 194,32                  | 5,83                  | 69,95                | Sanitana         | 110,70             | 6.309,90         |
| Torneira de Cozinha        | 52,00  | A++                          | 6,82                           | 354,55                  | 10,64                 | 127,64               | Sanitana         | 70,11              | 3.645,72         |
| Máquina lavar loiça        | 1,00   | D (*)                        | 2,75                           | 2,75                    | 0,08                  | 0,99                 | Beko             | 363,55             | 363,55           |
| Urinol                     | 1,00   | A++                          | 1,00                           | 1,75                    | 0,05                  | 0,63                 | Erix             | 37,76              | 37,76            |
| <b>Totais</b>              | —      | —                            | —                              | <b>2.656,77</b>         | <b>79,70</b>          | <b>956,44</b>        | —                | <b>776,77</b>      | <b>20.769,80</b> |

Como medida adicional de melhoria da eficiência hídrica foi estudado a possibilidade de aproveitamento das águas pluviais e águas cinzentas. As Tabelas 42 e 43 demonstram a poupança que cada sistema contribui para a redução dos consumos anuais e os custos associados. Com isto, pretende-se atestar a viabilidade destas medidas, tendo em conta a redução do consumo de água potável no edifício e os custos associados.

Tabela 42: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas pluviais com equipamentos eficientes

| Necessidades anuais para consumo (m³) |                | Redução de água nos consumos (m3) | Poupança anual água (%) | Investimento (€) |              | Tempo de retorno do investimento (anos) |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|
| Equipamentos                          | Espaços verdes | SAAP                              |                         | Cisterna         | Equipamentos |   |
| 956,44                                | 268,00         | 320,15                            | 26                      | 2.730,60         | 20.769,80    | 5,7                                     |

Com a instalação do SAAP, esta medida causaria uma redução dos consumos totais de água potável de 320,15 m³, pois os autoclismos e a rega dos espaços verdes seriam abastecidos com as águas

pluviais. A poupança de água anual que representa assim 26%, com um custo total de 23.500,40 euros, que seriam recuperados num prazo de 5 anos e 7 meses.

Tabela 43: Dados obtidos no cálculo do sistema de aproveitamento de águas cinzentas com equipamentos eficientes

| Necessidades anuais para consumo (m <sup>3</sup> ) |                | Redução de água nos consumos (m <sup>3</sup> ) | Poupança anual água (%) | Investimento (€) |              | Tempo de retorno do investimento (anos) |
|--|----------------|--|-------------------------|------------------|--------------|---|
| Equipamentos                                       | Espaços verdes | SPRAC  |                         | Cisterna         | Equipamentos |   |
| 956,44   | 268,00         | 268,00   | 22                      | 11.346,44        | 20.769,80    | 9,3                                     |

No caso da instalação de um SPRAC, as águas reutilizadas serão provenientes dos chuveiros e torneiras de lavatório, que depois de tratadas, serão encaminhadas para o sistema de rega do edifício. No caso de dias de maior pluviosidade que não haja necessidade de grandes consumos para rega, esta água poderá ser utilizada nas lavagens de pisos e/ou pátios. Com esta medida era conseguido a redução de 100% das necessidades para rega, sendo a poupança de água anual de 22%. Para isto, seria necessário um investimento de 32.116,25 euros (custo da cisterna e dos equipamentos eficientes) cujo investimento seria recuperado no prazo de 9 anos e 3 meses.

Como seria de esperar, para este tipo de sistema de reciclagem de água, o custo é muito superior e com uma poupança de água inferior. Devido aos custos avultados de investimento inicial, pode ser uma solução, à partida pouco vantajosa, apesar das poupanças de água. Uma solução poderia passar por um sistema misto, com a reciclagem da água das chuvas e águas cinzentas, uma vez que no trabalho realizado, pudemos contatar que as necessidades de rega recaem nos meses de menor pluviosidade, o que condiciona desta forma o abastecimento das reservas de água. Sendo as águas de banhos e das torneiras pouco poluídas, seria um desperdício não ser possível o seu reaproveitamento, para estas necessidades de consumo. Na Tabela 44, pode se observar que o custo de 34.846,85 euros é muito avultado e só seria recuperado o investimento inicial em 10 anos e 1 mês, mas as poupanças de água anuais seriam de 46%.

Tabela 44: Dados obtidos no cálculo de sistema de aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas com equipamentos eficientes

| Necessidades anuais para consumo (m <sup>3</sup> ) |                | Redução de água nos consumos (m <sup>3</sup> ) |        | Poupança anual água (%) | Investimento (€) |              | Tempo de retorno do investimento (anos) |
|--|----------------|--|--------|-------------------------|------------------|--------------|---|
| Equipamentos                                       | Espaços verdes | SAAP   | SPRAC  |                         | Cisternas        | Equipamentos |   |
| 956,44   | 268,00         | 289,68   | 268,00 | 46                      | 14.077,04        | 20.769,80    | 10,1                                    |

Os valores de investimento não incluem os custos de manutenção, instalação e transporte, dos sistemas SAAP e SPRAC. Como pudemos observar a parcela maior de investimento inicial, corresponde à aquisição dos equipamentos eficientes. Para fazer uma análise, das poupanças adquiridas com a implementação destes equipamentos, foi feito um comparativo com uma avaliação de consumos de uma habitação de referência em Portugal.

A habitação de referência foi criada com base nos padrões normais das habitações ditas tradicionais, isto é, uma habitação sem equipamentos sanitários com baixos consumos de água e sem qualquer sistema de aproveitamentos de águas, seja das chuvas, seja de águas cinzentas. Os valores dos consumos obtidos na Tabela 45, teve em conta os dados adquiridos por auditoras da ANQIP (manual ANQIP), os produtos da letra D são os mais comuns em Portugal, exceto no que se refere aos chuveiros onde são mais comuns os da letra C. Assim foram tomados os valores dos volumes de caudal médios e fatores de uso (admitindo a não existência de circuito de retorno para as águas quentes), para se ter a ideia dos consumos anuais, com a utilização de dispositivos menos eficientes.

Tabela 45: Consumo considerando equipamentos de numa habitação de referência em Portugal

| Dispositivo                | Quant. | Categoria Eficiência Hídrica | Fator de uso | Volume/Caudal (médio) | Consumo (l/min) ou (l/lavagem) | Total diário Litros/dia | Total mensal (m <sup>3</sup> /mês) | Total anual (m <sup>3</sup> /ano) |
|----------------------------|--------|------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Autoclismo                 | 55,00  | D                            | 5,9          | 7,00                  | 41,30                          | 2.271,50                | 68,15                              | 817,74                            |
| Chuveiro                   | 51,00  | C                            | 6,1          | 9,00                  | 54,90                          | 2.799,90                | 84,00                              | 1.007,96                          |
| Torneira de Lavatório/Bidé | 57,00  | D                            | 1,6          | 9,00                  | 14,40                          | 820,80                  | 24,62                              | 295,49                            |
| Torneira de Cozinha        | 52,00  | D                            | 2,4          | 12,00                 | 28,80                          | 1.497,60                | 44,93                              | 539,14                            |
| Máquina lavar loiça        | 1,00   | —                            | —            | 15,00                 | 15,00                          | 15,00                   | 0,45                               | 5,40                              |
| Urinol                     | 1,00   | D                            | —            | 9,00                  | 9,00                           | 1,75                    | 0,05                               | 0,63                              |
| <b>Totais</b>              |        |                              |              |                       |                                | <b>7.406,55</b>         | <b>222,20</b>                      | <b>2.666,36</b>                   |

Pela análise podemos verificar que os consumos são muito superiores, passou de 2.666,36 m<sup>3</sup> para 956,44 m<sup>3</sup>, recorrendo a equipamentos eficientes.

Podemos verificar na Tabela 46 que a poupança de água anual com o recurso a equipamentos eficiente é de cerca de 42%, que corresponde a uma redução nos consumos de 1.709,92 m<sup>3</sup>, que relacionado com o custo da água, seria possível poupar 21.920,97 euros anuais, só em faturas da água.

Tabela 46: Poupanças de água considerando equipamentos eficientes

| Necessidades anuais para consumo (referência) (m³) |                | Necessidades anuais para consumo (eficientes) (m³) |                | Poupança anual água (%) | Poupança água anual para consumo com equipamentos eficientes | Poupança anual de água para consumo com equipamentos eficientes (€) |
|--|----------------|--|----------------|-------------------------|--|---|
| Equipamentos                                       | Espaços verdes | Equipamentos                                       | Espaços verdes |                         |  |   |
| 2666,36  | 268,00         | 956,44   | 268,00         | 42                      | 1.709,92   | 21.920,97   |

Posto isto, e face às poupanças verificadas, seriam necessários 1 ano e 6 meses, para o pagamento do investimento inicial de 34.846,85 euros, tendo em conta os equipamentos eficientes e a implantação dos sistemas de reaproveitamento de águas da chuva e águas cinzentas, como medidas de eficiência hídrica no edifício em estudo. Note-se que a necessidade para efeitos de rega não se altera, na medida em que não foi estudado.

## 5 Conclusões

A água é um recurso natural que pode ser utilizado pelo Homem sem comprometer as necessidades dos ecossistemas e das gerações futuras. O uso desmedido desta fonte de recurso, mesmo que renovável, favorece a ineficiência e o desperdício comprometendo quem venha a necessitar deste recurso no futuro. Assim, a preocupação da população mundial terá de passar maioritariamente pela questão da sustentabilidade dos recursos hídricos associados à diminuição do consumo de água potável, criando assim uma consciência global da importância da água. O interesse na utilização eficiente e no reaproveitamento/reciclagem e reutilização de água aumenta progressivamente e à medida que escasseiam os recursos hídricos de qualidade para consumo humano.

É imperativo reter a importância pela sustentabilidade no uso de recursos em edifícios habitacionais, coletivos e similares, nomeadamente a água e a energia no âmbito das mudanças climáticas, face à escassez e stress hídrico em todo o mundo. A interdependência entre a água e energia em todos os setores, principalmente no setor urbano através do ciclo urbano da água, torna urgente políticas de certificação e rotulagem conjunta, tanto de edifícios como de dispositivos, de forma a potencializar os benefícios ambientais e socioeconómicos da população. Para este processo é necessário ter em conta o princípio 5R da ANQIP e das diversas medidas de eficiência hídrica que devem ser estudadas para cada aplicação, nomeadamente ter em conta em novos projetos dispositivos eficientes certificados pela ANQIP, ou no caso de edifícios existentes a substituição de dispositivos convencionais por outros mais eficientes e englobar o aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas, como medidas adicionais que contribuem para a eficiência hídrica de um edifício.

A redução dos consumos pode ser obtida pela adoção de novos produtos ou dispositivos eficientes, independentemente de outras medidas de carácter não técnico. É, talvez, a primeira atuação e mais importante ao nível da eficiência nos edifícios. Assim, uma especial atenção deve ser dada ao uso de produtos eficientes e os consumidores devem ser capazes de identificar

facilmente esses produtos, impondo-se a adoção de sistemas de rotulagem de fácil interpretação.

No presente trabalho, foi tido em conta medidas de sustentabilidade ambiental, tendo por base modelos globais já existentes para a avaliação da sustentabilidade dos edifícios e de modelos para a avaliação da eficiência hídrica estabelecido em Portugal (ANQIP), permitindo enquadrar uma proposta eficiente hidricamente, para uma Futura Residência para Estudantes em Leiria, propondo medidas, que depois de implementadas melhoraram o desempenho do edifício, mostrando assim possíveis ajustamentos, para baixar os consumos de água potável a partir de sistemas públicos e a utilização de água de fontes alternativas como o aproveitamento da água da chuva e/ou reutilização de águas cinzentas.

A aplicação de dispositivos de eficiência hídrica contribui para uma redução significativa nos consumos e é claramente demonstradora dos benefícios, esperando-se um período de retorno relativamente curto dos investimentos a serem realizados para melhoria de eficiência hídrica. No entanto, é sabido que o investimento necessário para aplicação destas medidas de eficiência hídrica, é regularmente um fator limitativo de acordo com as restrições orçamentais das entidades, apesar do potencial na redução do consumo de água ser significativo.

Deste modo, a caracterização do consumo de água num edifício residencial é um requisito fundamental para a análise e avaliação do potencial de poupança e é um fator determinante nas ações prioritárias, com o objetivo de um uso racional da água e um consumo mais eficiente num edifício. Verificou-se que os usos na casa de banho são os que possuem uma maior percentagem do consumo total, onde duches/banhos e a descarga de autoclismos totalizam um total de 70%. Quanto às torneiras, contabilizam um total de 18% do consumo, e o seu uso está de acordo com a sua utilização em cozinhas e casas de banho.

Contudo, a diminuição do consumo e o aproveitamento de águas, quer pluviais quer residuais, exigem a adoção de medidas eficientes na redução do consumo de água potável e substituição da dependência de água potável para fins em que esta não seja estritamente necessária. Tanto na vertente associada à redução a montante como na redução pela utilização de água já usada ou resultante da água pluvial, existem hoje no mercado inúmeras soluções. Deste modo,

relativamente aos SAAP, é de realçar a facilidade de aplicação e o baixo custo, dependendo da tecnologia dos dispositivos adotados. O retorno do investimento depende sempre da precipitação do local de implantação, da área de captação e dos consumos a satisfazer. Em relação à implantação de SPRAC, os principais benefícios são a redução do consumo de água potável e, conseqüentemente, a redução na fatura de água. Em contrapartida, deverão ser tomadas medidas que, de acordo com a utilização a que se destina, tenham em atenção a minimização dos riscos para a saúde dos utilizadores e para o meio ambiente.

### **Casos de Estudo Futuros**

Todos os elementos de base necessários para aplicação do modelo (percentagem de consumo por uso ou dispositivo, fatores de uso, fatores de conforto, fatores de correção, etc.) poderão ser objeto de melhoria e atualização, facilmente integráveis nas metodologias propostas. É em relação a estes elementos base que se entende que poderá ser centrada a investigação futura.

A água com qualidade própria para consumo humano utilizada para atividades que não necessitam de um nível de tratamento tão elevado, deu origem à necessidade de encontrar recursos alternativos, na medida em que os recursos hídricos disponíveis no meio ambiente escasseiam. A presente dissertação desenvolve a temática da reutilização das águas cinzentas, abordando os seus benefícios ambientais e económicos. A contribuição para a redução da utilização de água potável, bem como a redução de descargas poluentes, o que contribui para a melhoria dos ecossistemas e qualidade da água dos meios recetores, são benefícios inerentes a este tipo de solução. A viabilidade de uma solução de tratamento de águas residuais não depende só dos seus aspetos económico-financeiros, mas também dos ambientais. As águas cinzentas foram as águas residuais selecionadas por apresentarem baixo teor de poluição comparativamente com as águas residuais convencionais, o que leva a que o nível de tratamento não seja tão exigente. Em suma, tendo em conta a qualidade e quantidade das águas cinzentas, é crucial que estas não sejam tratadas como um resíduo que deve ser restituído ao meio recetor, mas sim como um recurso de valor após o tratamento adequado, podendo ser reutilizadas em lavagem de pavimentos, ou rega dos espaços verdes, por exemplo, como foi realizado no caso de estudo analisado. A possibilidade de utilizar as águas residuais tratadas como uma fonte alternativa, independente do sistema de abastecimento público,

permite a conservação de parte dos recursos hídricos com qualidade elevada que iriam ser utilizados para fins de serviço.

A utilização de sistemas integrados que utilizam águas cinzentas e águas pluviais tratadas, podem ser usados nos casos em que uma das fontes de água não potável é insuficiente para suprir as necessidades dos seus usos. Só se devem considerar sistemas integrados se, após o cálculo dos sistemas separados, nenhum for suficiente para fornecer as necessidades por si só (Environment Agency, 2011). Estes sistemas podem representar uma solução promissora que tem como principais vantagens a economia de escala, a diminuição das cargas poluentes e, para além das descargas em autoclismos, a possibilidade da utilização da água tratada para rega, lavagens exteriores e de automóveis, entre outros usos, possivelmente sem recurso a água da rede pública de abastecimento (Neves et al., 2006).

## Referências

- ADENE. (2021). Eficiência Hídrica. ADENE - Agência para a Energia. Disponível em: <https://www.adene.pt/hidrica/>. Consultado em janeiro 2021.
- ADENE, EPAL, & ANQIP. (2018). Guia Aqua eXperience: Eficiência hídrica em edifícios. Disponível em: <https://www.aquaexperience.pt/>. Consultado em novembro 2020.
- Adeyeye, K. (2014). *“Water Efficiency in Buildings: Theory and Practice”*. Wiley Blackwell, 1ªEdition, United Kingdom.
- Almeida, M. C., Vieira, P. e Ribeiro, R. (2006). *“Uso Eficiente da Água no Setor Urbano”*. Guia Técnico 08. IRAR/INAG/LNEC.
- Alves, R. (2010). *“Uso Eficiente da Água em Edifícios – Tecnologia, Certificação, Incentivos Económicos”* Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, FEUP.
- ANQIP, ETA 0701 (2015). Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios.
- ANQIP, ETA 0702 (2015). Certificação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais.
- ANQIP, ETA 0802 (2015). Regulamento do sistema voluntário da ANQIP de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos.
- ANQIP, ETA 0803 (2015). Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização.
- ANQIP, ETA 0804 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete.
- ANQIP, ETA 0805 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete.
- ANQIP, ETA 0806 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche.

ANQIP, ETA 0807 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche.

ANQIP, ETA 0808 (2015). - Especificações Técnicas para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros.

ANQIP, ETA 0809 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros.

ANQIP, ETA 0905 - Especificação Técnica sobre Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC).

ANQIP, ETA 0906 (2015). Certificação de sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas.

ANQIP, [www.anqip.pt](http://www.anqip.pt), consultado em outubro 2020.

APA (2012). *“Programa Nacional Para O Uso Eficiente Da Água.”*. Documento estratégico.

Bertolo, E. (2003), *“Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações”*, Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, FEUP, Porto.

BREEAM Global (2011). *“The World’s Foremost Environmental Assessment Method and Rating System for Buildings.”*.

BRE.@ (2021). *“Building Research Establishment Ltd.”*. Disponível em: <http://www.breeam.com>. Consultado em 10 mai. 2021.

Chambel, T., Manso, F., Soares, A.L. e Lima, I., 2009. Projecto de execução do sistema de rega para o Jardim Botânico de Coimbra. Associação Portuguesa de Jardins e Sítios Históricos, Lisboa. (relatório não publicado).

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., (2008). *The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products*. Water International 33 (1), 19–32.

Clift, Michael. (2003). *“Life-Cycle Costing in the Construction Sector.”* *UNEP Industry And Environment* (September): 37–41.

EN 1112 2011: torneiras sanitárias: chuveiros para torneiras sanitárias para os sistemas de alimentação de água dos tipos 1 e 2 : especificações técnicas / Instituto Português da Qualidade ; elab. CT 117 (CATIM).

Fasola, G. B., Ghisi, E., Marinoski, A. K., & Borinelli, J. B. (2011). Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. *Ambiente Construído*, 11(4), 65-78.

Gonçalves, P. J. (2014). *“Consumos de Água em Edifícios Universitários: Caso do DECivil da UA”* Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

Hansgrohe. [www.pontos-aquacycle.de](http://www.pontos-aquacycle.de), consultado em maio 2021.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., (2008). *Globalization of Water: Sharing the Planet’s Freshwater Resources*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

HOEKSTRA, A. Y., HUNG, P. Q. (2003) - Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Virtual water trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water Trade. Value of Water Research Report Series*, v. 12. IHE, Delft, Holanda.

Ishimoto, M.; Otsuka, M.; Kouno, S., (2011) *“The hot-water-saving effect of a hot-water-saving singlelever faucet for apartment housing and a method of evaluating the same,”* em 37th CIB W062, Aveiro, Portugal.

Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, (2001). *“Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água”*.

Langdon, Davis (2007). *“Life Cycle Costing (LCC) as a Contribution to Sustainable Construction: A Common Methodology.”*.

LEED (2021). *“Sistema de avaliação e certificação ambiental Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)”* Disponível em: <http://www.usgbc.org/leed>, consultado em abril de 2021).

Ley 38/1999 de 5 de novembro, (2006). Código Técnico de Edificación (CTE), Espanha: Ordenación de la Edificación.

Luna, T., Ribau, J. Figueiredo, D., & Alves, R. (2019). Improving energy efficiency in water supply systems with pump scheduling optimization. *Journal of Cleaner Production*, 213, 342-356.

LiderA (2021). “*Liderar pelo Ambiente*”. Disponível em: <http://www.lidera.info>. Consultado em janeiro de 2021.

Lisboa E-Nova, (2014). C. M. Lisboa, EPAL, SIMTEJO. *Matriz Da Água De Lisboa*.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2016) *Four billion people facing severe water scarcity*. *Science Advances*, (2) (2), e1500323. doi: 10.1126/sciadv.1500323.

Martins, D. (2009). “*Uso Eficiente da Água nos Edifícios*”, Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente, FEUP, Porto.

EN 12056-2:2000 // Sanitary pipework, layout and calculation. - Bruxelas : CEN, 2000.

Neves, M. e Martins, D. (2009). “*Uso Eficiente da Água nos Edifícios: Aspectos técnicos, certificação ambiental e incentivos económicos*”, 4<sup>as</sup> Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP, Porto, Portugal.

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

OLI. Catálogo de Sistemas de Instalação Sanitária 2021-2022. Disponível em: <https://www.oli-world.com/pt/servicos/catalogos/catalogo-geral-2021-7c-2022-/> consultado em janeiro de 2021.

OLI, (2012), “*Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais*” Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/49685641/sistemas-de-aproveitamento-de-aguas-pluviais-2012-ol>, consultado em Janeiro de 2021.

- Oliveira, A. (2014). *“Medidas de Otimização do Desempenho Hídrico de um Edifício de Habitação Unifamiliar”* Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- Paraíso, F. (2013). *“Uso Sustentável da Água: Certificação Hídrica em Edifícios”*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- PENSAAR 2020 (2014). *“PENSAAR 2020: Uma Estratégia ao Serviço da População: Serviços de Qualidade a um Preço Sustentável”*, Relatório final, Volume 1.
- Pinheiro, M. (2011). *LiderA, “Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos”*. Lisboa, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- PNEUA, (2012). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, implementação 2012-2020*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Pordata, (2021). *Consumo de energia elétrica: total e por tipo de consumo*. Disponível em: <https://www.pordata.pt/Municipios/Consumo+de+energia+el%C3%A9ctrica+total+e+por+tipo+de+consumo-25>, consultado em novembro de 2020.
- Rodrigues, M. F., Afonso, A. S. e Mariano, N. (2012). *“Water Efficiency in Buildings: A Contribute to Energy Efficiency”*. 36th international Symposium of CIB W062: ‘Water Supply and Drainage for Buildings’.
- 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). *Benefits of water efficiency. Portugal SB10*, Vilamoura, Portugal.

Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2010b). *Eficiência hídrica em edifícios. Situação e perspectivas 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.

Silva-Afonso, A. (2014). *“The bathroom of the future: its contribution to sustainability,”*, University of Aveiro and ANQIP, Portugal.

WEF - The Global Risks Report, 2019 14th Edition, Disponível em:

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf), Consultado em dezembro de 2020.

USGBC@ (2014). *“LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction)”*. Disponível em:

[https://www.gbcbrazil.org.br/wpcontent/uploads/2019/08/LEED\\_v4\\_BDC\\_10\\_01\\_14\\_PT\\_3\\_24\\_17.pdf](https://www.gbcbrazil.org.br/wpcontent/uploads/2019/08/LEED_v4_BDC_10_01_14_PT_3_24_17.pdf). Consultado em dezembro de 2020.

Verdade, J., (2008). *Aproveitamento de Água das Chuvas e Reutilização de Águas Cinzentas*, Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, FEUP, Porto.

Woodward, David G. (1997). *“Life Cycle costing—Theory, Information Acquisition and Application.” International Journal of Project Management* 15(6): 335–44. Disponível em : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786396000890>, Consultado em janeiro 2021.

WWDR (2014). *“The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy”*. United Nations World Water Assessment Programme, Volume 1, Paris, UNESCO.

WWF. Relatório Planeta Vivo (2011). *Biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento*. Disponível em: [http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/08out10\\_planetavivo\\_relatorio2010\\_completo\\_n9.pdf](http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf). Consultado em março 2021.

WWF (2015) Annual report, disponível em: [https://c402277.ssl.cf1.rackcdn.com/publications/843/files/original/WWF\\_2015\\_Annual\\_Report.pdf?1449516064](https://c402277.ssl.cf1.rackcdn.com/publications/843/files/original/WWF_2015_Annual_Report.pdf?1449516064), consultado em março de 2021.

WWF@ (2021). “A água em Portugal e a sua pegada hídrica”. Disponível em: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/agua/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/agua/), consultado em fevereiro de 2021.

## **Anexos**

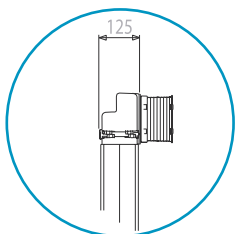
## **Anexo A – Ficha técnica de autoclismos**



# FICHA TÉCNICA

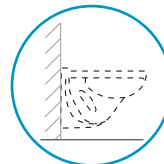
Autoclismo Estrutura K120 - ERIPLUS

Referência: EE148



## APLICAÇÃO:

- Para fixação à parede e ao chão ou em calha técnica de suporte de paredes ligeiras
- Para montagem de sanita suspensa

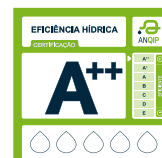


## CARACTERÍSTICAS:

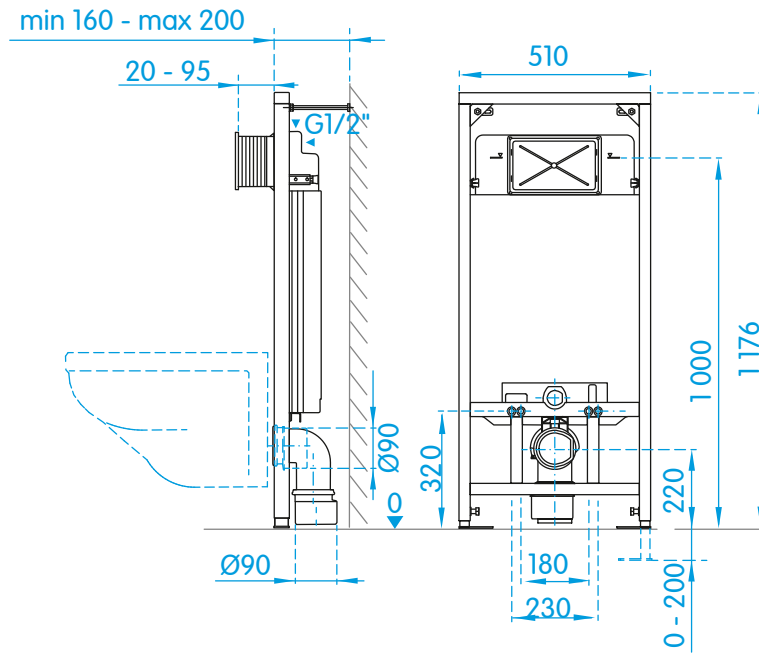
- Dupla descarga de fábrica de 6/3 lts (ajustável a 6/9 lts e 2,5/3,5 lts)
- Espessura de 125 mm
- Autoclismo sem juntas (peça única) assegurando 100% impermeabilidade
- Curva de esgoto regulável em profundidade com 8 posições (0-93mm)
- Entrada de água superior e anterior
- Revestimento anti-condensação e acústico
- Estrutura metálica resistente à corrosão
- Inclui curva de descarga Ø90/90 com adaptador Ø110
- Resistência máxima 400 kg
- Compatível com todas as placas de comando
- Manutenção sem qualquer tipo de ferramentas
- Compatível com todas as sanitas suspensas

## CERTIFICAÇÃO:

- Certificado segundo as normas CE EN 14055 e EN 14124
- Classe A++ em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do Organismo ANQIP



# DIMENSÕES (MM)



**Anexo B – Ficha técnica torneira temporizada para  
urinol**



# FICHA TÉCNICA

Torneira temporizada para urinol

Referência: ET029

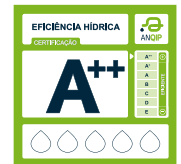


## CARACTERÍSTICAS:

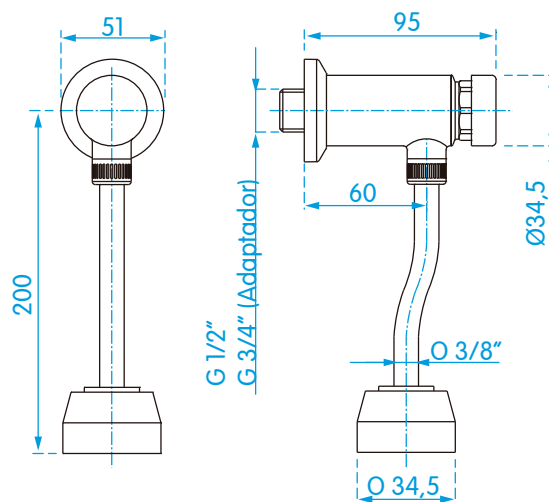
- Temporização aproximada 6 segundos
- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão
- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar
- Fornecido com tubos de ligação e espelho

## CERTIFICAÇÃO:

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



## DIMENSÕES (MM)



## **Anexo C – Ficha técnica torneira de duche**

# Sanitana

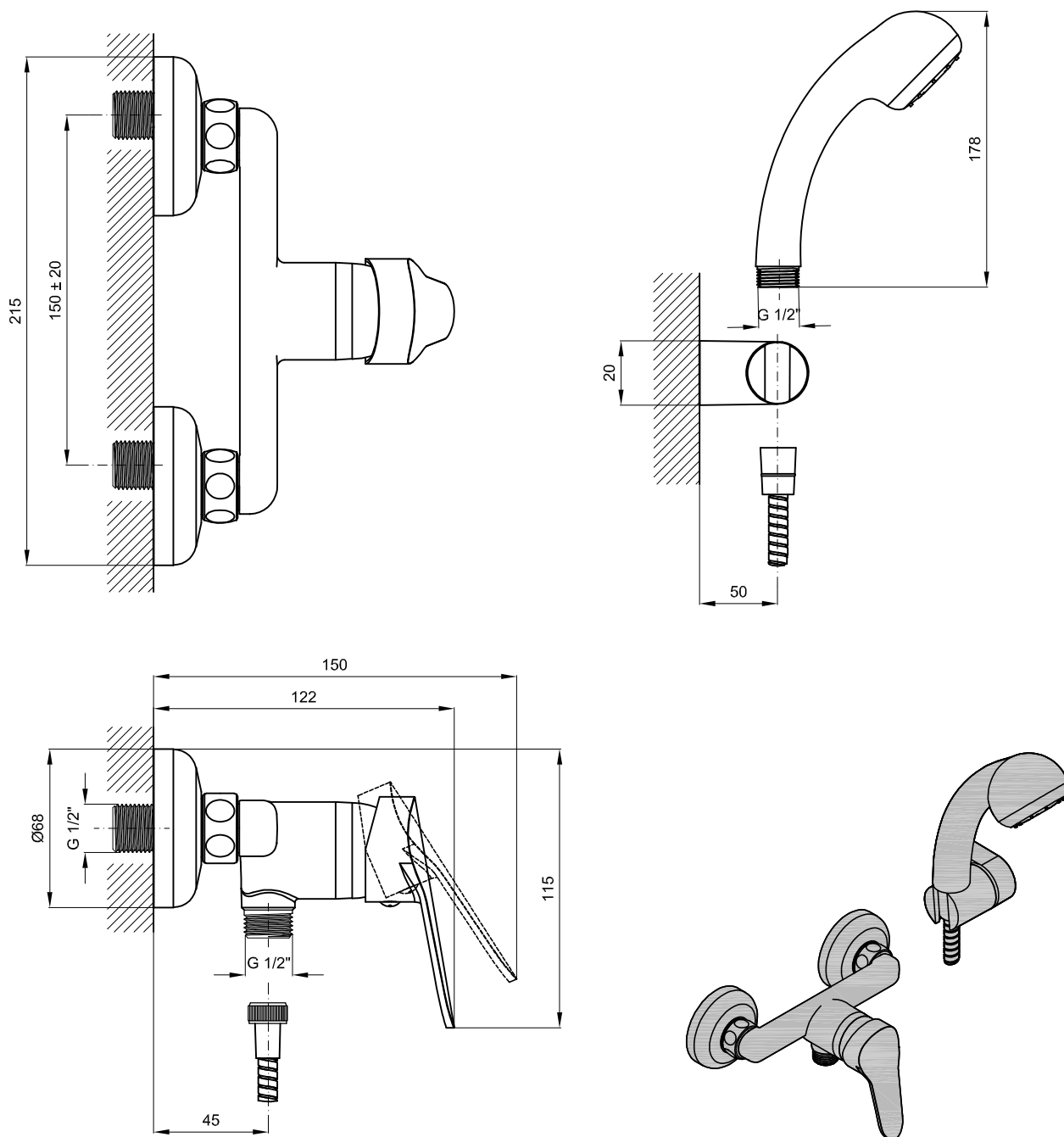
## CARACTERÍSTICAS DO MODELO:

- MATERIAL: LATÃO CROMADO
- TORNEIRA MONOCOMANDO COM SAÍDA DE G $\frac{1}{2}$ "
- CARTUCHO ECOLOGICO Ø 35mm COM DISCOS CERÂMICOS
- GARANTIA DE 5 ANOS
- PESO: 1.44 KG

## PEÇA:

- DESCRIÇÃO: TORNEIRA DE DUCHE
- SERIE: XS-N
- VERSÃO: MONOCOMANDO
- REF: S50202113712600

## CROQUIS COM DIMENSÕES GERAIS E DE LIGAÇÃO:



## COMPONENTES INCLUÍDOS:

- FLEXÍVEL DE CHUVEIRO DE MÃO 1500mm
- CHUVEIRO DE MÃO (ABS)
- SUPORTE CHUVEIRO DE MÃO (ABS)
- REDUTOR DE CAUDAL (5 l/min)

## PRODUTOS ASSOCIADOS:

- BASES DE DUCHE: (OPCIONAL, VER CATÁLOGO GERAL)
- ACESSÓRIOS DE DUCHE: (OPCIONAL, VER CATÁLOGO GERAL)
- RESGUARDOS OU DIVISÓRIAS: (OPCIONAL, VER CATÁLOGO GERAL)

Os produtos apresentados seguem especificações técnicas internas da Sanitana SA. As dimensões são meramente indicativas. Para instalação à medida apenas devem ser consideradas as dimensões retiradas da peça a ser aplicada. Reservamos o direito de fazer alterações técnicas que permitam melhorar a funcionalidade dos nossos produtos sem aviso prévio.

## **Anexo D – Ficha técnica torneira de lavatório**

# Sanitana

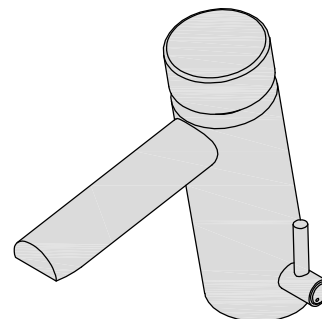
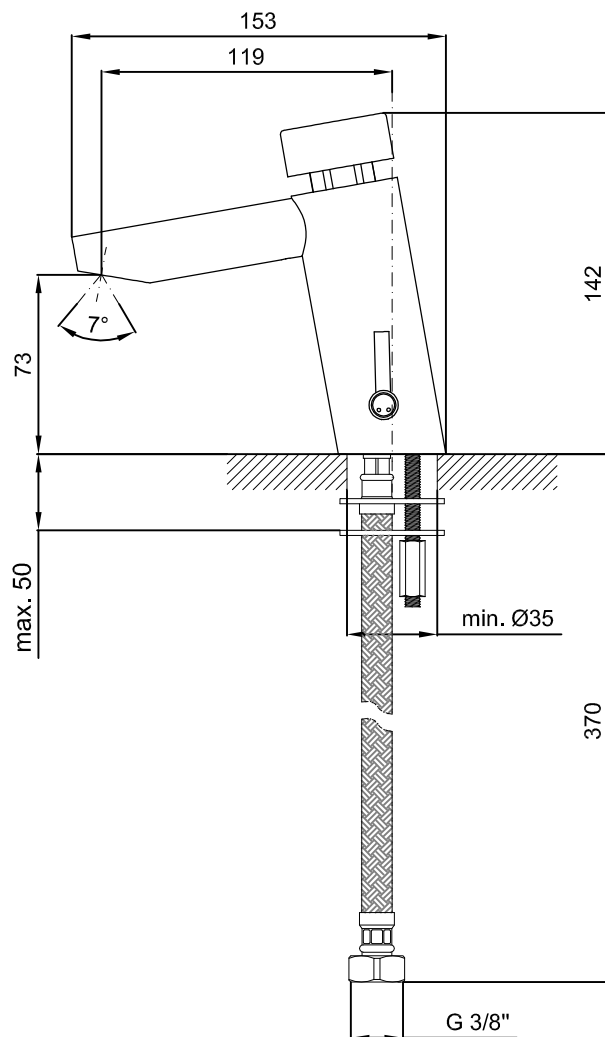
## CARACTERÍSTICAS DO MODELO:

- MATERIAL: LATÃO CROMADO
- TEMPO DE ABERTURA 10 SEGUNDOS ( $\pm 3$  seg.)
- POSSIBILIDADE DE REGULAR CAUDAL, REDUZINDO ASSIM CONSUMO DE ÁGUA:
  - MIN: 5,9 L/min
  - MAX: 13,9 L/min
- PERLATOR ORIENTÁVEL 7°
- GARANTIA DE 5 ANOS
- PESO: 1.50 KG

## PEÇA:

- DESCRIÇÃO: TORNEIRA DE LAVATÓRIO 2 ÁGUAS
- SERIE: UNIC
- VERSÃO: TEMPORIZADA
- REF: TUNICLT201M0

## CROQUIS COM DIMENSÕES GERAIS E DE LIGAÇÃO:



## COMPONENTES INCLuíDOS:

- FLEXÍVEIS DE ALIMENTAÇÃO DE  $\frac{3}{8}$ "

## PRODUTOS ASSOCIADOS:

- VÁLVULAS DE DESCARGA (OPCIONAL, CONSULTAR CATÁLOGO GERAL)
- SIFÕES DE DESCARGA (OPCIONAL, CONSULTAR CATÁLOGO GERAL)
- LAVATÓRIOS (OPCIONAL, CONSULTAR CATÁLOGO GERAL)

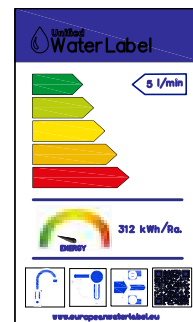
Os produtos apresentados seguem especificações técnicas internas da Sanitana SA. As dimensões são meramente indicativas. Para instalação à medida apenas devem ser consideradas as dimensões retiradas da peça a ser aplicada. Reservamos o direito de fazer alterações técnicas que permitam melhorar a funcionalidade dos nossos produtos sem aviso prévio.

## **Anexo E – Ficha técnica torneira de cozinha**

# Sanitana

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO:

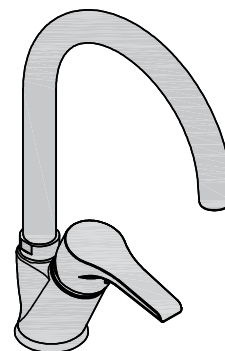
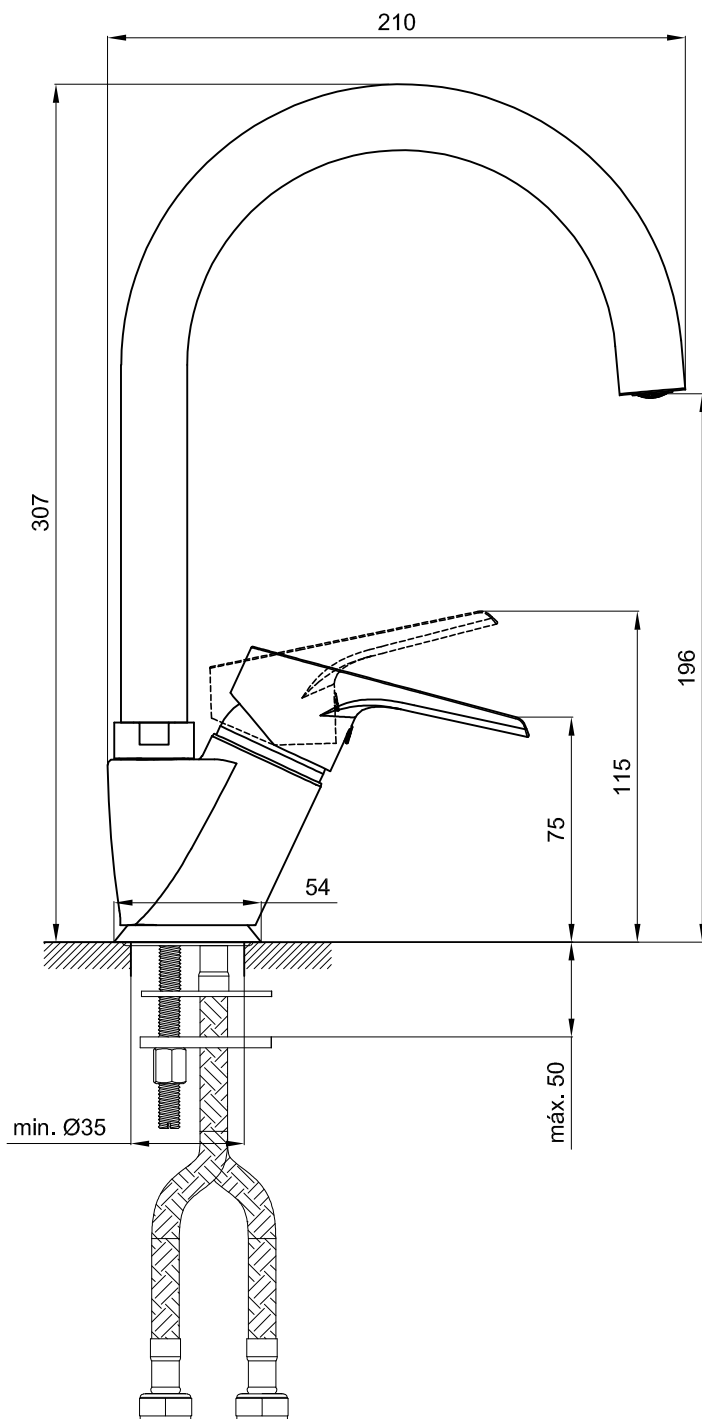
- MATERIAL: LATÃO CROMADO
- CARTUCHO ECOLÓGICO Ø35 mm  
COM DISCOS CERÂMICOS
- BICA ALTA GIRATÓRIA A 360°
- GARANTIA DE 5 ANOS
- PESO: 1.58 KG



## PEÇA:

- DESCRIÇÃO: TORNEIRA DE COZINHA
- SERIE: VIVA
- VERSÃO: MONOCOMANDO
- REF: S50203100012600

## CROQUIS COM DIMENSÕES GERAIS E DE LIGAÇÃO:



## COMPONENTES INCLuíDOS:

- FLEXÍVEIS DE ALIMENTAÇÃO DE 3/8"

## PRODUTOS ASSOCIADOS:

- LAVA-LOUÇAS: (OPCIONAL, VER CATÁLOGO GERAL)

# Anexo F – Dados de Precipitação

| SNIRH - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS          |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Relatório do parâmetro Precipitação mensal (mm) em LEIRIA (15E/01UG) |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| Ano Hid.   | JAN   | FEV   | MAR   | ABR   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO  | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   |
| 1935   | 0     | 68    | 4     | 6     | 35,8  | 33,2  | 0     | 0    | 9     | 12    | 73    | 242   |
| 1936   | 234   | 260   | 246   | 166   | 82,4  | 25,2  | 0     | 0    | 24,4  | 11    | 199   | 303   |
| 1937   | 231   | 95    | 288   | 34    | 53    | 0     | 0     | 0    | 18,8  | 14    | 47    | 53    |
| 1938   | 39    | 38    | 24    | 62    | 75    | 20    | 0     | 0    | 52,8  | 167   | 158   | 187   |
| 1939   | 273   | 57    | 41    | 78    | 0     | 123   | 8,4   | 0    | 74,8  | 0     | 98    | 120   |
| 1940   | 355   | 258   | 206   | 104   | 128,4 | 66,8  | 0     | 0    | 28,4  | 173   | 89    | 209   |
| 1941   | 329   | 240   | 285   | 263   | 36,4  | 78,4  | 104,4 | 0    | 41,2  | 245   | 159   | 25    |
| 1942   | 156   | 36    | 238   | 124,6 | 72,2  | 32,1  | 0     | 7,2  | 66    | 38    | 181   | 20    |
| 1943   | 258   | 33    | 114   | 42,4  | 10,4  | 0     | 27    | 0    | 66,8  | 183   | 82    | 172   |
| 1944   | 1     | 55    | 47    | 11,6  | 21    | 34,2  | 0,8   | 45,6 | 31,2  | 129   | 58    | 172   |
| 1945   | 69    | 7     | 21    | 31,8  | 19,8  | 10,8  | 5,8   | 1,2  | 0     | 180   | 134   | 106   |
| 1946   | 149   | 40    | 165   | 427   | 106,6 | 0     | 0     | 4,2  | 8,8   | 170   | 81    | 143   |
| 1947   | 254   | 434   | 152   | 11,2  | 0     | 0     | 0     | 2,4  | 18,8  | 45    | 162   | 252   |
| 1948   | 248   | 76    | 94    | 35    | 119,4 | 0,2   | 0,2   | 25,6 | 12    | 63    | 43    | 105   |
| 1949   | 60    | 26    | 57    | 30    | 21,6  | 20,2  | 3,6   | 0    | 267,4 | 66    | 8     | 164   |
| 1950   | 30    | 129   |       |       |       |       |       |      |       | 79    | 148   | 90    |
| 1951   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 1952   |       |       | 149,2 | 38    | 56,4  | 35,2  | 0     | 14,6 | 26,8  |       |       |       |
| 1953   | 20,4  | 59    | 31,2  | 37,6  | 17    | 7,4   | 0     | 0    | 53,8  | 49,4  | 63,8  | 118   |
| 1954   | 77,4  | 59,2  | 222,8 | 94,8  | 18,6  | 15    | 0     | 5,6  | 0,2   | 143,8 | 85    | 86    |
| 1955   | 220,2 | 202,8 | 33,2  | 26    | 17,8  | 34,2  | 0     | 12,6 | 0,8   | 22,6  | 92    | 83,2  |
| 1956   | 148,6 | 59,8  | 205   | 166   | 104,8 | 1,4   | 10,8  | 52,8 | 89    | 55    | 127,4 | 191   |
| 1957   | 35,2  | 131,4 | 82,6  | 40,2  | 54,4  | 31,4  | 6,6   | 10,4 | 23,8  | 106,6 | 33,4  | 87    |
| 1958   | 134,8 | 63,6  | 113,3 | 47,2  | 33,4  | 59    | 11    | 36   | 25,4  | 23,2  | 114,5 | 121   |
| 1959   | 148,2 | 66,4  | 202,9 | 77,4  | 87    | 12,4  | 1,4   | 5    | 94,4  | 53,4  | 18,8  | 268,4 |
| 1960   | 179,4 | 171,4 | 226   | 68,4  | 101,8 | 26,2  | 0,4   | 21   | 69,2  | 89,2  | 205,8 | 256,8 |
| 1961   | 109   | 41    | 42    | 104,6 | 226   | 45,6  | 8,2   | 3,2  | 36,3  | 257,8 | 171,4 | 216,4 |
| 1962   | 148,9 | 34,8  | 127,3 | 59,2  | 8,2   | 22,4  | 1,4   | 0    | 24,3  | 78,3  | 165,9 | 160   |
| 1963   | 251,1 | 238,4 | 126,8 | 100   | 38,3  | 46,1  | 1,2   | 1,9  | 14,1  | 142,5 | 124,8 | 75,3  |
| 1964   | 60,9  | 222,7 | 188,9 | 37,3  | 16,1  | 25,9  | 2,7   | 18,6 | 27,1  | 40,4  | 301,3 | 79,2  |
| 1965   | 133,5 | 72,2  | 132   | 22,7  | 12,9  | 5,8   | 17    | 0    | 70,5  | 65,2  | 41,2  | 63,6  |
| 1966   | 230,7 | 300,8 | 3,8   | 187   | 15,5  | 26,8  | 0,4   | 14,1 | 36    | 180,1 | 220,7 | 140,3 |
| 1967   | 114,3 | 88,9  | 86,4  | 56,7  | 90,8  | 38,7  | 0     | 10,5 | 19,4  | 184,1 | 81,7  | 47,7  |
| 1968   | 9     | 175,6 | 63,6  | 84,1  | 60,6  | 0     | 0     | 9,5  | 24,4  | 34    | 169,4 | 32    |
| 1969   | 160   | 151,5 | 208,7 | 49,7  | 136,4 | 68,2  | 1,7   | 4,5  | 71    | 41,2  | 204,8 | 169,4 |
| 1970   | 340,6 | 30,5  | 23,3  | 18,6  | 137,2 | 59,8  | 1,1   | 7,5  | 3     | 26,8  | 89,7  | 98,2  |
| 1971   | 158,1 | 24    | 95,1  | 160,9 | 145   | 49,8  | 26    | 31,8 | 3,2   | 7,3   | 77,8  | 72,7  |
| 1972   | 146,6 | 222,3 | 111,2 | 28,8  | 33,7  | 4,7   | 0,8   | 1,2  | 7,4   | 7,1   | 24,9  | 67,7  |
| 1973   | 155   | 41,8  | 35,8  | 10,8  | 133,5 | 6,5   | 17,2  | 0    | 30,2  | 162,5 | 132,4 | 139,7 |
| 1974   | 139,2 | 131,7 | 48,6  | 28,2  | 36,2  | 133,7 | 1,5   | 0    | 8,3   | 71,5  | 80,2  | 110   |
| 1975   | 119,1 | 102,1 | 181,3 | 35,9  | 19,3  | 8,1   | 1,2   | 0    | 33    | 5,7   | 123   | 18    |
| 1976   | 66,1  | 134,4 | 69,1  | 94,1  | 2,5   | 0     | 7,3   | 35,2 | 86,2  | 51,7  | 62,1  | 71,6  |
| 1977   | 216,8 | 286,6 | 71,4  | 37,9  | 89,9  | 51    | 16,8  | 1,2  | 29,9  | 224,4 | 218,9 | 216,3 |
| 1978   | 113   | 205,8 | 113,8 | 122   | 90,9  | 49,3  | 0,2   | 0    | 27,7  |       |       | 169,2 |
| 1979   | 165,9 | 259   | 136,3 | 86,1  | 40    | 3,2   | 4,6   | 0    | 7,1   | 70    | 35,5  | 505,4 |
| 1980   | 26,1  | 40,2  | 46,9  | 46,8  | 69,8  | 23,8  | 3,9   | 8,4  | 16,3  | 306,7 | 52,9  | 79,8  |
| 1981   | 0     | 50,2  | 71,1  | 75,8  | 69,2  | 12,9  | 10,5  | 0    | 47,7  | 51,6  | 78    | 15,7  |
| 1982   | 70    | 104,4 | 12,2  | 47,7  | 38    | 7,5   | 15,6  | 11,1 | 65,1  | 73,2  | 0,2   | 342,3 |
| 1983   | 0     | 55,6  | 3,6   | 116,6 | 108,1 | 18,3  | 12,8  | 21,3 | 3,3   | 53,4  | 155,4 | 93    |
| 1984   | 114,8 | 15,7  | 168,1 | 76,4  | 99,6  | 61,5  | 7,5   | 7    | 8,7   | 30    | 146,8 | 157,2 |
| 1985   | 140,4 | 193,2 | 70,6  | 151,9 | 73,3  | 38    | 3,8   | 0    | 2,6   | 68,7  | 185,7 | 69    |
| 1986   | 130   | 207,2 | 37,5  | 82,2  | 13,5  | 15,3  | 0     | 4,4  | 53,9  | 5,5   | 157,1 | 160,7 |
| 1987   | 131   | 130   | 67,1  | 104,6 | 10,7  | 35,4  | 6,7   | 27,9 | 114,8 | 43,5  | 138,6 | 71,1  |
| 1988   | 191,4 | 82,8  | 7,2   | 71    | 129,1 | 67,1  | 35,8  | 0    | 7,5   | 176   | 60,8  | 163,9 |
| 1989   | 37,2  | 119,7 | 77,9  | 92    | 46,1  | 0,3   | 0,9   | 1,3  | 10,4  | 123,5 | 54,5  | 14    |
| 1990   | 159,4 | 43,3  | 12,8  | 144,1 | 31,6  | 8,1   | 11,4  | 3,7  | 33,4  | 121,9 | 152,1 | 302,2 |
| 1991   | 89,2  | 156,9 | 145,3 | 33,4  | 0     | 13,7  | 2,2   | 42,4 | 45,9  | 256,3 | 126,1 | 107,6 |
| 1992   | 41,6  | 23,4  | 28,5  | 88,4  | 52,5  | 56,6  | 9,2   | 19,4 | 49,7  | 80,7  | 64,3  | 55    |
| 1993   | 37,9  | 37    | 28,9  | 132   | 81    | 26,9  | 0,4   | 14,1 | 96,6  | 137,6 | 38,4  | 100,4 |
| 1994   | 154   | 124,4 | 16,3  | 46    | 148,7 | 3,1   | 5,8   | 4    | 24,4  | 222,1 | 191,8 | 21,4  |
| 1995   | 109,8 | 102,4 | 44,1  | 43,7  | 12,2  | 9     | 0,3   | 0    | 22,8  | 86,3  | 108,2 | 44,5  |
| 1996   | 317,2 | 143,4 | 97,6  | 67,5  | 102,3 | 0,7   | 0     | 2,7  | 40,6  | 60,6  | 150,8 | 241,1 |
| 1997   | 147,7 | 12,4  | 0     | 36,3  | 96,2  | 47,2  | 15,9  | 22,9 | 21,7  | 68,7  | 88,8  | 209,3 |
| 1998   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 1999   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2000   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2001   | 299,1 |       |       |       |       |       |       |      |       | 108,9 | 165,3 | 321,5 |
| 2002   | 66,3  | 29,6  | 81,9  | 31    | 31,5  | 13,4  | 1,7   | 2,6  | 93,2  |       | 15,4  | 3,7   |
| 2003   | 141,8 | 78,5  | 49,4  | 48,5  | 4,9   | 11,6  | 4,4   | 28,8 | 19,9  | 119,2 | 152   | 115,4 |
| 2004   | 60,3  | 55,8  | 25,7  | 31,9  | 22,4  | 3,8   | 0,9   | 35   | 44,5  | 133,5 | 89,9  | 57,7  |
| 2005   | 8,8   | 23,8  | 40,8  | 33,3  | 23,3  | 2,6   | 10,7  | 11,7 | 11,2  | 199,3 | 16,9  | 64,3  |
| 2006   | 42,7  | 64,5  | 102,7 | 62,3  | 2,3   | 24,7  | 3,4   | 27,1 | 44,3  | 107,7 | 81,9  | 61,9  |
| 2007   | 29,2  | 96,4  | 24,2  | 47,5  | 52    | 56,9  | 14,9  | 8,3  | 64    | 199,5 | 162,2 | 83,6  |
| 2008   | 104,7 | 49,5  | 53,2  | 173,1 |       | 6,7   |       |      |       | 5,7   | 55,9  | 21,6  |
| 2009   |       |       |       |       |       | 33,4  | 13,9  | 3,2  | 7,5   |       |       |       |
| 2010   |       |       |       |       |       |       |       |      |       | 89,8  | 147,2 |       |
| 2011   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2012   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2013   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2014   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| 2015   |       | 37,1  | 13,8  | 30,8  | 45    | 11,6  | 2,2   | 3,8  | 32    |       |       |       |
| 2016   | 179   | 170,5 |       |       |       |       |       |      |       | 94    | 39,8  | 70,6  |
| 2017   | 14,9  | 59,2  | 71,3  | 2,5   | 3,5   |       |       |      |       |       |       | 62,7  |

## **Anexo G – Tabela preços reservatórios em polietileno**

ESPERGUIÇADEIRA



PREÇO (€/Uni)  
255,31€

MESA / APOIO



PREÇO (€/Uni)  
100,00€

GLOBO ILUMINAÇÃO

PREÇO (€/Uni)  
80,00€ - Pequeno  
100,00€ - Grande



Consulte nossas fichas técnicas e manuais de instalação



E.N. 109, Km 160,3  
2425-737 Ortigosa LRA

☎ 244 618 800  
☎ 244 616 074

✉ geo@tubofuro.pt  
🌐 www.tubofuro.pt



# RESERVATÓRIOS EM POLIETILENO

C/ CERTIFICADO ALIMENTAR



FABRICANTE

RESERVATÓRIOS VERTICAIS



RESERVATÓRIOS HORIZONTAIS



RESERVATÓRIOS ENTERRAR GRANDES DIMENSÕES



FLUTUADORES



## RESISTÊNCIA QUÍMICA DOS RESERVATÓRIOS

| Produto                | 20° | 60° | Produto                | 20° | 60° | Produto                 | 20° | 60° | Produto                  | 20° | 60° |
|------------------------|-----|-----|------------------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----|--------------------------|-----|-----|
| Acetato                | x   | x   | Carbonato de Magnésio  | ✓   | ✓   | Fluoreto de Alumínio    | ✓   | ✓   | óleo de Algodão          | ✓   | ✓   |
| Acetato de amido       | x   | x   | Carbonato de Potássio  | ✓   | ✓   | Fluoreto de Amónio      | ✓   | ✓   | óleo de Cânfora          | x   | x   |
| Ácido Acético a 10%    | ✓   | ✓   | Carbonato de Sódio     | ✓   | ✓   | Fluoreto de Cobre       | ✓   | ✓   | óleo de linhaça          | *   | x   |
| Ácido acético a 60%    | ✓   | *   | Carbonato de Zinco     | ✓   | ✓   | Fluoreto de Potássio    | ✓   | ✓   | óleo de milho            | ✓   | ✓   |
| Ácido arsenico         | ✓   | ✓   | Carbonato de Bário     | ✓   | ✓   | Fluoreto de Sódio       | ✓   | ✓   | óleo Mineral             | *   | x   |
| Ácido ascórbico        | ✓   | ✓   | Cerveja                | ✓   | ✓   | Fosfato Dissódico       | ✓   | ✓   | Ouro                     | ✓   | ✓   |
| Ácido Benzoico         | ✓   | ✓   | Chumbo                 | ✓   | ✓   | Fosfato Trissódico      | ✓   | ✓   | óxido de Cálcio          | ✓   | ✓   |
| Ácido Bórico           | ✓   | ✓   | Cianeto de Cobre       | ✓   | ✓   | Frutose                 | ✓   | ✓   | óxido de Zinco           | ✓   | ✓   |
| Ácido Bromídrico       | ✓   | ✓   | Cianeto de Ferro       | ✓   | ✓   | Ftalato Dibutílico      | *   | *   | Perborato de Potássio    | ✓   | ✓   |
| Ácido Butírico         | x   | x   | Cianeto de Mercúrio    | ✓   | ✓   | Gasóleo                 | ✓   | *   | Perclorato de Potássio   | ✓   | ✓   |
| Ácido carbonico        | ✓   | ✓   | Cianeto de Potássio    | ✓   | ✓   | Gasolina                | *   | x   | Perclorotilino           | x   | x   |
| Ácido Cianídrico       | ✓   | ✓   | Cianeto de Sódio       | ✓   | ✓   | Glicerina               | ✓   | ✓   | Permanganato Potássio    | ✓   | ✓   |
| Ácido Cítrico          | ✓   | ✓   | Clorato de Cálcio      | ✓   | ✓   | Glicol                  | ✓   | ✓   | Persulfato de Amónio     | ✓   | ✓   |
| Ácido Clorídrico       | ✓   | ✓   | Clorato de Potássio    | ✓   | ✓   | Glicose                 | ✓   | ✓   | Persulfato de Amónio     | ✓   | ✓   |
| Ácido Clorosulfónico   | ✓   | ✓   | Clorato de Sódio       | ✓   | ✓   | Hexaclorobenzeno        | ✓   | ✓   | Persulfato de Potássio   | ✓   | ✓   |
| Ácido glicólico        | ✓   | ✓   | Clorato de Cálcio      | ✓   | ✓   | Hexanol, Terciário      | ✓   | ✓   | Priridina                | ✓   | ✓   |
| Ácido Fluobórico       | ✓   | ✓   | Cloreto Amílico        | x   | x   | Hidrato de Amónio       | ✓   | ✓   | Polpa de Fruta           | ✓   | ✓   |
| Ácido Fluossilícico    | ✓   | ✓   | Cloreto Cuproso        | ✓   | ✓   | Hidrato de Bário        | ✓   | ✓   | Prata                    | ✓   | ✓   |
| Ácido Flúídrico (60%)  | ✓   | ✓   | Cloreto de Alumínio    | ✓   | ✓   | Hidrocarbonetos         | x   | x   | propileno-Glicol         | ✓   | ✓   |
| Ácido Formico          | ✓   | ✓   | Cloreto de Amónio      | ✓   | ✓   | Hidrogénio              | ✓   | ✓   | Resorcinol               | ✓   | ✓   |
| Ácido gálico           | ✓   | *   | Cloreto de Bário       | ✓   | ✓   | Hidroquinona            | ✓   | ✓   | Reveladores Fotogra.     | ✓   | ✓   |
| Ácido Glicólico        | ✓   | ✓   | Cloreto de Cálcio      | ✓   | ✓   | Hidróxido de Amónio 28% | ✓   | ✓   | Ródio                    | ✓   | ✓   |
| Ácido Hipocloroso      | ✓   | ✓   | Cloreto de Cobre       | ✓   | ✓   | Hidróxido de Bário      | ✓   | ✓   | Sais Diazóicas           | ✓   | ✓   |
| Ácido Nítrico          | ✓   | ✓   | Cloreto de estânico    | ✓   | ✓   | Hidróxido de Cálcio     | ✓   | ✓   | Sebo                     | ✓   | /   |
| Ácido Oxálico          | ✓   | ✓   | Cloreto de Etila       | x   | x   | Hidróxido de Magnésio   | ✓   | ✓   | Solução de Sabão         | ✓   | ✓   |
| Ácido Salicílico       | ✓   | ✓   | Cloreto de Etileno     | x   | x   | Hidróxido de Potássio   | ✓   | ✓   | Solução de Amido         | ✓   | ✓   |
| Ácido Selenico         | ✓   | ✓   | Cloreto de Ferro       | ✓   | ✓   | Hidróxido de Sódio      | ✓   | ✓   | Solução de Nitrato Prata | ✓   | ✓   |
| Ácido Sulfídrico       | ✓   | ✓   | Cloreto de Magnésio    | ✓   | ✓   | Hipoclorito de Cálcio   | ✓   | ✓   | Soluções Fotográficas    | ✓   | ✓   |
| Ácido Sulfuroso        | ✓   | ✓   | Cloreto de Mercúrio    | ✓   | ✓   | Hipoclorito de Cálcio   | ✓   | ✓   | Sulfato de Alumínio      | ✓   | ✓   |
| Ácido Sulfúrico +      | *   | x   | Cloreto de Níquel      | ✓   | ✓   | Hipoclorito de Sódio    | ✓   | ✓   | Sulfato de Amónio        | ✓   | ✓   |
| Ácido tânico           | ✓   | ✓   | Cloreto de Potássio    | ✓   | ✓   | Hipoclorito de Sódio    | ✓   | ✓   | Sulfato de Amónio        | ✓   | ✓   |
| Alcool Amílico         | ✓   | ✓   | Cloreto de Sódio       | ✓   | ✓   | Iodo                    | ✓   | ✓   | Sulfato de Bário         | ✓   | ✓   |
| Água                   | ✓   | ✓   | Cloreto de Zinco       | ✓   | ✓   | Iodo +                  | *   | /   | Sulfato de Cálcio        | ✓   | ✓   |
| Água de Cloro          | ✓   | ✓   | Cloreto Ferroso        | ✓   | ✓   | Isopropanol             | /   | /   | Sulfato de Cobre         | ✓   | ✓   |
| Água régia             | x   | x   | Cloreto metílico       | x   | x   | Leite                   | ✓   | ✓   | Sulfato de Magnésio      | ✓   | ✓   |
| Água salgada           | ✓   | ✓   | Cloreto Estanoso       | ✓   | ✓   | Levedura                | ✓   | ✓   | Sulfato de Níquel        | ✓   | ✓   |
| Alcool Butílico        | ✓   | ✓   | Cloro +                | x   | x   | Manteiga                | ✓   | ✓   | Sulfato de Potássio      | ✓   | ✓   |
| Alcool de óleo de coco | ✓   | ✓   | Cloro de Amónio        | x   | x   | Melaço                  | ✓   | ✓   | Sulfato de Zinco         | ✓   | ✓   |
| Alcool etílico         | ✓   | ✓   | Cloro Líquido          | x   | x   | Mercurio                | ✓   | ✓   | Sulfato ferroso          | ✓   | ✓   |
| Alcool Furfurílico     | *   | x   | Clorobenzeno           | x   | x   | Metafosfato de Amónio   | ✓   | ✓   | Sulfato de Alumínio      | ✓   | ✓   |
| Alcool etílico         | ✓   | ✓   | Cobre                  | ✓   | ✓   | Metanol                 | ✓   | ✓   | Sulfato de Bário         | ✓   | ✓   |
| Alcool Propílico       | ✓   | ✓   | Coloro de Bário        | ✓   | ✓   | Metilacetona            | *   | x   | Sulfato de Sódio         | ✓   | ✓   |
| Alid e Acética         | ✓   | ✓   | Concentrados de cola   | ✓   | ✓   | Monóxido de carbono     | ✓   | ✓   | Sulfato de Amónio        | ✓   | ✓   |
| Allúmen                | ✓   | ✓   | Cromato de Potássio    | ✓   | ✓   | Nafta                   | *   | x   | Sulfato de bário         | ✓   | ✓   |
| Alumínio de Cromo      | ✓   | ✓   | Cromo                  | ✓   | ✓   | Naftalina               | *   | /   | Sulfato de Potássio      | ✓   | ✓   |
| Amido                  | ✓   | ✓   | Detergentes Sintéticos | ✓   | ✓   | n-Heptano               | *   | *   | Sulfato de Sódio         | ✓   | ✓   |
| Amido de Torro         | ✓   | ✓   | Dextrina               | ✓   | ✓   | Nicotina                | ✓   | ✓   | Terebintina              | x   | x   |
| Amonia                 | ✓   | ✓   | Dextrose               | ✓   | ✓   | Níquel                  | ✓   | ✓   | tetracloro de Carbono    | x   | /   |
| Anidrido carbonico     | x   | x   | Diclorobenzeno         | x   | x   | Nitrato de Cálcio       | ✓   | ✓   | Tetracloro de Titânio    | ✓   | ✓   |
| Anilina                | x   | x   | Dicloropropileno       | x   | x   | Nitrato de cobre        | ✓   | ✓   | Ticloroetileno           | ✓   | ✓   |
| Aria                   | x   | x   | Dicromato de Potássio  | ✓   | ✓   | Nitrato de Ferro        | ✓   | ✓   | Tintas                   | ✓   | ✓   |
| Benzeno                | x   | x   | Dicromato de Potássio  | ✓   | ✓   | Nitrato de Magnésio     | ✓   | ✓   | Toluêno                  | *   | *   |
| Benzina                | x   | x   | Dicromato de Sódio     | ✓   | ✓   | Nitrato de níquel       | ✓   | ✓   | Trietileno-glicol        | ✓   | ✓   |
| benzol                 | x   | x   | Diethylcetona          | *   | *   | Nitrato de Sódio        | ✓   | ✓   | trifluoreto de Boro      | ✓   | ✓   |
| Cádmio                 | ✓   | ✓   | Dimetilamina           | x   | x   | Nitrato de Sódio        | ✓   | ✓   | trifluoreto de Boro      | ✓   | ✓   |
| café                   | ✓   | ✓   | Emulsões, Fotograficas | ✓   | ✓   | Nitrato de aguento      | ✓   | ✓   | Uisque                   | ✓   | ✓   |
| carbonato de Amonio    | ✓   | ✓   | Estanho                | ✓   | ✓   | Nitrato de amónia       | ✓   | ✓   | Uréria                   | ✓   | ✓   |
| Carbonato de Amónio    | ✓   | ✓   | Estearato de Zinco     | ✓   | ✓   | Nitrato de Amónio       | ✓   | ✓   | urina                    | ✓   | ✓   |
| Carbonato de Bário     | ✓   | ✓   | Éter Etilico           | x   | x   | Nitrato de Chumbo       | ✓   | ✓   | Vinagre                  | ✓   | ✓   |
| carbonato de Bismuto   | ✓   | ✓   | Etilbenzol             | x   | x   | Nitrato de Potássio     | ✓   | ✓   | Vinhos                   | ✓   | ✓   |
| Carbonato de Bismuto   | ✓   | ✓   | Etilenoglicol          | ✓   | ✓   | Nitrobenzeno            | x   | x   | Xilol                    | x   | x   |
| Carbonato de Cálcio    | ✓   | ✓   | Extracto de Baunilha   | ✓   | ✓   | n-Octana                | ✓   | ✓   | Zinco                    | ✓   | ✓   |
|                        | ✓   | ✓   | RESISTENTE             |     | x   | N-Propanol              | ✓   | ✓   |                          |     |     |
|                        |     |     |                        |     |     | NÃO RESISTENTE          |     | *   | RESIST. LIMITADA         |     |     |

## FLUTUADORES

| Flutuador  | Ø (mm) | Comprimento (mm) | Preço (€/uni) |
|------------|--------|------------------|---------------|
| 75 litros  | 420    | 780              | 53,34         |
| 120 litros | 420    | 1100             | 70,00         |
| 150 litros | 420    | 1400             | 77,78         |
| 235 litros | 650    | 1100             | 121,86        |



## CAIXAS DE ÁGUA

| Caixa de água | Ø inferior (mm) | Ø superior (mm) | Altura (mm) | Preço (€/uni) |
|---------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| 500 litros    | 670             | 980             | 880         | 200,00        |
| 1000 litros   | 1040            | 1340            | 850         | 333,34        |
| 1500 litros   | 1230            | 1480            | 970         | 466,67        |
| 2000 litros   | 1330            | 1610            | 1110        | 600,00        |



## PALETE

**Caraterísticas:**

- Medias: 1200x1000x160
- Fabricado em PEAD
- Peso: 20 Kg
- Inalterável à agentes químicos
- Fácil higienização
- Enquadrado nas especificações de exportação
- Capacidade de carga dinâmica: 1000 Kg

Preço: 200 €



## CAIXA DE FERRAMENTAS

**Caraterísticas:**

- Medias: 1040X510X460
- Fabricado em PEAD
- Peso: 20 Kg
- Inalterável à agentes químicos

Preço: 200 €



## BALÃO DE PRESSÃO POLIETILENO

| Volume (L) | Diâmetro (mm) | Altura (mm) | Ligação (Ø) |
|------------|---------------|-------------|-------------|
| 25         | 370           | 470         | 1"          |

Preço: 96,00 €



## RESERVATÓRIOS HORIZONTAIS SUBTERRÂNEOS DE GRANDE DIMENSÕES

### MODELO D2500

| Modelo        | Diâmetro Max. (mm) | Comp. (mm) | Abertura de inspeção (mm) | Altura (mm) | Capacidade útil (lts) | Preço (€) |
|---------------|--------------------|------------|---------------------------|-------------|-----------------------|-----------|
| TH - 7000     | 2100               | 2300       | 730                       | 2300        | 7.000                 | 2.220,00  |
| TH - 11000    | 2100               | 3710       | 730                       | 2300        | 12.386                | 3.720,00  |
| TH - 15000    | 2500               | 3570       | 730                       | 2700        | 14.500                | 5.342,74  |
| TH - 20000 a) | 2500               | 4665       | 730                       | 2700        | 20.450                | 6.552,42  |
| TH - 25000    | 2500               | 5809       | 730                       | 2700        | 25.264                | 8.366,94  |
| TH - 30000    | 2500               | 6945       | 730                       | 2700        | 30.814                | 9.879,03  |
| TH - 35000    | 2500               | 7655       | 730                       | 2700        | 34.607                | 10.887,10 |
| TH - 39000    | 2500               | 8515       | 730                       | 2700        | 38.900                | 11.895,16 |
| TH - 40000    | 2500               | 9225       | 730                       | 2700        | 41.700                | 13.205,65 |
| TH - 45000    | 2500               | 9935       | 730                       | 2700        | 45.533                | 14.213,71 |
| TH - 50000    | 2500               | 11075      | 730                       | 2700        | 50.000                | 16.028,23 |
| TH - 55000    | 2500               | 12215      | 730                       | 2700        | 56.435                | 17.540,32 |
| TH - 60000    | 2500               | 13355      | 730                       | 2700        | 61.936                | 19.858,87 |

NOTAS: Para modelos com diâmetro de 2.100 mm, consultar N/ departamento técnico comercial.

Modelos de 2.100mm indicados para exportação em contentores.

Até 200.000lts outros volumes disponíveis, preço sob consulta.



a) Peça única s/ soldadura

## SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de captação, filtragem e armazenamento de água da chuva é indicado para utilização residencial, em condomínios ou em instalações industriais e comerciais.

O sistema é ambientalmente correto, prático, económico e fácil de instalar.

Eficiente e confiável, o nosso sistema é uma nova maneira de economizar água e dinheiro, além de enfrentar problemas criados pela urbanização, como o risco de desabastecimento, racionamento, e minimizar os efeitos da impermeabilização do solo, como alagamentos e inundações.

Em condomínios, a água da chuva armazenada significa uma economia expressiva no gasto de água nas áreas comuns. Ela pode ser utilizada na lavagem das calçadas, de carros, na irrigação de jardins, no abastecimento da piscina, na reserva para caso de incêndio.



#### Caraterísticas:

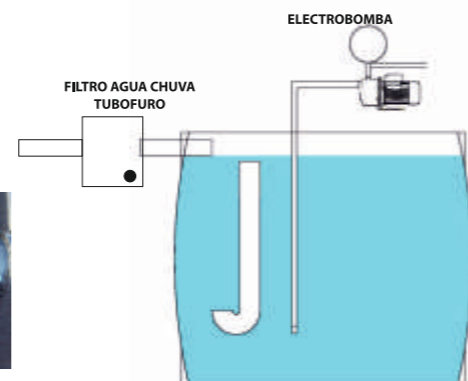
- dois processos de filtragem (malha inox e filtro especial de areão)
- manutenção reduzida
- filtro com desnível entre entrada e saída
- filtro com malha inox para reter partículas com 2mm
- filtro de areão permite reter partículas com 0.5mm
- eletrobomba de extração (Q<sub>máx</sub>=5 m<sup>3</sup>/hr e H<sub>máx</sub>=40 mca)
- feito em polietileno

#### Vantagens:

- facilidade e flexibilidade de instalação
- ausência de odores
- facilidade de operação e manutenção
- baixos custos de investimento e funcionamento
- design industrial
- ausência de ruído incomodativo



Vende-se em separado



Aos preços acresce IVA à taxa legal em vigor

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio

## RESERVATÓRIOS VERTICAIS DE SUPERFÍCIE

| Modelo     | Diâmetro Max. (mm) | Abertura de inspeção (mm) | Altura (mm) | Capacidade útil (lts) | Entradas  | Saídas    | Preço (€) |
|------------|--------------------|---------------------------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| TV - 115   | 440                | 190                       | 850         | 110                   | -         | 1" ½      | 60,48     |
| TV - 350   | 610                | 190                       | 1330        | 357                   | 1" ½      | 1" ½      | 110,89    |
| TV - 500   | 810                | 270                       | 1350        | 490                   | 1" - 2"   | 1" - 2"   | 181,45    |
| TV - 800   | 780                | 270                       | 1750        | 755                   | 1" ½      | 1" ½      | 252,02    |
| TV - 1050  | 800                | 270                       | 2350        | 957                   | 1" ½      | 2"        | 302,42    |
| TV - 1700  | 1060               | 270                       | 2150        | 1650                  | 1" ½ - 2" | 1" ½ - 2" | 403,23    |
| TV - 2150  | 1200               | 315                       | 2150        | 2000                  | 1" ½ - 2" | 1" ½ - 2" | 453,63    |
| TV - 3500  | 1450               | 350                       | 2350        | 3428                  | 1" ½ - 2" | 1" ½ - 2" | 655,24    |
| TV - 5000  | 1760               | 350                       | 2250        | 5.180                 | 1" - 2"   | 1" - 2"   | 1008,06   |
| TV - 8500  | 2520               | 400                       | 2000        | 8570                  | 1" - 2"   | 1" - 2"   | 1411,29   |
| TV - 10000 | 2520               | 400                       | 2500        | 10000                 | 1" - 2"   | 1" - 2"   | 1915,32   |
| TV - 18500 | 2600               | 800                       | 4070        | 18500                 | 2.1 - 2"  | 4"        | 3880,00   |
| TV - 23500 | 2620               | 800                       | 4450        | 23500                 | 4"        | 4"        | 4752,67   |



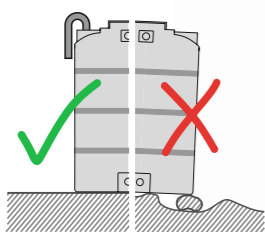
Aos preços acresce IVA à taxa legal em vigor

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio

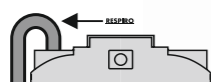
## RESERVATÓRIOS HORIZONTAIS DE SUPERFÍCIE

| Modelo    | Diâmetro Max. (mm) | Comp. (mm) | Abertura de inspeção (mm) | Altura (mm) | Capacidade útil (lts) | Entradas | Saídas   | Preço (€) |
|-----------|--------------------|------------|---------------------------|-------------|-----------------------|----------|----------|-----------|
| TH - 100  | 430                | 700        | 190                       | 540         | 95                    | 1"½      | 1"½      | 60,48     |
| TH - 320  | 630                | 1100       | 190                       | 700         | 295                   | 1"½ - 2" | 1"½ - 2" | 120,97    |
| TH - 570  | 700                | 1520       | 190                       | 780         | 500                   | 1"½ - 2" | 1"½ - 2" | 231,85    |
| TH - 720  | 740                | 1600       | 270                       | 850         | 670                   | 1"½ - 2" | 1"½ - 2" | 252,02    |
| TH - 1000 | 900                | 1770       | 310                       | 960         | 960                   | 1"½ - 2" | 1"¼ - 2" | 302,42    |
| TH - 1550 | 1150               | 1570       | 270                       | 1240        | 1417                  | 1"½ - 2" | 1"½ - 2" | 403,23    |
| TH - 2000 | 1260               | 1680       | 310                       | 1380        | 1900                  | 1" - 2"  | 1" - 2"  | 504,03    |
| TH - 3000 | 1440               | 1820       | 350                       | 1570        | 2800                  | 1" - 2"  | 1"¼ - 1" | 756,05    |
| TH - 5000 | 1740               | 2050       | 350                       | 1810        | 5190                  | 1" - 2"  | 1" - 2"  | 1512,10   |

- Certificado de alimentabilidade.
- Estes depósitos possuem ainda proteção de raios UV, pelo que não originam qualquer elemento nocivo à saúde.
- 20 anos de garantia contra a corrosão.
- Armazenamento de água, combustível e outros.



INSTALAR RESERVATÓRIO NUMA SUPERFÍCIE LISA E PLANA



PARA PROCEDER À ABERTURA DE RESPIRO, ESTE TERÁ QUE TER UM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR AO DIÂMETRO DE ENTRADA.



ABERTURA DE ENTRADA/SAÍDA CERTO 15% INFERIOR AO DA ROSCA

ABERTURA DE ENTRADA/SAÍDA ERRADO



## RESERVATÓRIOS SUBTERRÂNEOS

| Modelo    | Diâmetro Max. (mm) | Comp. (mm) | Abertura de inspeção (mm) | Altura (mm) | Capacidade útil (lts) | Saídas   | Preço (€) |
|-----------|--------------------|------------|---------------------------|-------------|-----------------------|----------|-----------|
| TH - 100  | 430                | 700        | 190                       | 540         | 95                    | 1"½      | 70,56     |
| TH - 320  | 630                | 1100       | 190                       | 700         | 295                   | 1"½ - 2" | 171,37    |
| TH - 570  | 700                | 1520       | 190                       | 780         | 500                   | 1"½ - 2" | 282,26    |
| TH - 720  | 740                | 1600       | 270                       | 850         | 736                   | 1"½ - 2" | 352,82    |
| TH - 1000 | 900                | 1770       | 310                       | 960         | 960                   | 1" - 2"  | 453,63    |
| TH - 1550 | 1150               | 1570       | 270                       | 1240        | 1417                  | 1"½ - 2" | 554,44    |
| TH - 1900 | 1260               | 1680       | 310                       | 1380        | 1900                  | 1" - 2"  | 655,24    |
| TH - 2800 | 1440               | 1820       | 350                       | 1570        | 2800                  | 1" - 2"  | 1008,06   |
| TH - 5000 | 1740               | 2050       | 350                       | 1810        | 5190                  | 1" - 2"  | 1814,52   |



## RESERVATÓRIOS SUBTERRÂNEOS CORRUGADOS

| Modelo | Volume (L) | Comp. (mm) | Diâmetro Max. (mm) | Altura (mm) | Abertura de inspeção (mm) | Preço   |
|--------|------------|------------|--------------------|-------------|---------------------------|---------|
| 2800   | 2200       | 1800       | 1250               | 1500        | 600                       | 786,29  |
| 3200   | 3200       | 2000       | 1400               | 1650        | 600                       | 1209,68 |
| 5000   | 5000       | 2300       | 1750               | 2000        | 600                       | 1814,52 |

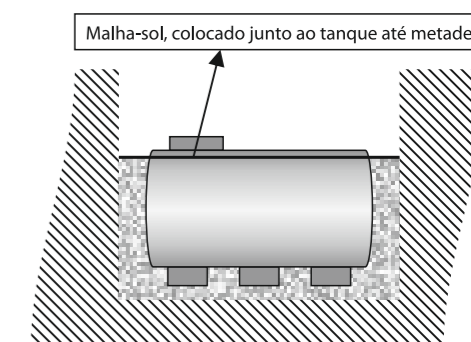


### Esquema de como enterrar os tanques

#### Cuidados a ter para enterrar os tanques:

- abrir um buraco e colocar areia misturada com cimento;
- colocar dentro do buraco o tanque e enchê-lo com o líquido a armazenar;
- colocar malha sol por cima do tanque, até mais ou menos meio do tanque e colocar areia;
- por cima da malha sol, colocar betão

(a TUBOFURO® apenas aconselha a enterrar depósitos horizontais subterrâneos)  
Consultar norma consoante ficha técnica



## **Anexo H – Catálogo técnico de sistema de reaproveitamento de águas cinzentas**




Rev.4 28.06.21

# SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS

ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX / SPRAC 6 e 10



 Z. I. Casal dos Frades, 68  
2435-661 Seiça - Ourém

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

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

## APRESENTAÇÃO

Os **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC 6 e 10** são equipamentos destinados à recepção e tratamento de águas residuais cinzentas (banhos, duchas e lavatórios), adequando a qualidade da água tratada para usos secundários (autoclismos, rega, lavagens diversas, etc.).

## ENQUADRAMENTO

Os diferentes sistemas e opções **ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** incluem-se na Gama de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (**SPRAC**). Em termos gerais, a conceção, a instalação e a exploração dos **SPRAC** devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia eventualmente existentes e aplicáveis a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 119/2019 de 21 de Agosto, que estabelece o regime jurídico de produção de água para reutilização.

Os diferentes sistemas e opções **ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** têm por base as especificações técnicas da **ANQIP (Associação Portuguesa para a Qualidade das Instalações Prediais)**, nomeadamente a **Especificação Técnica ANQIP ETA 0905, que estabelece critérios técnicos para a realização de sistemas de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)**, assim como o já referido **Decreto-Lei n.º 119/2019**.

A reutilização de águas residuais tratadas, como estratégia de combate à crescente escassez de água, é um dos principais desafios colocados à humanidade nos próximos anos.

Com vista a contribuir de forma efectiva para a resolução deste problema, a **ECODEPUR<sup>®</sup>** desenvolveu o sistema **BIOX/SPRAC** que permite efectuar o tratamento das águas cinzentas, adequando a qualidade da água tratada à sua reutilização para usos secundários.

Efectivamente, a ocorrência de episódios de seca não constituem eventos esporádicos, pois que, como se poderá ler no Relatório de Balanço, iniciativa do Secretariado da Comissão para a Seca 2005 [1], "A situação geográfica do território do Continente português é favorável à ocorrência de episódios de seca, pelo que este fenómeno não constitui propriamente uma surpresa, devendo antes ser encarado como um elemento climático de determinada frequência".

De referir que 6 dos 10 anos mais secos ocorreram depois de 2000, incluindo o ano de 2005, o mais seco desde 1931.

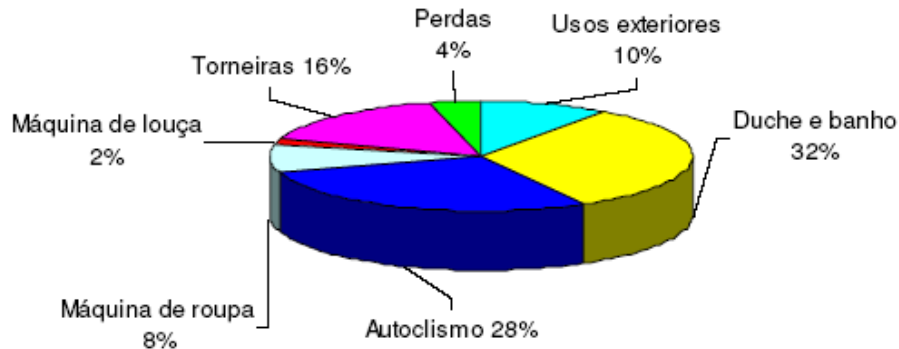
A seca de 2004/2006 foi a mais intensa (meses consecutivos em seca severa e extrema) em termos de extensão territorial dos últimos 80 anos. No entanto nas secas de 2011/2012 e 2017/2018 também se verificou que quase todo o território esteve nas classes de seca severa e extrema.

Tudo isto indicia que estes fenómenos são cada vez mais frequentes.

Com vista a garantir a satisfação dos consumos de água para os diferentes usos é urgente tomar medidas que tornem Portugal menos dependente da lotaria meteorológica que presenciamos actualmente.

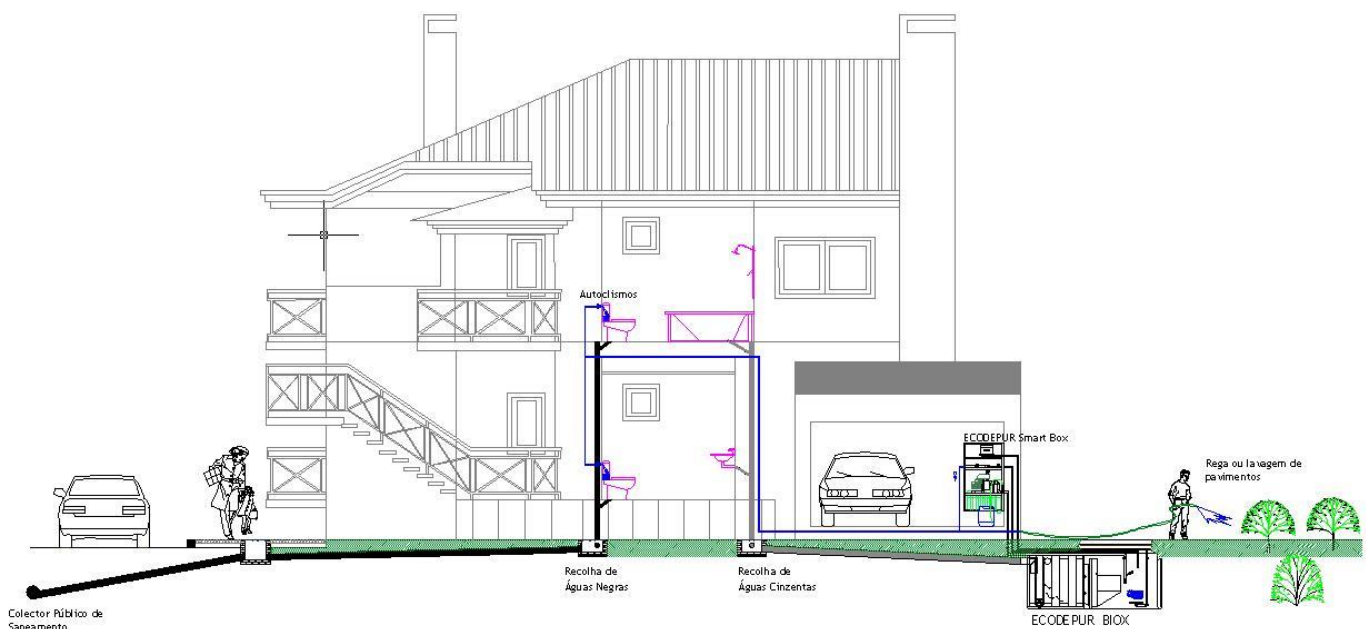
De seguida apresenta-se um Gráfico onde se verifica a distribuição média dos consumos em usos domésticos.

### Distribuição média dos usos domésticos (uso exclusivamente domiciliário)



Em síntese pode afirmar-se que pelo menos 38% dos usos domiciliários de água não necessitam de água potável pois que se destinam a autoclismos, lavagens de carros, regas de jardins privados, entre outros. A esta parcela acrescem outros usos públicos que igualmente não necessitam de água potável como a lavagem de ruas ou a rega de jardins, assim como usos comerciais e industriais.

A tecnologia **ECODEPUR® BIOX/SPRAC** pode assim apresentar várias aplicações que se estendem desde moradias unifamiliares a prédios, empreendimentos turísticos, loteamentos e condomínios, estações de serviço, lares de 3ª idade, escolas, complexos desportivos, etc.



Salienta-se que a reutilização foi uma das soluções preconizadas pela Comissão para a Seca 2005, com vista a mitigar os efeitos das secas.

O sistema BIOX/SPRAC permite reduzir significativamente o consumo de água doméstica, resultando não só numa contribuição efectiva para a preservação do recurso "água" mas também num investimento vantajoso com retorno económico a curto prazo, uma vez que conduz a uma redução do custo associado ao consumo de água e consequentemente da taxa de saneamento aplicada.

## BENEFÍCIOS

Os **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** apresentam vantagens ao nível Económico, Técnico e Ambiental.

### BENEFICIO ECONÓMICO

Gestão e optimização de consumos com conseqüente redução do custo associado ao consumo de água potável. O benefício económico alcançado assenta na conjugação dos seguintes Factores:

- 1 – Redução do n.º de metros cúbicos de água de saneamento (menos m<sup>3</sup> consumidos);
- 2 – Redução do escalão de tarifação (consumo de menos m<sup>3</sup> a um valor €/m<sup>3</sup> mais baixo);
- 3 – Redução do valor associado à taxa de saneamento aplicada, uma vez que esta se encontra normalmente indexada ao valor de água potável consumida.

### BENEFICIO TÉCNICO

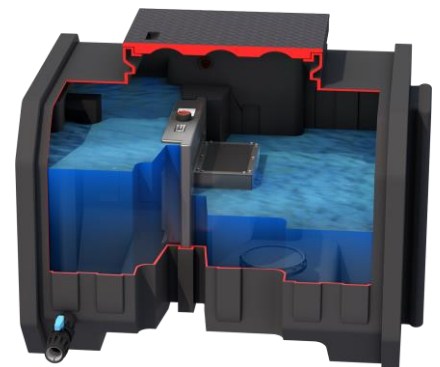
Criação de uma reserva estratégica de água, útil em períodos de falta de água por interrupção temporária do fornecimento (roturas, seca, ...).

### BENEFICIO AMBIENTAL

Preservação de recursos naturais (água), reduzindo o seu consumo e contribuindo deste modo para a sua preservação e utilização sustentável. A utilização deste tipo de sistemas gera ainda uma "Imagem Ambiental" de vanguarda.

## VANTAGENS

- Facilidade e flexibilidade de instalação (intervenção humana reduzida)
- Ausência de odores;
- Facilidade e conforto de operação e manutenção (funcionamento automático/minimização da intervenção humana);
- Baixos custos de primeiro investimento e funcionamento;
- Design Industrial (equipamento de vanguarda);
- Ausência de Ruído incomodativo;
- Segurança funcional (hidráulico – sanitário).



## APLICAÇÃO

Sugere-se a aplicação dos **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** em todas as novas construções, desenvolvidas para diferentes aplicações:

- Moradias;
- Parques de Campismo;
- Edifícios Públicos e Institucionais;
- Escolas, entre outros.
- Condomínios;
- Ginásios;
- Complexos desportivos;

Este sistema é facilmente instalável em fase de construção, podendo ainda ser equacionada com vantagem a sua instalação em fases de remodelação e/ou reabilitação.

## PARÂMETROS DE TRATAMENTO

O Sistema **ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** é concebido e dimensionado de modo a respeitar as normas de qualidade de água estabelecidas pelo **Decreto-Lei n.º 119/2019 de 21 de Agosto, que estabelece o regime jurídico de produção de água para reutilização**. As águas para reutilização em recarga de autoclismos, rega de jardins privados e mesmo reservas de combate a incêndio deverão possuir **qualidade de Classe A, conforme o Quadro 1.a do ANEXO I** do já referido documento legislativo.

### NORMAS DE QUALIDADE

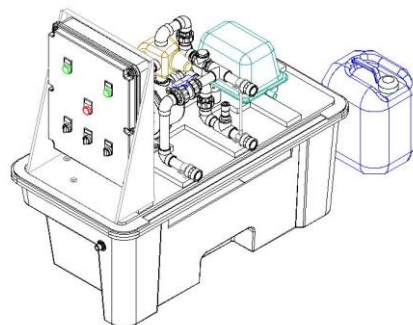
( conforme o Quadro 1.a do ANEXO I do Decreto-Lei n.º 119/2019 de 21 de Agosto)

| CLASSE DE QUALIDADE | CBO <sub>5</sub><br>(mg/l O <sub>2</sub> ) | SST<br>(mg/l) | TURVAÇÃO<br>(NTU) | E. coli<br>(UFC/100 ml) | Azoto Amoniacal<br>(mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) <sup>(1)</sup> |
|---------------------|--|---------------|-------------------|-------------------------|--|
| CLASSE A            | ≤ 10                                       | ≤ 10          | ≤ 5               | ≤ 10                    | ≤ 10   |

(1) Parâmetro Facultativo

Apesar de o parâmetro Azoto Amoniacal ser um parâmetro facultativo de cumprimento, os Sistemas **ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** são **concebidos e dimensionados para NITRIFICAÇÃO TOTAL**, de modo a impedir a ocorrência de cheiros desagradáveis motivados pela libertação de amoníaco dos depósitos de acumulação.

## FUNCIONAMENTO



Os **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** recebem as águas residuais da instalação após utilização em chuveiros/banhos e lavatórios.

O efluente sofre inicialmente uma decantação primária e é conduzido para um reactor biológico, passando por uma rede de nylon, com malha  $\leq 2\text{mm}$ , de modo a que sejam recolhidos resíduos de lavagens, principalmente cabelos.

O reactor biológico de tipologia SBR (Sequencing Batch Reactor), opera pelo processo de lamas activadas, em regime de baixa carga. O efluente no reactor biológico é arejado durante um período de tempo pré determinado ( $\Delta T1$ ), de modo a que os fenómenos de oxidação biológica se desenvolvam à extensão pretendida; após  $\Delta T1$  é interrompido o arejamento da massa líquida de modo a promover a decantação da matéria em suspensão no efluente durante um período de tempo pré determinado ( $\Delta T2$ ). Após  $\Delta T2$  o efluente clarificado é aspirado durante  $\Delta T3$ , para rede secundária. Cada uma destas temporizações deverá ser ajustada aos hábitos de consumo do agregado familiar, de modo a maximizar as poupanças de água.

Durante a fase de aspiração, é adicionada automaticamente uma quantidade mínima de agente desinfectante suficiente para eliminar o desenvolvimento de potenciais agentes patogénicos, conferindo deste modo completa segurança sanitária à instalação. A solução desinfectante é armazenada num reservatório dosificador de 100 litros, no qual se fará a respectiva diluição de solução de hipoclorito de sódio. De modo a não perder as características desinfectantes, a solução deverá ser consumida num prazo máximo de 10 – 15 dias.

A água tratada é pressurizada para a rede secundária que irá ser utilizada para alimentação dos autoclismos, sistema de rega e/ou lavagem de pavimentos.

O funcionamento dos **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** é totalmente controlado pelo módulo **ECODEPUR<sup>®</sup> WATER SMARTBOX**.

O Quadro de Comando e Controlo (incluído no módulo **ECODEPUR<sup>®</sup> WATER SMARTBOX**) é dotado de 2 relógios programadores analógicos que comandam o funcionamento do Reactor Biológico SBR, i.e., tempos de arejamento, decantação e bombagem de efluente tratado ( $\Delta T1$ ,  $\Delta T2$  e  $\Delta T3$ ).

O relógio IH 1 comanda exclusivamente o soprador de membrana que garante o arejamento e as condições de mistura do Licor Misto no Reactor biológico.

A aspiração da água tratada é comandada pelo relógio IH 2 e pela bóia de nível.

Após o tempo pré-determinado de decantação, o relógio IH2 dá ordem à bomba de superfície para arrancar durante o período de tempo assumido. Durante o período de aspiração/bombagem/, o sistema injectará efluente tratado na rede de águas secundárias. Se o nível de efluente tratado descer abaixo da bóia de nível, a válvula de três vias mudará de posição de modo a que a bomba aspire água do reservatório de compensação.

De modo a prevenir a contaminação da rede de água potável a partir da rede de águas cinzentas, o reservatório de compensação é alimentado a partir da rede de água potável por meio de válvula de flutuador, cumprindo as recomendações legais, nomeadamente o Regulamento Geral das Edificações Urbanas e o Manual de Redes Prediais da EPAL (Capítulo 3, ponto 4.3).

Enquanto a bomba de superfície estiver a aspirar efluente tratado, aspirará também uma dose determinada de solução de hipoclorito de sódio de modo a que se proceda à desinfecção em linha do efluente. O conjunto formado pela tubagem da rede e os reservatórios dos autoclismos fornecerá o tempo de contacto necessário para que o agente desinfectante actue sobre os micro-organismos potencialmente patogénicos.

O **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** apresenta a funcionalidade de efectuar a limpeza geral do sistema. Nesse caso, será necessário abrir manualmente a válvula de fundo e, assim que o reservatório esvaziar, abrir também a válvula de limpeza da Water Smart Box. Deste modo, a bomba irá aspirar água do reservatório de equilíbrio para o Reactor Biológico SBR, criando um fluxo de Back Wash, que promove a remoção dos resíduos acumulados e o seu encaminhamento para a rede de saneamento.

## FUNCIONAMENTO DA BOMBA DE PRESSÃO

A bomba de Aspiração e Pressurização de água tratada é comandada pelo controlador de pressão Genyo. O controlador Genyo detecta a perda de pressão sempre que ocorra uma descarga do autoclismo ou de cada vez que se abra uma torneira e a bomba arranca para equilibrar a pressão da rede de usos secundários. Para além de controlar a pressão do circuito, o Genyo possui ainda protecção contra falta de água e reset automático.

### Arranque do sistema

1. Verificar se a bomba foi preenchida previamente com água através do orifício destinado a essa função. Depois de completamente preenchida a voluta da bomba, o tampão deverá ser devidamente apertado, para que não ocorram perdas de água. Abrir parcialmente uma torneira do circuito de reutilização.
2. Ligar o sistema à corrente. Assim que o Genyo esteja alimentado, o LED's verde de alimentação acender-se-á de imediato (Power);
3. A bomba arrancará de forma automática e após um período de 30 – 45 segundos a instalação deverá atingir aproximadamente a pressão máxima fornecida pela bomba. Durante o funcionamento da bomba, o LED correspondente (ON) estará aceso.
4. Fechar a torneira que se abriu em 1. Após 15 – 30 segundos, a bomba deverá parar e o LED (POWER) permanece aceso. Qualquer anomalia de funcionamento que ocorra após esta sequência deverá ser devida a ferragem incorrecta ou desferramento da bomba.



### Reset Automático

O sistema realizará uma série de arranques automáticos quando ocorra uma situação de "failure", para procurar restabelecer o funcionamento sem ser necessária a intervenção manual com o botão "RESET".

O reset automático funciona do modo seguinte:

- O equipamento está em "failure" por falta de água, por exemplo; depois de 5 minutos neste estado, o sistema realizará um RESET de 25 segundos para tentar ferrar a bomba.
- Se o sistema consegue ferrar a bomba, o sinal de "failure" desaparece e a bomba está pronta para funcionar sem qualquer problema.

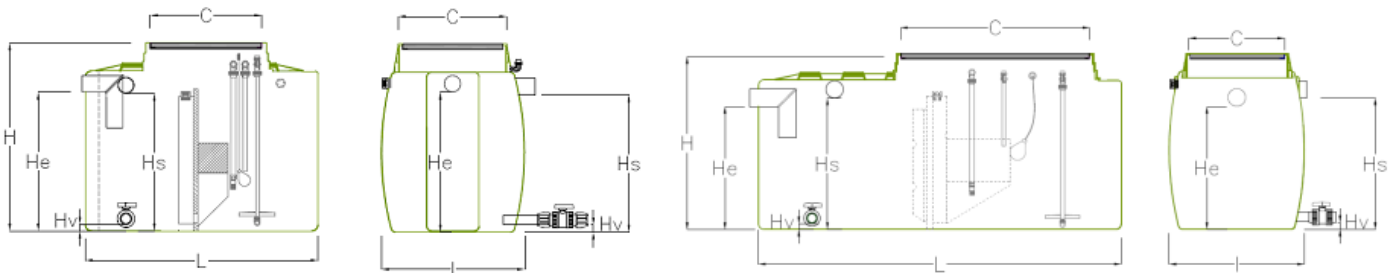
- Se por acaso, o "failure" continua presente, o sistema realizará outro RESET após 30 minutos e assim sucessivamente a cada 30 minutos durante 24 horas.

- Se após todas estas tentativas o "failure" persiste, o sistema permanecerá nesta condição até que se resolva o problema original por intervenção directa do utilizador.

## CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Marca</b>                    | ECODEPUR <sup>®</sup>         |
| <b>Modelo</b>                   | BIOX/SPRAC 6 ou BIOX/SPRAC 10 |
| <b>Pré – Decantador</b>         | Incluído;                     |
| <b>Respiro</b>                  | Incluído;                     |
| <b>Tampa de Acesso</b>          | Incluída (PE);                |
| <b>Bóia de Nível Mínimo</b>     | Incluída;                     |
| <b>Embalagem de Hipoclorito</b> | Incluída;                     |
| <b>Reservatório Dosificador</b> | Incluído (capacidade: 100 l)  |
| <b>WATERSMARTBOX</b>            | Incluída.                     |

## DIMENSÕES DO SISTEMA



**BIOX/SPRAC 6**

**BIOX/SPRAC 10**

| MODELO                | Hab/<br>Eq<br>(Hab) | VOLUME<br>(l) | L<br>(mm) | I<br>(mm) | H<br>(mm) | He<br>(mm) | Hs<br>(mm) | Hv<br>(mm) | C<br>(mm)   | Ø TUBAGEM<br>(mm) | PESO APROX.<br>(kg) |
|-----------------------|---------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------------|---------------------|
| <b>BIOX/SPRAC 6</b>   | 6                   | 1.360         | 1.560     | 960       | 1.260     | 930        | 920        | 50         | 750 x 750   | 110               | 100                 |
| <b>BIOX//SPRAC 10</b> | 10                  | 2.410         | 2.590     | 960       | 1.230     | 915        | 920        | 50         | 750 X 1.415 | 125               | 190                 |

| As imagens e dimensões apresentadas podem ser alteradas sem aviso prévio  
| As medidas apresentadas têm uma tolerância de  $\pm 2\%$

### Constituição da WATERSMARTBOX:

**Bomba Superfície**

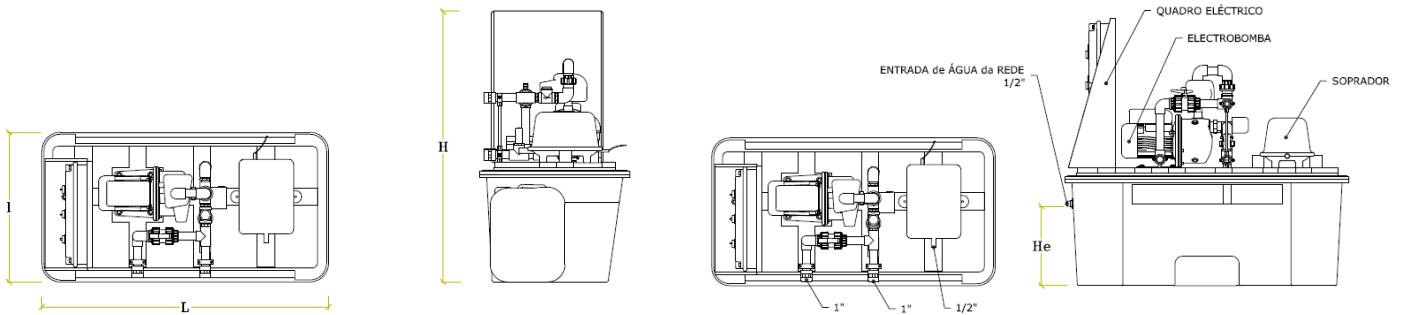
Caudal de bombagem: 56 L/min; Potência: 0,90 kW; 230 VAC; 50 Hz

**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

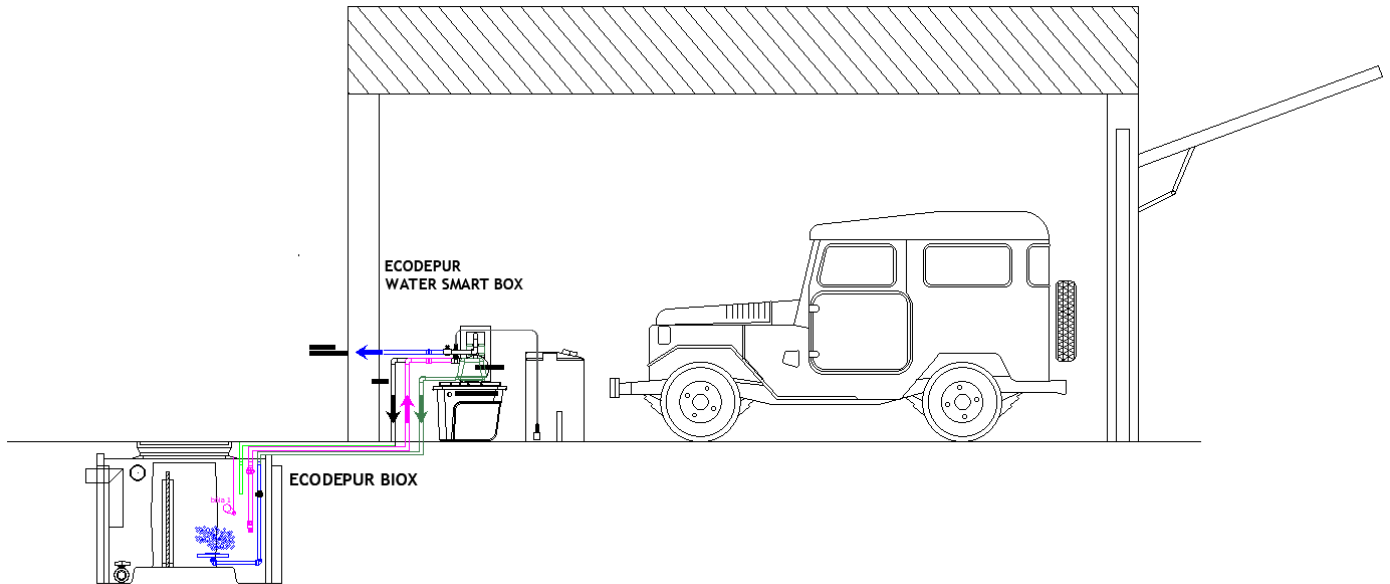


| MODELO               | L (mm) | H (mm) | I (mm) | He (mm) | CONSUMO MÉDIO* (kW.h/m <sup>3</sup> água) | Ø TUBAGEM (mm) | PESO APROX. (kg) |
|----------------------|--------|--------|--------|---------|---|----------------|------------------|
| <b>WATERSMARTBOX</b> | 1.150  | 1.085  | 600    | 335     | 1,87                                      | 1"             | 45               |

| As imagens e dimensões apresentadas podem ser alteradas sem aviso prévio  
| As medidas apresentadas têm uma tolerância de  $\pm 2\%$

(\*) O consumo médio dá-nos uma estimativa da energia gasta para a reutilização de água, ou seja: traduz os kWh gastos para poupar cada m<sup>3</sup> de água.

## INSTALAÇÃO



De modo a poder instalar e aproveitar o **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC**, deverão ter o cuidado de projectar e executar redes duais de águas e esgotos de acordo com as seguintes indicações:

- As descargas das sanitas, pias lava-loiças e máquinas de lavar loiça e roupa deverão ser encaminhadas directamente para a rede de esgotos e para o saneamento público;
- As descargas de águas cinzentas (chuveiros, banheiras e lavatórios) deverão ser encaminhadas para o Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup>, modelo BIOX/SPRAC;
- Deverá ser prevista uma rede de abastecimento de água para os usos nobres (torneiras dos duches, lavatórios, bidés, lava-loiças, máquinas de lavar loiça e roupa) alimentada pela rede pública de água potável;
- Deverá ser prevista uma rede de abastecimento de água para os usos secundários (autoclismos, rega, lavagens de pavimentos, ...) alimentada pelo Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR<sup>®</sup>, modelo BIOX/SPRAC.

Todos os elementos integrantes do **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** deverão estar num circuito independente do sistema de água potável, evitando riscos de ligações cruzadas, de acordo com as boas práticas de construção e regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral das Edificações Urbanas e o Manual de Redes Prediais da EPAL.

Por sua vez, o sistema deverá garantir o fornecimento de água inclusivamente em caso de possível corte de energia. Para isso, ficará claramente estabelecido no projecto de execução o protocolo de actuação em caso de comutação para a água de rede, cumprindo-se as disposições de segurança previstas na norma EN 1717 "Protecção contra a poluição da água potável nas instalações hidráulicas e requisitos gerais dos dispositivos capazes de prevenir a poluição por refluxo".

A instalação do **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** deverá seguir as instruções para a **Instalação de Reactores/Depósitos em Polietileno Linear (<10.000 L)** que são fornecidas juntamente com o catálogo do produto.

Para além das instruções referidas anteriormente, deverão tomar-se em consideração as seguintes recomendações:

1. A unidade **ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** destina-se a instalação enterrada. Em caso de se prever a sua instalação aérea deverão ser consultados os serviços técnicos da Ecodepur para que os equipamentos sejam estruturalmente dimensionados para esse efeito.

2. Encher a unidade **ECODEPUR® BIOX/SPRAC** na totalidade, com água. O enchimento do equipamento é feito com água limpa até atingir o nível de transbordo do primeiro compartimento e o nível da tampa no segundo compartimento.
3. Prever uma caixa de visita para acesso à válvula de fundo do decantador primário, de modo a permitir a sua manipulação durante as operações de limpeza. A saída da válvula de fundo deverá ser ligada à caixa de esgoto mais próxima.
4. Ligar as tubagens de ventilação aos respectivos acessórios de ligação dos equipamentos para permitir condições óptimas de ventilação. A localização do ponto de descarga de subprodutos gasosos, resultantes do processo de depuração, deverá ter em conta as condições específicas da instalação (a correcta colocação da ventilação impedirá a formação de cheiros desagradáveis de forma permanente);
5. Posicionar a **ECODEPUR® WATER SMARTBOX** o mais próximo possível da zona de instalação do **ECODEPUR® BIOX/SPRAC** para evitar perdas de carga durante o trajecto minimizando na medida do possível a utilização de joelhos ou curvas de raio curto. A **ECODEPUR® WATER SMARTBOX** deverá instalar-se numa zona bem ventilada e protegida de condições atmosféricas adversas, e em que a temperatura ambiente não ultrapasse os 40°C.
6. Proceder às ligações hidráulicas do equipamento:
  - 6.1 Efectuar a ligação desde a rede de abastecimento de águas ao ponto de alimentação de água à **ECODEPUR WATER SMART BOX**; de modo a não se transmitirem vibrações, utilizar preferencialmente manguieiras flexíveis;
  - 6.2 Efectuar a ligação desde a saída de bombagem de água tratada até ao ponto de consumo da rede secundária;
  - 6.3 Efectuar a ligação entre a aspiração da bomba e o ponto de saída de água tratada do reactor biológico (o tubo de aspiração deverá ter sempre inclinação positiva desde o reservatório até à entrada da bomba de modo a não acumular bolsas de ar); a tubagem de aspiração deverá ser o mais curta possível (evitar alturas de sucção superiores a 3 metros e comprimentos superiores a 10 metros) para evitar perdas de carga desnecessárias; sempre que o comprimento da tubagem de aspiração seja superior a 3 metros, a sua secção deverá ser superior à da entrada na bomba;
  - 6.4 Efectuar a ligação entre a válvula de Limpeza e o ponto de entrada de água de lavagem no reactor biológico;
  - 6.5 Efectuar a ligação entre a saída do soprador e a entrada de ar no **BIOX/SPRAC**;
7. As tubagens deverão ter suportes próprios e não deverão estar apoiadas na **ECODEPUR WATER SMART BOX**, o que poderá provocar deformação ou quebra do material.
8. Proceder às ligações eléctricas do equipamento:
  - 8.1 Efectuar a ligação da alimentação (220 V) ao Quadro Eléctrico do equipamento;
  - 8.2 Efectuar a ligação das bóias de nível ao Quadro Eléctrico do equipamento
9. **TODOS OS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SECUNDÁRIAS DEVERÃO SER DEVIDAMENTE IDENTIFICADOS DE MODO A NÃO SE CORRER O RISCO DE CONSUMO PARA FINS DE POTABILIDADE.** Não só as torneiras e pontos de rega deverão ser identificados como se aconselha também à utilização de tubagens de cor diferente em instalações "à vista".
10. Os pontos de entrega de água cinzenta reciclada de livre acesso, caso existam, deverão possuir sistemas de segurança complementares à sinalização, tais como torneiras de manípulo desmontável ou bloqueável.
11. Em caso de dúvida não hesite em contactar os nossos serviços técnicos.



## MANUTENÇÃO

O **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, ECODEPUR<sup>®</sup> BIOX/SPRAC** apresenta a funcionalidade de efectuar a limpeza geral do sistema.

Nesse caso, será necessário abrir manualmente a válvula de fundo e, assim que o reservatório esvaziar, abrir também a válvula de limpeza da Water Smart Box. Deste modo, a bomba irá aspirar água do reservatório de equilíbrio para o Reactor Biológico SBR (tubagem verde), criando um fluxo de Back Wash, que promove a remoção dos resíduos acumulados e o seu encaminhamento para a rede de saneamento.

O ponto do sistema que necessita de manutenção mais cuidada é a rede de filtração.

A rede de filtração está incorporada na divisória entre o decantador primário e o SBR. Quando a operação de "LIMPEZA" automática não promove a desobstrução da rede de filtração, será necessário utilizar um jacto de água (uma simples mangueira com pressão da rede) através da abertura prevista para o efeito na divisória que incorpora a rede.

As necessidades de limpeza serão ditadas pela prática de utilização, sendo certo que, quanto mais resíduos se descarregarem pelos ralos, mais depressa a rede ficará colmatada.

Uma vez que a acumulação de espuma pode ter efeitos perniciosos no funcionamento do Sistema de Reaproveitamento, aconselha-se a utilização de detergentes biodegradáveis e de baixo nível de tensoactividade, bem como a utilização de boas práticas para a redução do consumo de detergentes.

## EQUIPAMENTOS

Em condições de funcionamento normal, a bomba de pressão não necessita de manutenção preventiva, no entanto, poderá ser necessário proceder à limpeza dos componentes hidráulicos se se verificar uma diminuição das prestações da bomba

A bomba só poderá ser desmontada por pessoal especializado e qualificado para o efeito.

Todas as operações de reparação e manutenção só poderão ser efectuadas após se terem desligado todas as fontes de corrente eléctrica.

O Soprador de membrana apenas necessita de limpeza do filtro a cada três meses e a sua substituição anualmente.

Relativamente ao sistema de desinfecção, a manutenção resume-se à limpeza do chupador e do injectar (enxaguamento em água limpa) a cada três meses, bem como de reposição de solução desinfectante sempre que o respectivo reservatório esvazie.

Tendo em conta que a solução desinfectante deverá ser consumida num prazo máximo de 10 dias para não perder as características desinfectantes, deveremos evitar a utilização de soluções demasiado concentradas. Assim, recomenda-se a preparação da solução desinfectante no reservatório com 500 ml de hipoclorito de sódio a 13% diluído em 99,5 litros de água.

## GARANTIA

**Cinco (5) Anos**, contra eventuais defeitos de fabrico no Reactor Biológico.

**Dois (2) Anos**, contra eventuais defeitos de fabrico dos equipamentos electromecânicos que compõem o módulo **ECODEPUR® BIOX/SPRAC SMARTBOX**.

A **ECODEPUR® – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda.**, será responsável pela introdução de medidas correctivas conducentes ao bom funcionamento do equipamento, caso se verifique necessário.

A **ECODEPUR® – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda.**, não assume qualquer responsabilidade, caso se verifiquem claros indícios de má instalação, manutenção e/ou utilização.