



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

Uso Eficiente da Água num Edifício de Habitação

ANTÓNIO VITORINO ALELUIA PEDROSO

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

(Versão Final)

Orientadores:

Doutora Maria Helena Ferreira Marecos do Monte

Júri:

Presidente: Doutora Maria Helena Teixeira Gamboa

Vogais: Engenheiro Luís Almeida Mendes

Setembro de 2014

RESUMO

A água é um recurso natural essencial a todas as formas de vida da terra e ao desenvolvimento sócio-económico das populações, pelo que a sua boa gestão, no sentido da preservação deste recurso, tanto em quantidade como em qualidade, assume uma importância inequívoca, na sociedade contemporânea, como garantia da continuidade do Homem e da vida no planeta.

A conservação dos recursos hídricos assume vertentes diversificadas, como a poupança da água nos seus usos, a prevenção e a remediação da poluição da água, a reutilização de águas residuais, o aproveitamento de águas pluviais, entre outras. Ao nível das habitações podem ser tomadas medidas que contribuem para a conservação da água, conforme se demonstra no presente trabalho. Este constitui o trabalho final do mestrado (TFM) do curso de Engenharia Civil, na área de especialização de Hidráulica, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, consiste num projeto com o título “Uso eficiente da água num edifício de habitação”.

Neste trabalho são projectadas as redes interiores de abastecimento de água e de drenagem das águas residuais e pluviais de um edifício de habitação com 7 apartamentos, de modo a assegurar o uso eficiente da água neste edifício. O projecto baseou-se essencialmente nas medidas constantes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNEUA) aplicáveis a edifícios de habitação, focando-se na reutilização de águas residuais cinzentas para descarga dos autoclismos e no aproveitamento de águas pluviais para posterior abastecimento do sistema de utilização de regas de espaços verdes e lavagem de pavimentos.

É possível assim, concluir que é prioritário intervir ao nível, da gestão sustentável da água, através do desenvolvimento e implementação de sistemas de certificação de eficiência hídrica em edifício e outros espaços, o que se torna particularmente exequível em novos edifícios e em edifícios em reabilitação.

PALAVRAS-CHAVE

águas pluviais; águas residuais; reutilização, uso eficiente da água.

ABSTRACT

Water is a natural resource essential to all life forms of land and socio-economic development of the people, so its good management, towards. preservation of this resource, both in quantity and in quality, is of clear importance in contemporary society, to guarantee the continuity of man and life on the planet.

The conservation of water resources can be carried in different ways, such as water saving, prevention and remediation of water pollution, reuse of waste water, the use of rainwater, among others. In terms of housing measures can be taken to contribute to the conservation of water, as demonstrated in this study. This project entitled “Efficient use of water in a residential building” is the final work (TFM) of the Master Course on Civil Engineering in Hydraulic specialization area, of the Higher Institute of Engineering of Lisbon.

This study presents the design of the interior water supply networks and drainage of waste and rain water of a residential building with 7 apartments in order to ensure the efficient use of water in this building. The project was based primarily on the measures in the National Programme for the Efficient Use of Water (PNEUA) applicable to residential buildings, focusing on the reuse of gray wastewater for toilet discharge and rainwater harvesting for further supply watering system of green spaces and floors clearing.

It is thus possible to conclude that the priority is to intervene at the level of sustainable water management through the development and implementation of water efficiency certification systems in building and other areas, which is particularly feasible in new buildings and in buildings undergoing rehabilitation.

KEYWORDS

rainwater; wastewater treatment; re-use, efficient use of water.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar para à minha orientadora Doutora Maria Helena Marecos do Monte pela ajuda e os conhecimentos que me transmitiu.

À minha família, pela força e compreensão que deram ao longo deste trabalho, principalmente nos momentos mais difíceis.

Índice

RESUMO	II
Abstract	iii
Agradecimentos.....	iv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivações	1
1.3 Objetivos.....	1
1.4 Estrutura do Trabalho.....	1
2 Necessidade do Uso Eficiente da Água.....	3
2.1 Nota Introdutória.....	3
2.2 Programa Nacional para o Uso e Eficiente da Água (PNUEA).....	5
2.3 Poupança de Água.....	8
2.4 Reutilização da Água	11
2.4.1 Princípios Gerais	11
2.4.2 Reutilização de Águas Cinzentas.....	13
2.5 Aproveitamento das Águas Pluviais.....	14
2.6 Referências Legais e Normativas	15
2.6.1 Generalidades	15
2.6.2 Reutilização de Águas Cinzentas para Descargas de Autoclismo.	16
2.6.3 Requisitos de Águas para Rega.....	17
3 Utilização da Água no Edifício	19
3.1 Nota Introdutória.....	19
3.2 Abastecimento de Água potável ao Edifício.....	19
3.3 Sistema de aproveitamento de águas pluviais (saap)	19
3.3.1 Composição do sistema	19
3.3.2 Captação	19
3.3.3 Armazenamento de Água pluvial	20
3.3.4 Tratamento de Águas Pluviais	22
3.3.5 Manutenção.....	24
3.3.6 Rega	24

3.4	Sistema de reutilização de águas cinzentas	26
3.4.1	Composição do sistema	26
3.4.2	Coleta	26
3.4.3	Armazenamento	26
3.4.4	Tratamento das Águas Residuais (cinzentas).....	26
3.4.5	Reutilização de Águas Cinzentas.....	26
4	Projeto Para a Gestão Eficiente da Água no Empreendimento.....	32
4.1	Projeto	32
4.1.1	- Descrição	32
4.1.2	- Disposições construtivas	33
4.1.3	- Materiais	34
4.1.4	- Dimensionamento	34
4.1.5	- Quadros de cálculo	43
4.2	Eficiência	56
4.2.1	Introdução.....	56
4.2.2	Eficiência pela Poupança	56
4.2.3	Redução de Perdas em Canalizações e Torneiras.....	58
4.2.4	Poupança de Água no Isolamento Térmico – Água Quente.....	59
4.2.5	Utilização de autoclismos com dupla descarga	60
4.2.6	Introdução de Sistemas de Temporização e Limitação de Caudal em Torneiras de Lavatório, de Bidé e Chuveiros.....	62
4.2.7	Eletrrodomésticos	65
4.3	Eficiência por Reuso de Águas Cinzentas e Aproveitamento de Águas Pluviais.....	68
4.3.1	Introdução.....	68
4.3.2	Descargas de autoclismos	68
4.3.3	Regas de Jardins e Árvores	68
5	Conclusões.....	70
6	Bibliografia.....	71

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição da água no planeta Terra (The United Nations Word Water Development Depart, 2003).....	3
Figura 2 - Procura nacional de água nos anos 2000 e 2009. (Fonte: "Implementação do PNUEA 2012-2020").....	6
Figura 3 - Número de medidas por sector. (Fonte: "Implementação do PNUEA 2012-2020").....	7
Figura 4 - Distribuição dos usos estritamente urbanos e perdas, fonte: Guia Técnico nº 8 (Almeida et al., 2006)	8
Figura 5 – Estrutura do consumo doméstico de água estimado (com e sem usos exteriores), fonte: Guia Técnico nº8 (Almeida et al., 2006)	9
Figura 6 – Despesa Consolidada das Administrações Públicas por Domínios de Ambiente.....	10
Figura 7 – Ciclo Urbano da Água, (Google, 2015).....	12
Figura 8 – Diagrama do sistema de captação das águas pluviais, fonte: Guia Técnico nº8 (Almeida et al., 2006)	20
Figura 9 – Grupo hidropressor, GRUNDFOS CMBE 1-44 (www.grundfos.pt, 2015)	21
Figura 10 – Reservatório para águas pluviais subterrâneas, adotado (Catálogo dos produtos Tubofuro, S.A, 2015)	21
Figura 11 – Filtração, reservatório e distribuição de águas pluviais (www.ecocasa.com.br, 2015)	22
Figura 12 – Elementos do sistema de tratamento das águas pluviais (www.Google.pt/olimpiopmorais, 2015)	23
Figura 13 – Diagrama de processo e equipamentos do sistema para reutilização de águas cinzentas em autoclismos	27
Figura 14 – Estação elevatória compacta Sololift 2 (filtração, trituração e bombagem) (www.grundfos.pt, 2015)	28
Figura 15 – Estação elevatória Sololift 2 (grundfos.com/moderncomfort, 2015).....	28
Figura 16 – Representação das dimensões (mm) da estação elevatória compacta (www.teplograd.ru, 2015)	29
Figura 17 – Instalação de sistema Sololift 2 – D2 (Grundfos) em móvel de lavatório (grundfos.com/moderncomfort, 2015).....	30
Figura 18 – Reservatório de águas cinzentas em Polietileno entrecruzado 135L (www.francobordo.com, 2015)	30
Figura 19 – Doseador de desinfetante estático (www.equibombas.com.br, 2015)	31
Figura 20 – Síntese do sistema proposto para gestão eficiente da água no empreendimento .	57
Figura 21 – Fases de implementação das soluções de reparação	58
Figura 22 - Tubagem isolada (esquerda) e bomba circuladora (direita).....	59

Figura 23 – Esquema simplificado da produção de águas quentes sanitárias.....	60
Figura 24 - Painéis Solares para aquecimento de águas sanitárias.....	60
Figura 25 – Autoclismo de dupla descarga (www.maximainteriores.xl.pt , 2015)	61
Figura 26 – Arejador (www.ecocasa.org , 2015).....	62
Figura 27 – Redutores de caudal (www.aguasdoalgarve.pt , 2015).....	63
Figura 28 – Torneira de caudal reduzido	64
Figura 29 - Máquina de Lavar Roupa	65
Figura 30 – Máquina de Lavar Louça	66

Índice de Quadros

Quadro 1 – Custo da água no concelho de Lisboa para habitação e terciário (EPAL, 2014)	10
Quadro 2 – Principais factores condicionantes de reutilização de águas residuais tratadas (adaptado de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)	16
Quadro 3 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada para abastecimento de autoclismos segundo a ETA 0905 (ANQIP, 2011)	16
Quadro 4 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada de acordo com o uso (adaptado de EPA, 2003; Asano et al., 2007, por citação de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)	17
Quadro 5 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada para rega paisagística (adaptado de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)	17
Quadro 6 – Parâmetros de qualidade para rega de jardins segundo ETA 0905 (ANQIP, 2011)	18
Quadro 7 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP, ETA 0701 (ANQIP, 2009)	24
Quadro 8 – Aferição da frequência da rega por observação das plantas (adaptado de Almeida et al., 2006)	25
Quadro 9 – Consumos unitários e anuais por dispositivo ou utilizador, ETA 0701 (ANQIP, 2009)	35
Quadro 10 – Categorias de eficiência hídrica nos autoclismos segundo ETA 0804 (ANQIP, 2012)	61
Quadro 11 – Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório segundo ETA 0808 (ANQIP, 2012)	63
Quadro 12 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha segundo ETA 0808 (ANQIP, 2012)	64
Quadro 13 – Síntese da viabilidade da utilização da água da chuva em jardins e similares	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

O presente relatório de projeto enquadra-se no âmbito do Trabalho Final de Mestrado (TFM) do Curso de Mestrado em Engenharia Civil, na área de especialização de Hidráulica, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL). Este TFM consiste no projeto de desenvolvimento de novas formas de gestão eficiente da água num edifício de habitação multifamiliar, a construir em Lisboa.

1.2 MOTIVAÇÕES

As motivações que levaram à escolha do referido projeto prendem-se com interesse do signatário pelo ambiente e pela gestão sustentável da utilização futura pelos condóminos, que vierem a adquirir os apartamentos, pretendendo assegurar um bom serviço ao cliente por meio de uma gestão económica e financeira que toma em consideração as questões ambientais, nomeadamente através da redução de consumos de energia e de água.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo do presente Projeto de Gestão Sustentável da Água num Edifício de Habitação, multifamiliar consiste no desenvolvimento de metodologias que promovam uma utilização da água mais eficiente no edifício e no projeto das infra estruturas necessárias para assegurar esse uso mais eficiente da água. São três os eixos identificados como podendo assegurar um uso da água mais eficiente no empreendimento:

- (1) poupança no consumo de água;
- (2) aproveitamento de águas pluviais para rega paisagística;
- (3) reutilização de águas cinzentas para descargas de autoclismos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste Trabalho Final de Mestrado está dividida em 6 capítulos, sendo o primeiro capítulo a sua introdução.

No capítulo dois realça-se a importância do uso eficiente da água num contexto ecológico e económico.

No capítulo três estuda-se a utilização previsível da água no Edifício a levar a cabo, referindo-se os dados sobre a actividade prevista e os consumos previstos.

No capítulo quatro desenvolve-se o projeto com o objetivo da gestão eficiente da água, com medidas de poupança, reutilização de águas residuais cinzentas e aproveitamento de águas pluviais.

No capítulo quinto apresentam-se as conclusões que indicam claramente as vantagens para o investimento a realizar e no sexto a bibliografia consultada, realçando a legislação a observar e os livros da especialidade.

2 NECESSIDADE DO USO EFICIENTE DA ÁGUA

2.1 NOTA INTRODUTÓRIA

O desenvolvimento sustentável da sociedade depende da boa gestão dos recursos naturais e particularmente da gestão dos recursos hídricos. A água é a base da vida, assim como de todas as atividades produtivas das quais o homem depende para a sua sobrevivência. Por isso é crescente a importância da água na conjuntura mundial, na sequência da constatação de que tal recurso, que parecia um bem livre e inesgotável, começa a escassear, tanto em quantidade como em qualidade, face ao aumento das necessidades.

Para preservar este recurso com bom estado ecológico, é importante conhecer com profundidade todas as questões relacionadas com a sua gestão eficiente.

Da água que existe na Terra só aproximadamente 3% é água doce, encontrando-se 2,3% nas calotes polares, resultando 0,7% de água doce distribuída por lagos, rios, águas subterrâneas e na atmosfera. Na figura 1 apresenta-se o gráfico da distribuição da água no planeta.

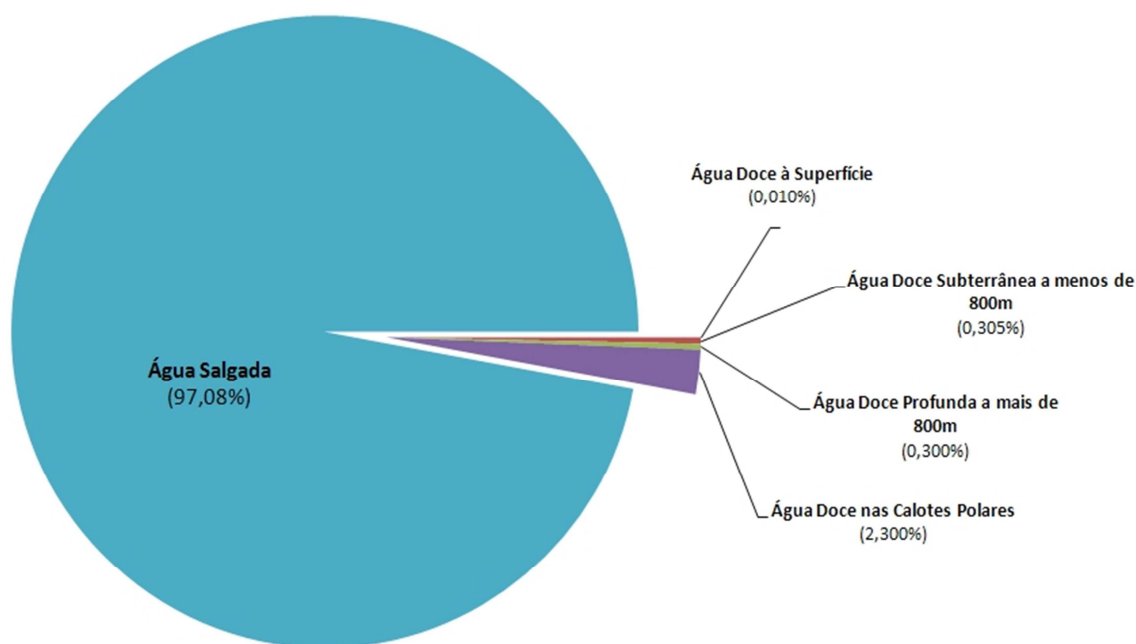


Figura 1 - Distribuição da água no planeta Terra (The United Nations World Water Development Depart, 2003)

Numa altura em que a escassez dos recursos hídricos já afeta tanto os países subdesenvolvidos como os desenvolvidos, torna-se imperativo haver esforços conscientes para uma gestão sustentável da água, no sentido da conservação dos recursos hídricos, entendida como o conjunto de medidas destinadas a preservar, controlar e desenvolver os recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, por meio de armazenamento, utilização racional

e controlo de poluição, a fim de viabilizar a disponibilidade da maior quantidade possível de água para qualquer finalidade, da forma mais económica.

A utilização racional da água é equivalente ao uso eficiente deste recurso, conceito que engloba a poupança no uso da água, a sua reutilização e também o aproveitamento das águas pluviais, de uma forma adequada aos fins a que se destina. O uso eficiente da água torna-se um fator determinante para a proteção da natureza, nomeadamente a sua biodiversidade e para a otimização dos custos da água repercutidos na fatura dos consumidores.

A eficiência de utilização da água [Baptista *et al.*2001] (citado por Valério, D., 2012) mede até que ponto a água captada na natureza é utilizada de modo otimizado para uma produção com eficácia do serviço desejado, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência de utilização da água [\%]} = \left(\frac{\text{Consumo Útil}}{\text{Procura Efetiva}} \right) \times 100$$

Consumo útil: é definido como o consumo necessário num determinado sector para garantir a eficácia da utilização, correspondente a um referencial específico para essa utilização.

Procura efetiva: Corresponde ao volume de água efetivamente utilizado, sendo naturalmente igual ou superior ao consumo útil.

Espera-se que o desenvolvimento deste projeto origine benefícios financeiros para a gestão dos orçamentos familiares dos futuros condóminos, em resultado de uma utilização mais eficiente da água.

As citadas medidas devem também satisfazer os requisitos preconizados pela legislação nacional e comunitária, nomeadamente nos referentes à Diretiva Quadro da Água (DQA) em termos de conservação da água e da crescente aplicação de custos reais ao seu consumo.

O presente estudo tem sempre presente o uso responsável da água, tanto na eficiência da utilização como pela eficácia da distribuição, por forma, a que esta chegue a todos os pontos de consumo em quantidade e qualidade adequadas.

Pretende-se que no edifício, seja conseguida uma maximização dos recursos ambientais, com a gestão eficiente da água adicionada à gestão da energia, com instalação de colectores destinados ao aproveitamento de energia solar para produção de águas quentes sanitárias (AQS); medida que irá contribuir para uma redução significativa do consumo de gás. Com estes procedimentos pretendeu-se baixar os consumos de energia de origem fóssil, contribuindo assim para reduzir os efeitos negativos dos gases resultantes das diversas combustões.

A preocupação pela sustentabilidade ambiental por parte do promotor imobiliário do empreendimento foi determinante para o desenvolvimento deste trabalho, no sentido da procura de uma solução para uma gestão eficaz da água, considerada fundamental para o sucesso das medidas a implementar

O Uso Eficiente da Água no Edifício, vai ser focalizado, no sentido da poupança do consumo, nas áreas de:

- Equipamentos: Escolha e instalação de equipamentos de categoria de eficiência hídrica A ou A+, como sejam autoclismos, Chuveiros e torneiras.
- Eletrodomésticos: Escolha e instalação de electrodomésticos de Classe hídrica A+, como sejam máquinas de lavar roupa e máquinas de lavar louça.
- Rega: Criação de uma rede para Aproveitamento de águas Pluviais para Rega da zona ajardinada.
- Reutilização de Águas cinzentas: Criação de uma rede de drenagem para fornecimento aos autoclismos das águas utilizadas nos banhos.
- Reutilização de águas negras: Este tipo de rede não será aplicável, devido à complexidade necessária ao tratamento deste tipo de efluente.

2.2 PROGRAMA NACIONAL PARA O USO E EFICIENTE DA ÁGUA (PNUEA)

É com base na Diretiva n.º 2000/60/CE de 23 de Outubro – Diretiva Quadro da Água – que surge o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, (PNUEA). Este plano visa, como o próprio nome indica, promover o uso eficiente da água no território nacional, com maior incidência no sector urbano, agrícola e industrial. Pretende contribuir para diminuir os riscos de ocorrência de escassez hídrica, assim como melhorar as condições ambientais nos meios hídricos, sem esquecer as necessidades e qualidade de vida das populações e o desenvolvimento socioeconómico do país.

A versão preliminar do PNUEA foi, elaborada pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com o apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA), entre outros, por solicitação do Instituto Nacional da Água (INAG).

O PNUEA foi aprovado e publicado apenas em 2005, através da Resolução de Conselho de Ministros n.º113/2005, para o qual voltaram a contribuir materiais técnicos desenvolvidos pelo LNEC e ISA nos anos 2003-2005. Em 2006 surgiu também um grupo de trabalho ministerial

com a missão de operacionalizar o PNUEA, que determinou que se estabelecessem as linhas de orientação do processo de execução do documento, definindo também os objetivos específicos e as medidas específicas a serem adotadas para cada sector da água, o que veio a acontecer com a publicação do Relatório da 1.ª Fase (2007) e do Relatório da 2.ª Fase (2008). Já em Junho de 2012 surge o documento “Implementação do PNUEA 2012 – 2020”, com o objetivo estratégico de relançar o Programa e recentrar a atenção de entidades e população nos dados que motivaram a sua elaboração. Entre estes dados encontram-se a procura nacional de água por sector de actividade – Figura 2

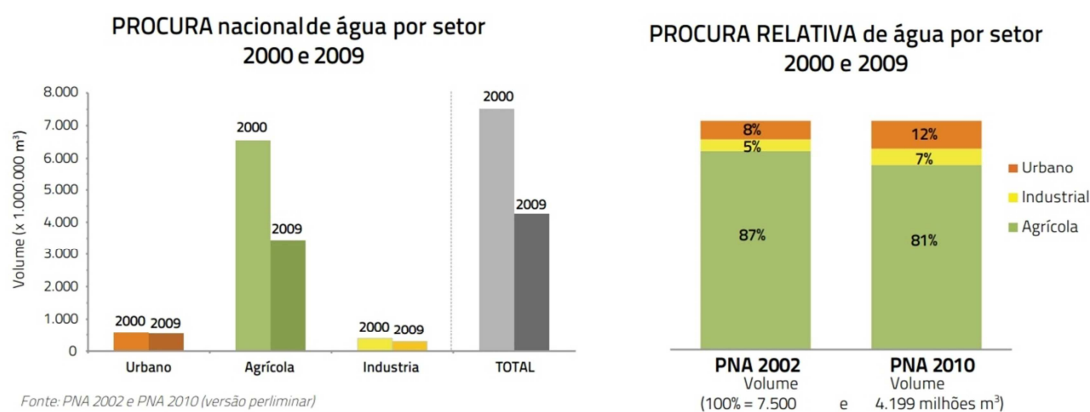


Figura 2 - Procura nacional de água nos anos 2000 e 2009. (Fonte: "Implementação do PNUEA 2012-2020")

O gráfico da Figura 2 mostra que o consumo de água diminuiu cerca de 43% entre os anos 2000 e 2009. Deve-se este facto ao esforço efetuado pelas várias entidades gestoras (EG) da água em reduzir as perdas nos sistemas de armazenamento, transporte e distribuição, que atingiu uma percentagem de 40% no ano 2000, como demonstrado na figura 2, e também à diminuição da atividade agrícola, promovida quer por fenómenos de conjuntura nacional, quer pela implementação de sistemas que utilizam menos água para rega das culturas, uma vez que o sector agrícola é o maior consumidor de água.

Embora o sector agrícola seja o consumidor mais preponderante da água a nível nacional, o sector em que os custos são mais significativos é o urbano, uma vez que a água consumida corresponde a elevados padrões de qualidade que assegurem a aptidão da água para consumo humano, e essa exigência obriga a utilização de técnicas de tratamento que aumentam significativamente o custo unitário da água produzida.

O PNEUA propõe a implementação de 87 medidas distribuídas pelos 3 sectores – urbano, agrícola e industrial -, e aponta as metas a atingir no ano 2020.

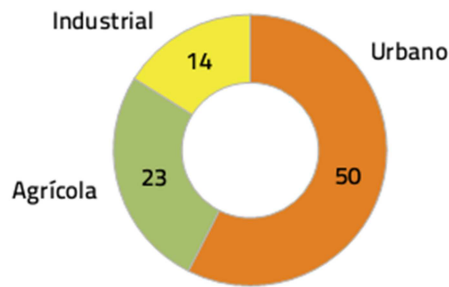


Figura 3 - Número de medidas por sector. (Fonte: "Implementação do PNUEA 2012-2020")

Entre as medidas propostas pelo PNUEA para melhorar a utilização da água no sector urbano, encontram-se 14, que apresentam maior interesse para a execução deste estudo, como sejam o aproveitamento das águas pluviais; a reutilização de águas de qualidade inferior em fins adequados; o aumento da eficiência hídrica dos dispositivos de consumo relativamente ao uso a que se destinam, sendo que 7 são consideradas para o desenvolvimento do presente projecto, a saber:

- 1) **Medida 08-Reutilização ou uso de água de qualidade inferior;** consiste na utilização de água não proveniente da rede pública de abastecimento, sendo as origens mais comuns a reutilização de águas cinzentas (proveniente de banheiras, chuveiros e lavatórios). O uso mais comum para o reaproveitamento destas águas, são descargas de autoclismos, lavagens de pátios e rega de jardins.
- 2) **Medida 11-Substituição ou adaptação de autoclismos;** consiste na alteração / adoção de equipamento mais eficiente. Potencial de redução até 60%
- 3) **Medida 15-Substituição ou adaptação de chuveiros;** consiste na alteração / adoção de equipamento mais eficiente de caudal inferior (arejadores, redutores de pressão). Potencial de redução até 25%
- 4) **Medida 17-Substituição ou adaptação de torneiras;** consiste na alteração / adoção de equipamento mais eficiente de caudal inferior (arejadores, redutores de pressão). Potencial de redução até 50%
- 5) **Medida 19-Substituição de máquinas de lavar roupa;** consiste na substituição / adoção de equipamento mais eficiente com menor consumo de água. Potencial de redução de até 33%
- 6) **Medida 21-Substituição de máquinas de lavar loiça;** consiste na substituição / adoção de equipamento mais eficiente com menor consumo de água. Potencial de redução de até 18%
- 7) **Medida 38-Utilização de água da chuva em jardins e similares;** consiste no aproveitamento da chuva, através de um sistema de captação e armazenamento para posterior utilização em rega de jardins e lavagem de pavimentos.

O presente estudo representa um contributo para a concretização destas medidas, precisamente no que concerne ao aproveitamento das águas pluviais, à reutilização de águas de qualidade inferior em fins adequados e ao aumento da eficiência dos dispositivos de consumo.

2.3 POUPANÇA DE ÁGUA

Uma gestão eficiente da água deverá passar, em primeiro lugar, pela poupança no seu consumo, pois é certamente a solução mais económica, não necessitando de grandes investimentos. É patente na fig. 5 o consumo estritamente urbano e as perdas no sistema de abastecimento

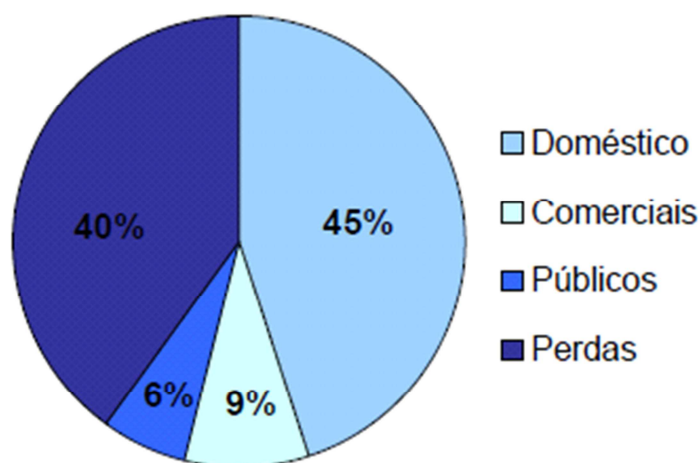


Figura 4 - Distribuição dos usos estritamente urbanos e perdas, fonte: Guia Técnico nº 8 (Almeida et al., 2006)

Visto o desenvolvimento do trabalho incidir na implementação de sistemas que aumentem a eficiência do uso da água, é necessário conhecer as necessidades para cada tipo de utilização que englobam o consumo doméstico. Segundo o Guia Técnico nº 8 “Uso eficiente da água no sector urbano” (Almeida et al., 2006) nas estimativas realizadas surgem com um maior consumo hídrico as utilizações associados aos equipamentos sanitários. Com a maior percentagem de consumo, os duches com 32% do volume consumido, seguido dos autoclismos com 28%, num total de 60% do consumo de água em utilizações domésticas. De notar que as torneiras apresentam um consumo de 16%, bem como os, usos exteriores com 10%, sendo que todas as utilizações anteriormente descritas somam um total de 86% do consumo hídrico doméstico, sendo considerados por isso as utilizações com maior impacte e importância ao nível de uso eficiente da água em habitações.

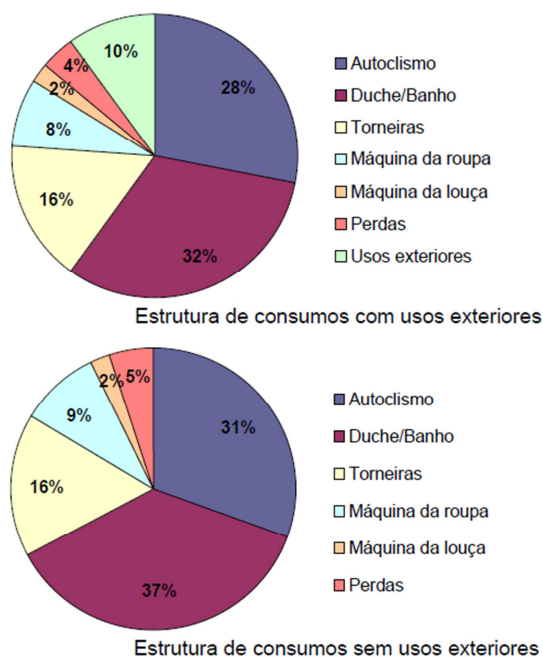


Figura 5 – Estrutura do consumo doméstico de água estimado (com e sem usos exteriores), fonte: Guia Técnico nº8 (Almeida et al., 2006)

Desta forma, neste trabalho são abordados sistemas de uso eficiente da água com maior incidência nas utilizações acima referidas, visto que ao nível de máquinas de lavar roupa ou de louça a eficiência hídrica depende da opção por um modelo do equipamento mais eficiente. Quanto às perdas nos sistemas de abastecimento, será considerado que o sistema da habitação está em perfeitas condições de utilização, sem perdas significativas, visto se tratar de redes interiores novas, em início de exploração.

É de salientar que um aumento da eficiência hídrica nos consumos domésticos poderá ter grandes vantagens ao nível económico/financeiro, quer através da poupança direta no consumidor final, quer ao nível da diminuição dos caudais captados e tratados para consumo e também nos custos associados ao tratamento de águas residuais.

Dando o exemplo do tratamento de águas residuais, uma diminuição dos caudais a tratar irá trazer uma diminuição dos custos de tratamento. Segundo o Anuário Estatístico de Portugal (INE, 2011), em 2009 a despesa consolidada das administrações públicas na área de atividades de proteção ambiental fixou-se nos 1396 milhões de euros, correspondendo a 0,8% do produto interno bruto (PIB), neste domínio de atividades de proteção ambiental a parcela correspondente à gestão de águas residuais considerada é de 28%, aproximadamente 390 milhões de euros, conforme ilustrado na Fig. 7, sendo, portanto uma área de interesse relevante a nível económico e financeiro.

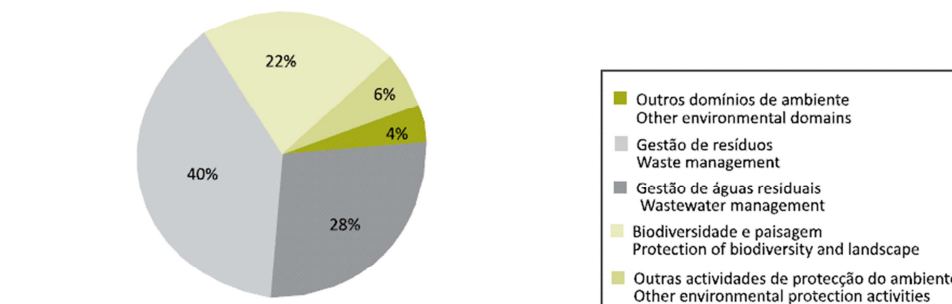


Figura 6 – Despesa Consolidada das Administrações Públicas por Domínios de Ambiente (INE, 2011)

A água que abastece o edifício será fornecida pela Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL), e será quantificada através de uma bateria de contadores de caudal.

O Custo da água pago À EPAL tem um valor elevado, função da quantidade consumida, que por sua vez varia consoante os escalões, do volume utilizado. Este custo da quantidade de água consumida, tem associado uma série de custos adicionais, variáveis percentuais, conforme se ilustra no quadro 1; nomeadamente o custo de saneamento; logo portanto quanto mais água se poupar menor será o valor da fatura.

Quadro 1 – Custo da água no concelho de Lisboa para habitação e terciário (EPAL, 2014)

Quantidade (m ³)	Custo (euros/m ³)
1º escalão 0 - 5	0.2330
2º escalão 6 - 15	0.6437
3º escalão 16 - 25	1.5066
4º escalão >= 26	1.9000
Quota de serviço (nº dias)	0.2423
Outros custos (m ³)	
Adicional CML	0.1094
Saneamento variável CML	0.2200
Saneamento fixo CML (nº dias)	0.0424
TX. Recursos hídricos ARH	0.0195
TX. Recursos hídricos SAN.ARH	0.0101

Acresce ainda ao valor determinado a partir das tabelas supra o valor do IVA. Resultando aproximadamente um custo de 0,5890€/m³.

Os indicadores de Eficiência de utilização diária de água não são fáceis de determinar, no entanto é importante ter uma noção clara que a água desperdiçada no uso e nas perdas não tem qualquer benefício devendo dar-se a maior atenção a toda a problemática da poupança de modo a evitar-se desperdícios.

Nas várias situações a analisar neste empreendimento dar-se-á a maior importância á redução do consumo nos autoclismos, nos banhos, rede geral de distribuição e nas regas.

As reduções de consumo podem conseguir-se através de medidas que o promotor deverá implementar por forma a alcançar os objetivos planeados, para que se consiga um volume de água desperdiçado próximo do nulo.

2.4 REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

2.4.1 PRINCÍPIOS GERAIS

A maioria dos projetos de reutilização de água tem como objetivo o abastecimento de usos não potáveis, como a rega agrícola ou paisagística e usos industriais. As recargas de lençóis freáticos podem ser projetadas para reutilização indireta, onde a água tratada volta a preencher o volume de água retirado ao aquífero, podendo ser extraída de novo para abastecimento urbano, agrícola e industrial..

Embora os objetivos que motivam a reutilização de água possam diferir de caso para caso, o objetivo comum é completar o ciclo hidrológico a uma escala local mais pequena, fechando o chamado ciclo urbano da água, ilustrado na Fig. 7. Deste modo, a água tratada torna-se um recurso valioso, disponível a todos os condóminos, ao invés de desperdiçada. Em alguns casos a reutilização de água está presente devido á indisponibilidade de outras origens de água por razões de constrangimentos físicos e económicos, pelo que prever-se a diminuição do consumo nesses casos não é viável. Um importante avanço na evolução da sustentabilidade dos recursos de água foi alcançado quando o tratamento e reutilização de água começaram a ser considerados opções a considerar na procura de origens de água. Este método continua no entanto a ser encarado como uma opção tecnológica e economicamente exigente, uma vez que a origem desta água é de inferior qualidade, requerendo tratamento complementar previamente à sua reutilização.



Figura 7 – Ciclo Urbano da Água, (Google, 2015)

A grande tendência da gestão dos recursos de água a nível mundial é priorizar o uso de água baseada na disponibilidade e na qualidade. No entanto, o ideal está em preservar a água de maior qualidade para o abastecimento dos fornecedores de água para consumo humano, utilizando uma origem alternativa, como a água residual tratada, para usos que não necessitam de qualidade equivalente à da água que bebemos, representando por isso riscos para a saúde pública muito inferiores, como é o exemplo da rega; sendo prioritário aumentar a sua produção.

Para qualificar o papel da água tratada e reutilizada é importante correlacionar os padrões de consumo de água com os potenciais destinos da água reutilizada. Por exemplo, em zonas urbanas, os consumos de sectores como a indústria e comércio correspondem à maioria da procura. Já em zonas áridas e semiáridas é a rega que ocupa esse lugar. O grau de aproveitamento da reutilização de água está inteiramente relacionado com os padrões de procura do sector da indústria e comércio.

A gestão sustentável dos recursos hídricos obriga à sua conservação e conseqüentemente à reutilização da água, e está prevista como 8ª medida no PNUEA. Para a execução desta medida é indispensável haver conhecimento técnico para que a reutilização de águas residuais não coloque em risco a saúde pública, mesmo que o consumo a que se dirige não justifique a utilização de água potável. A qualidade da água é fundamental para que o sistema da nova

Utilização, possa ser aceite. Tem que se considerar o que se vai reutilizar, porquê e para quê, tendo sempre presente os efeitos económicos, já que são trabalhos de investimento a longo prazo, com retornos que deverão ser compatíveis com as taxas de desconto adequadas para um investimento, que não deverá ultrapassar os dez anos. Deverá haver também estudos alternativos na fase de estudo prévio e um plano de execução do projeto, articulado com a legislação em vigor e a autoridade de saúde, apresentando-se um plano de monitorização, havendo sempre a obrigatoriedade de licenciamento pela Administração da Região Hidrográfica (ARH).

Qualquer das soluções que venham a ser implementadas constitui sempre um projeto com riscos associados, pelo que será importante investir nos estudos técnicos, ambientais e económicos. Um sistema de reutilização inclui os processos de afinação de tratamento, assim como com o armazenamento e o transporte da água a reutilizar. Como em todos os projectos, terá que se proceder ao seu planeamento, estudos técnicos e económicos, construção e monitorização. Os objetivos de reutilização devem contemplar o abastecimento fiável em termos quantitativos e qualitativos, da água a reutilizar, assegurando que se consegue a um baixo custo. É preciso ter presente quanto custa a água atualmente e quanto vai custar a água a reutilizar, pelo que será necessário prever um período de retorno para o investimento, como atrás foi referido. Deve ser criada uma estrutura de custos para a viabilização do projeto.

Há que avaliar os riscos sanitários e ambientais da reutilização. Daí a vantagem de se utilizar, por exemplo, sistemas de rega gota-a-gota. É certo que não podem ser descurados os efeitos que os microrganismos patogénicos podem provocar nos seres humanos, pois a água é um veículo privilegiado de transmissão de doenças e algumas com elevado risco (bactérias, protozoários, helmintas, vírus, etc.), [Asano, 2007], (por citação de Valério D., 2012).

Para além destes microrganismos, as águas residuais urbanas contêm uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos, que se podem encontrar dissolvidos ou suspensos na água (Quadro 3). Estas características variam de acordo com a população que a origina, por fatores que se remetem à qualidade das águas de abastecimento e às características socioeconómicas da população.

A monitorização do sistema de reutilização de águas residuais tratadas (SRART) constitui um importante elemento de garantia da fiabilidade do sistema, entendendo-se por fiabilidade de uma unidade de tratamento ou da ETAR na sua globalidade, como a probabilidade dessa unidade ou estação apresentar um desempenho adequado durante um determinado período de tempo, entendendo-se por desempenho adequado a capacidade de tratar a água até aos limites de concentração pretendidos [Marecos do Monte e Albuquerque, 2010].

O principal objetivo da monitorização da qualidade de água em SRART consiste na verificação da satisfação dos critérios de qualidade das águas residuais tratadas estabelecidos para que a reutilização se processe de forma segura, isto é, minimizando os riscos ambientais e de saúde pública. Os parâmetros a monitorizar da qualidade de água a reutilizar são definidos em função da finalidade da reutilização [Marecos do Monte e Albuquerque, 2010].

2.4.2 REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS

São consideradas como águas residuais cinzentas domésticas todas as águas residuais que não provenham das bacias de retrete. Estas águas ainda se podem classificar como águas cinzentas claras, se tiverem origem na banheira, lavatório e bidé, ou águas cinzentas escuras onde às origens anteriores se acrescenta as águas de lavagens de roupa/loiça e dos lava-loiças da cozinha Deve-se esta classificação ao tipo de químicos presentes nas águas

cinzentas e também à presença de contaminação fecal [Ana Coutinho, 2009] (por citação de Valério D., 2012).

As águas cinzentas que representam menor risco para a saúde pública e maior facilidade de tratamento, são as águas provenientes do duche/banheira e dos lavatórios de mãos, devido à ausência de gorduras e matéria orgânica. No entanto, devido à presença de químicos como os que compõem, por exemplo, champôs e pastas de dentes, a filtração e desinfecção destas águas são processos pelos quais deve imperiosamente passar o seu tratamento.

Quanto ao destino da sua reutilização, este deve-se cingir a usos menores, que representem um risco diminuto para os utilizadores, nomeadamente a rega agrícola através de sistema gota-a-gota, regas de jardins, descargas de bacias de retrete e lavagem de pavimentos.

2.5 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Assim como na reutilização das águas cinzentas e negras, também o aproveitamento das águas da chuva poderá trazer vantagens ao longo do tempo, desde que a sua qualidade seja adequada aos fins a que se destinam.

A zona onde se localiza o empreendimento em estudo apresenta uma precipitação média anual da ordem dos 800 mm (Lisboa). Instituto de Meteorologia, I.P.

Benefícios para o empreendimento, pelo aproveitamento das águas pluviais:

- Redução do consumo da água fornecida pela EPAL, e conseqüente benefício financeiro.
- Contribuir para um melhor ambiente, através da conservação da água, decorrente da redução do consumo da água potável.

Pretende-se aproveitar as águas pluviais provenientes da cobertura e outras áreas impermeáveis, para a rega de jardins e lavagens ocasionais.

A especificação técnica ETA 0701 elaborada pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) refere os parâmetros de dimensionamento dos reservatórios de aproveitamento de águas pluviais, assim como os cuidados a ter com a qualidade das águas da chuva, referindo que deve ser sempre considerado o tratamento adequado ao local e as utilizações previstas. Esta especificação prevê a utilização das águas da chuva com filtração a montante da cisterna e sem tratamento, apenas em descargas de autoclismo, rega de zonas verdes e lavagem de pavimentos, a qual deverá ser admitida quando a água respeite no mínimo, as normas de qualidade ambiental no domínio da política da água nos termos da legislação nacional e das Diretivas Europeias aplicáveis (Dec.Lei nº 103/2010 de 24 de Setembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro).

2.6 REFERÊNCIAS LEGAIS E NORMATIVAS

2.6.1 GENERALIDADES

A primeira legislação sobre águas remonta a 30 de Agosto de 1852, nela sendo definidos os regimes de propriedade, condicionamentos de utilização e a proibição de poluir águas correntes (Espírito Santo e Costa, 1983), (por citação de Costa Francisco, 2011). A organização e regulamentação dos “Serviços Hidráulicos”, foi criada, com base no D.L. nº8, de 1 de Dezembro de 1892, lançando assim as bases da organização e funcionamento dos serviços hidráulicos, bem como da definição dos usos e propriedade das águas e normas de gestão (Costa, F.S., 2011).

Em 23 de Agosto de 1995, é publicado o Decreto Regulamentar n.º 23/95, onde surge pela primeira vez o conceito de águas pluviais como águas que apresentam menores quantidades de matéria poluente, nomeadamente matéria orgânica. Este decreto, proíbe, no entanto, o uso de água não potável em redes prediais para fins que não a lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, disposição legal que constitui um obstáculo à reutilização e uso de águas de inferior qualidade para fins não potáveis.

Através dos diplomas consultados é possível concluir-se que a legislação nacional não é ainda completamente favorável à aplicação de medidas que contribuam para o uso eficiente da água, sendo conveniente a sua alteração no sentido de permitir um menor consumo de água potável, assim como previsto no Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA). A publicação pela ERSAR do Guia Técnico 14 – Reutilização de Águas Residuais (Marecos do Monte e Albuquerque, 2010) veio colmatar parcialmente a lacuna no que respeita à reutilização de águas residuais tratadas para diversas aplicações. Este guia reúne conhecimento científico e tecnológico e apresenta estudos sobre a qualidade da água e sobre as metodologias mais corretas para a adequação da mesma aos diversos fins não potáveis, sejam a rega, a indústria, a recarga de aquíferos ou os usos recreativos, que representam a maior percentagem dos consumos de água e cujos parâmetros de qualidade são consideravelmente inferiores aos da água tratada para consumo humano.

Apresenta-se de seguida, a regulamentação referente a padrões de qualidade de água a reutilizar nas aplicações do presente estudo – rega paisagística, descarga de autoclismos, lavagem de pavimentos, que pode servir de orientação na definição das medidas de uso eficiente da água no empreendimento do edifício de habitação.

O Quadro 2 apresenta as principais condicionantes a considerar na reutilização de águas cinzentas para autoclismos e lavagens de pátios e de efluentes de ETAR para rega paisagística, que se encontram refletidas na regulamentação referente a estes usos:

Quadro 2 – Principais factores condicionantes de reutilização de águas residuais tratadas (adaptado de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)

Aplicação	Aplicação	Condicionantes
Rega Paisagística	Parque Público	- Controlo de Desinfeção - Saúde Pública - Aceitação Pública
	Jardins Residenciais	- Drenagem - Ligações cruzadas com rede de água potável
Usos	Descarga Autoclismo	- Ligações Cruzadas com rede de água potável - Incrustações, corrosão, filmes biológicos
	Lavagem de Pátios	- Aceitação Pública - Saúde Pública

Nas reutilizações de águas cinzentas para autoclismos e lavagem de pátios é determinante que as águas a reutilizar apresentem parâmetros organoléticos, com a cor e o odor, que tenha aceitação pelos utilizadores.

2.6.2 REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS PARA DESCARGAS DE AUTOCLISMO.

No empreendimento, serão reutilizadas águas cinzentas para descargas de autoclismo. No Quadro 3 apresentam-se os valores da Especificação Técnica ETA 0905 relativos à reutilização de águas cinzentas para autoclismos e lavagem de pavimentos.

Quadro 3 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada para abastecimento de autoclismos segundo a ETA 0905 (ANQIP, 2011)

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

No Quadro 4 apresentam-se valores de qualidade de águas residuais tratadas para serem reutilizadas na descarga de autoclismos, rega de espaços verdes e lavagem, adaptados da literatura internacional da especialidade (adaptado de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010).

Quadro 4 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada de acordo com o uso (adaptado de EPA, 2003; Asano et al., 2007, por citação de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)

Parâmetros		Uso não restrito		Uso restrito
		Lavagem de pavimentos, passeios e vias	Rega de espaços verdes de acesso livre	Sanitários
CBO ₅ (mg/l)		10	10	45
Cloro Residual	Livre (mg/l)	0,1	0,1	0,1
	Combinado(mg/l)	03	03	1
Coliformes fecais (UFC/100ml)		Não detectável	Não detectável	Não detectável
Odor		Não detectável	Não detectável	Não detectável
pH		6—9	6—9	6—9
SST (mg/l)			20	45
Turvação (ntu)		2	2	2
Tratamento mínimo necessário		Secundário/Desinfeção	Secundário/Desinfeção	Secundário/Desinfeção

2.6.3 REQUISITOS DE ÁGUAS PARA REGA

A norma portuguesa NP 4434 (2005) estabelece os requisitos de qualidade que as águas residuais urbanas tratadas têm que atingir para que possam ser utilizadas na rega agrícola e paisagística, assim como define critérios de escolha de equipamentos de rega e procedimentos para minimização de impactes ambientais e sanitários e monitorização do sistema de reutilização. No Quadro 5 apresentam-se os requisitos de qualidade de água reutilizada para rega paisagística com acesso direto do público constantes da NP 4434, como é o caso do espaço verde do empreendimento objecto do presente projeto.

Quadro 5 – Parâmetros de qualidade da água reutilizada para rega paisagística (adaptado de Marecos do Monte e Albuquerque, 2010)

Parâmetro		Valor
pH		6,5 – 8,4
Sólidos Suspensos Totais (SST)(mg/L)		60
Razão de Adsorção de Sódio (RAS)		8
Salinidade	Condutividade Eléctrica (CE(S/m a 25°))	1
	Sais Dissolvidos Totais (SDT)(mg/L)	640
Bactérias termotolerantes (ufc/100ml)		100
Ovos de parasitas intestinais (n°/L)		1
Cádmio (µg/l)		10
Crómio (µg/l)		100
Cobre (µg/l)		200
Chumbo (µg/l)		5000
Níquel (µg/l)		500
Zinco (µg/l)		2000

A especificação técnica ETA 0905 da ANQUIP também contém requisitos de qualidade de água reutilizável na rega, que se apresentam no Quadro 6.

Quadro 6 – Parâmetros de qualidade para rega de jardins segundo ETA 0905 (ANQIP, 2011)

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

Em termos gerais, a concepção, a instalação e a exploração dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia existentes e aplicáveis a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes.

Os SAAP devem ser objeto de um projeto técnico, cuja elaboração deve respeitar, nas partes aplicáveis, as exigências da Portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho.

3 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO EDIFÍCIO

3.1 NOTA INTRODUTÓRIA

Com vista a assegurar o objectivo do projecto, ou seja, o uso eficiente da água no edifício, as redes prediais do mesmo serão:

- Rede predial de abastecimento de água potável (água fornecida pela EPAL);
- A rede predial de drenagem de águas residuais que deve assegurar a separação das águas negras e das águas cinzentas, a fim de viabilizar a reutilização destas nos autoclismos;
- Rede de drenagem de águas pluviais, para permitir o aproveitamento destas águas para a rega dos espaços verdes do edifício.

3.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL AO EDIFÍCIO

O empreendimento, consta da construção de um edifício para habitação multifamiliar com 7 pisos, com um apartamento por piso, sendo as tipologias; 1T2, 5T4 e 1T3, o que implica uma população estimada de 35 pessoas.

O empreendimento será servido de água potável, fornecida directamente pela EPAL através de ramal domiciliário, cumprindo à partida todos os requisitos legais (Dec-Lei. nº 306/2007), nomeadamente pH e a dureza

3.3 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SAAP)

3.3.1 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de aproveitamento de águas pluviais terá que incluir instalações para a coleta dessas águas, para o seu armazenamento, tratamento e abastecimento à rega

3.3.2 CAPTAÇÃO

A coleta das águas pluviais será feita ao nível da cobertura, por gravidade, até às caleiras e daqui para os ramais prediais, através das prumadas, confluindo finalmente, no reservatório de armazenamento.

O esquema de funcionamento para a captação e utilização das águas da chuva é apresentado na figura 8.

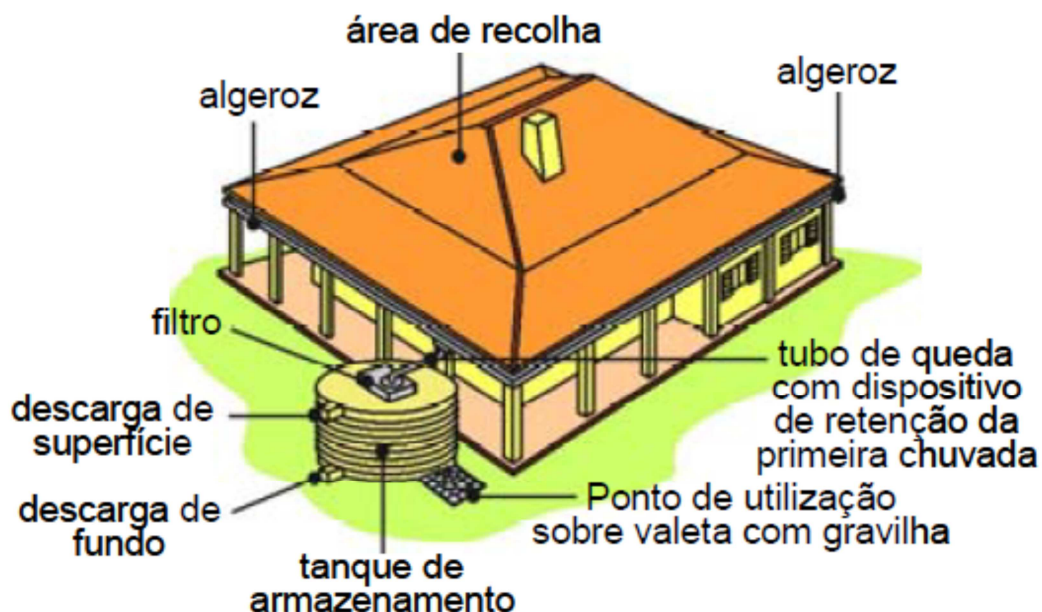


Figura 8 – Diagrama do sistema de captação das águas pluviais, fonte: Guia Técnico nº8 (Almeida et al., 2006)

3.3.3 ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Para o armazenamento de água de regularização foram previstos dois reservatórios horizontais R1 e R2, com 10 m³ cada, de capacidade, em PEAD. Os reservatórios estão localizados, enterrados, no logradouro a tardoz, conforme projeto. Estes equipamentos dispõem de um sistema de filtração a montante (Filtro hidro do tipo roof 3p technik) e pressurização a jusante, tendo como objectivo a rega e lavagem ocasional.

Este sistema de pressurização é composto por uma central hidropneumática que consiste num conjunto de duas electrobombas que funcionam em simultâneo, ou como reserva uma da outra, ligadas a um reservatório hidropneumático. Dispõe também de um conjunto de pressostatos, que comandam o arranque e paragem das electrobombas, conforme ilustrado na fig. 9. Na fig. 10 é representado o reservatório subterrâneo escolhido para águas pluviais.



Figura 9 – Grupo hidropressor, GRUNDFOS CMBE 1-44 (www.grundfos.pt, 2015)



Figura 10 – Reservatório para águas pluviais subterrâneas, adotado (Catálogo dos produtos Tubofuro, S.A, 2015)



Figura 11 – Filtração, reservatório e distribuição de águas pluviais (www.ecocasa.com.br, 2015)

3.3.4 TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais clássicos já proporcionam tratamentos básicos de filtração (no filtro de montante) e de sedimentação (no reservatório), mas poderão ainda ocorrer processos de precipitação e/ou decomposição biológica, com um efeito geralmente favorável sobre a qualidade da água.

Para rega de zonas verdes ou lavagem de pavimentos a água das chuvas geralmente não necessita de outro tratamento.

Caso seja necessária uma desinfecção, a mesma poderá ser realizada com radiações ultravioleta, cloro ou outros processos adequados. A desinfecção por cloro deve ser feita a jusante do sistema de filtragem, antes da entrada no reservatório.

As cisternas devem ser dotadas de um filtro a montante com uma malha entre 0,2 mm e 0,8 mm, descarga de superfície sifonada e descarga de fundo para esvaziamento da(s) célula(s).

Nos quadros 4 a 6 atrás apresentados estão patentes os critérios de qualidade recomendados na NP 4434 para a reutilização de águas residuais em rega agrícola e paisagística.

As águas pluviais captadas são conduzidas por algerozes ou caleiras, junto aos beirados existentes, que ligam aos tubos de queda. Estes, por sua vez, serão ligados a um filtro “First Flush” simplificado, e só a seguir se ligará ao reservatório de armazenamento. A Fig. 11 indica as várias tubagens e ligações, para retenção de sólidos arrastados pela água da chuva da superfície de coleta (telhado).

Na fig. 12, estão patentes as várias etapas que poderão constituir um SAAP



1.

Figura 12 – Elementos do sistema de tratamento das águas pluviais (www.Google.pt/olimpiopmorais, 2015)

3.3.5 MANUTENÇÃO

Devem ser determinadas operações semestrais de manutenção, a ter lugar no início e no fim da época das chuvas, preferencialmente.

Quadro 7 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP, ETA 0701 (ANQIP, 2009)

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

3.3.6 REGA

A gestão de abastecimento de água para rega é feita através dos referidos reservatórios de água, os quais em caso de falha de abastecimento serão alimentados directamente da rede pública.

Estimativa das necessidades hídricas do jardim

Apesar do jardim ser constituído por varias plantas, nomeadamente árvores de grande porte, estas já são adultas, necessitando por isso de menor quantidade de água; sendo portanto a necessidade hídrica do jardim condicionada pelo relvado.

A quantidade de água necessária para rega dependerá principalmente da quantidade de água que as plantas perdem por evapotranspiração (ETc), mas também da velocidade do vento, humidade e temperatura.

No quadro 8 são elencadas as diversas manifestações indicativas da necessidade hídrica das plantas.

Quadro 8 – Aferição da frequência da rega por observação das plantas (adaptado de Almeida et al., 2006)

Sintomas de excesso de água	Manchas castanhas na extremidade das folhas
	Teste da pegada: a relva não volta facilmente à posição inicial depois de ser pressionada com o pé
Sintomas de carência de água	Perda da cor brilhante
	Emurhecimento
	Queda de folhas

3.4 SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS

3.4.1 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA

Composição do sistema: coleta, armazenamento, tratamento e reutilização.

3.4.2 COLETA

A coleta, será materializada ao nível de banheiras e lavatórios, por gravidade até às unidades compactas de tratamento.

3.4.3 ARMAZENAMENTO

O armazenamento será feito em depósitos normalizados em pead, estando localizados ao nível do teto falso, conforme figuras 13. O abastecimento aos depósitos será pressurizado

3.4.4 TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS (CINZENTAS)

A composição das águas cinzentas claras (com origem nos duches e lavatórios) são facilmente degradáveis. Devido à biodegradabilidade o tratamento não pode ser muito demorado para evitar maus cheiros provenientes da decomposição da matéria orgânica. Por este motivo, um tratamento adequado destas águas com vista ao abastecimento de autoclismos terá que implicar muito pouco tempo de retenção em reservatório, uma vez que o armazenamento irá promover o aparecimento de microrganismos patogénicos. Para controlo deste parâmetro as colheitas para análises destas águas deverão ser efetuadas a jusante do tratamento.

A qualidade de água reutilizada para autoclismos, deve obedecer aos parâmetros constantes dos

Quadros 3 e 4

3.4.5 REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS

A reutilização das águas cinzentas, nos autoclismos, será conseguida após o abastecimento direto a partir dos depósitos, por gravidade.

Na figura 13, é patente o diagrama de processo e equipamento do sistema idealizado para reutilização de águas cinzentas em autoclismos.

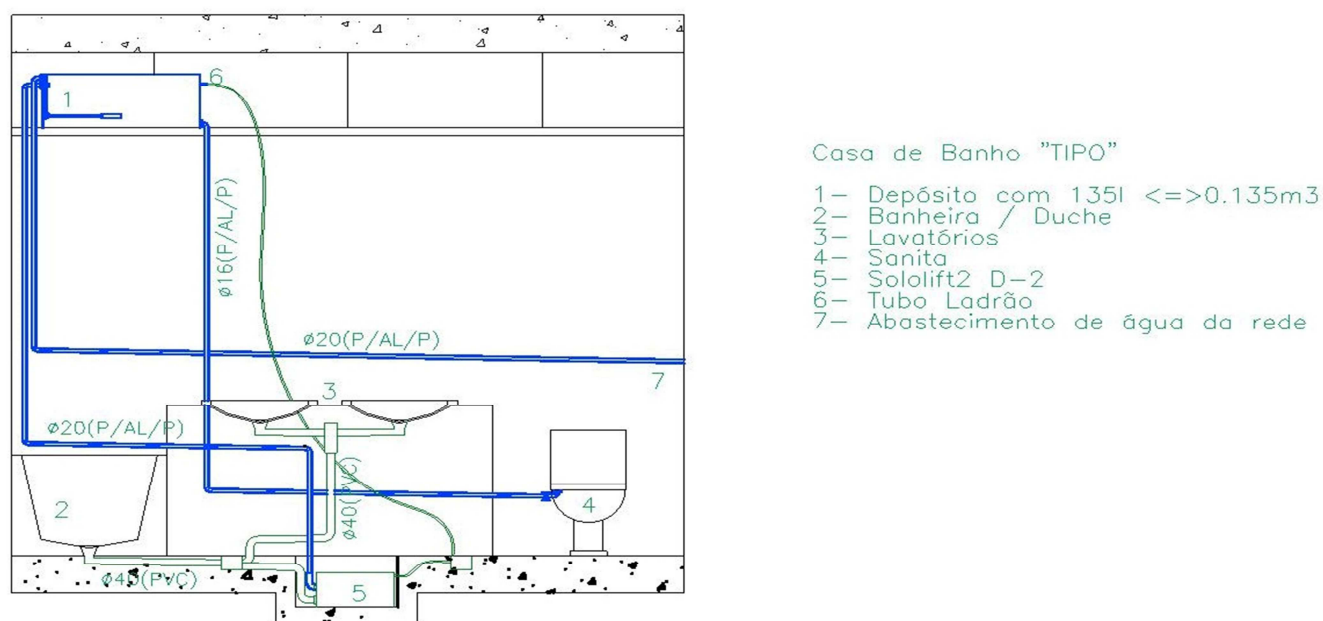


Figura 13 – Diagrama de processo e equipamentos do sistema para reutilização de águas cinzentas em autoclismos

Para a realização do sistema de captação de águas cinzentas de banheiras / duche e lavatórios, consideraram-se aparelhos normais, com instalação normal, onde as águas provenientes de banhos / duchas e lavatórios, serão colectadas por gravidade para um caixa de pavimento e daqui para um aparelho multifunções compacto onde será feita filtração trituração e bombagem das águas cinzentas e enviadas de seguida para um reservatório existente ao nível do teto falso.

O reservatório existente em elevação, além de ser abastecido a partir da estação elevatória é também abastecido directamente da rede, até um determinado nível mínimo, que garantirá a eficiência do sistema em caso de falha, nomeadamente de energia.

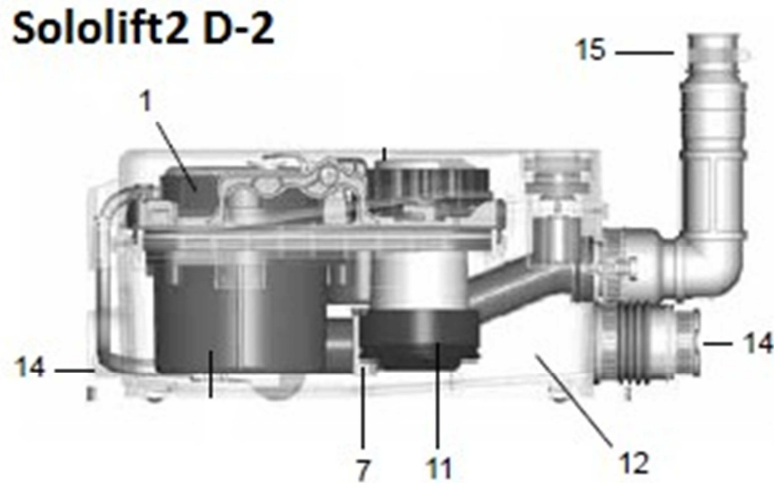
O abastecimento aos autoclismos será feito por gravidade a partir do depósito atrás referido

O equipamento escolhido é da marca grundfos, modelo "sololift 2-D2", que não é mais do que uma estação elevatória compacta, de reduzidas dimensões, composta por filtro de carvão activado, triturador, bomba, e sensor de nível, de fácil manutenção a seco., com uma pressão máxima de 5.5 m.c.a. e um caudal máximo de 1.7 l/s. Este equipamento será instalado, num rebaixo ao nível do pavimento (laje).

Considerou-se também uma desinfecção suplementar, através de um doseador estático que funciona pela simples passagem da água (dissolvendo as pastilhas), com o objectivo de eliminar os agentes patogénicos dentro do reservatório. Este sistema tem a vantagem de dispensar energia eléctrica, ausência de manutenção e será instalado a jusante da estação elevatória.

O conjunto estação elevatória / depósito, servirão no máximo duas instalações sanitárias.

Na fig. 14 é Representado em transparência o sistema de estação elevatória compacta Sololift 2, onde é visível o motor/bomba e o triturador.



- 1 - o motor eléctrico;
- 7 - Acoplamento automático de fácil montagem;
- 11 – Sensor de nível;
- 12 - arredondamento especial na parte inferior para evitar zonas de estagnação;
- 14 – Entradas de água de sucção;
- 15 – Saída de água

Figura 14 – Estação elevatória compacta Sololift 2 (filtração, trituração e bombagem)
(www.grundfos.pt, 2015)

Na figura 15 e 16, é representada a estação elevatória Sololift 2 –D2, adoptada para captação das águas dos banhos/duche e lavatórios.



Figura 15 – Estação elevatória Sololift 2 (grundfos.com/moderncomfort, 2015)

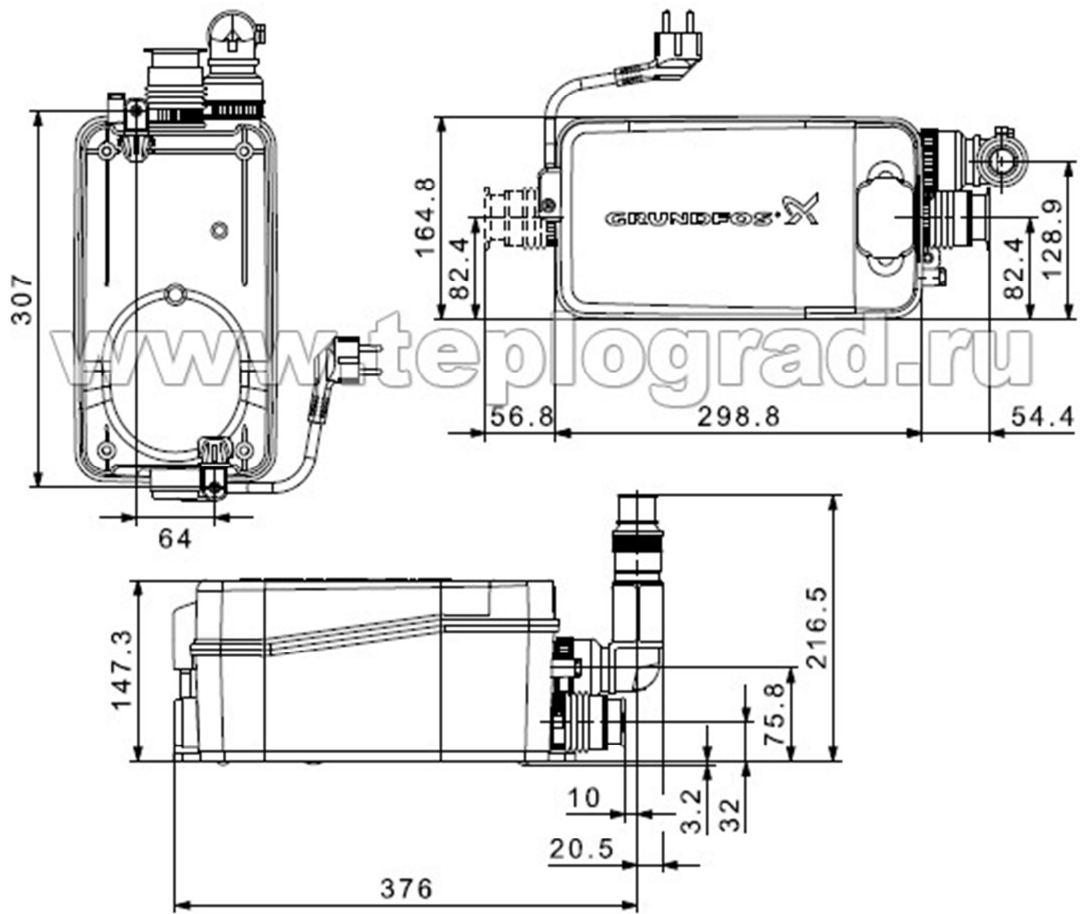


Figura 16 – Representação das dimensões (mm) da estação elevatória compacta (www.teplograd.ru, 2015)

Na figura 17 é representada a uma das possibilidades de montagem da estação elevatória Sololift 2 – D2, aqui para captação das águas cinzentas de duche e lavatório



Figura 17 – Instalação de sistema Sololift 2 – D2 (Grundfos) em móvel de lavatório (grundfos.com/moderncomfort, 2015)

Para o reservatório considerou-se que este ficaria localizado elevado, em zona de tecto falso, por cima dos lavatórios, apoiado em suporte estrutural metálico. O reservatório será em polietileno entrecruzado, com um volume de 135 litros e as dimensões 810 x 625 x 315 (comprimento x largura x altura) [mm]. O reservatório possuirá também um orifício de descarga máxima com o objectivo de descarregar as águas para o esgoto sempre que é excedido o volume útil do reservatório (fig. 18)



Figura 18 – Reservatório de águas cinzentas em Polietileno entrecruzado 135L (www.francobordo.com, 2015)

A água tratada é pressurizada através de bomba do próprio equipamento, para a rede secundária (depósito) que irá ser utilizada posteriormente para alimentação dos autoclismos.

Tendo em conta os principais aspectos técnicos a solucionar para o sistema e as suas características principais, são de seguida descritas as condições de funcionamento necessárias para o seu funcionamento ser viável.

Tratamento das águas para reutilização – foram considerados dois processos de tratamento para o efluente de águas dos duches, nomeadamente uma desodorização do sistema de ventilação da estação de tratamento e uma desinfecção a montante do reservatório para as águas cinzentas.

A desodorização é realizada através de um filtro de carvão activado no equipamento, após a trituração, a água será pressurizada na estação elevatória. A desinfecção a jusante da estação de tratamento considerada, tem como objectivo que os sólidos orgânicos não se degradem dentro do reservatório tendo sido aplicado um doseador de desinfectante por cloragem, representado na figura 19



Figura 19 – Doseador de desinfectante estático (www.equibombas.com.br, 2015)

Manutenção do sistema – é necessário a substituição periódica dos filtros de carvão activado bem como as pastilhas do sistema de desinfecção.

4 PROJETO PARA A GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA NO EMPREENDIMENTO

4.1 PROJETO

Requerente: **XXXX Lda.**

Local: **Av. XXXXXX, nº 52, Lisboa**

Assunto: **Projecto das redes de drenagem de Águas residuais domésticas e pluviais**

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

4.1.1 - DESCRIÇÃO

Refere-se o presente projecto à descrição, disposições construtivas, materiais a utilizar e respectivo dimensionamento, da rede interna de águas residuais domésticas e pluviais, do edifício a alterar / ampliar no local acima indicado, aprovado pelo respectivo projecto de arquitectura 1154/EDI/2013.

O edifício será constituído por 10 pisos, sendo 7 acima do solo e 3 em cave. Os pisos acima do solo serão destinados a habitação, com um fogo por piso, os pisos em cave são destinados a estacionamento coletivo.

As águas pluviais captadas ao nível da cobertura, serão coletadas graviticamente para dois depósitos enterrados, sendo antecipadamente filtradas, para posterior utilização em rega do logradouro ajardinado.

Ao nível do logradouro, é prevista a drenagem de subsolo, para um poço existente, que por sua vez será colectado por bombagem para os depósitos destinados a rega.

É também prevista uma rede de drenagem pluvial gravítica ao nível do tecto do piso -1 para a rede pública, em situações de excesso a nível dos referidos depósitos.

A drenagem ao nível das caves, será gravítica, para uma camara retentora de areias e óleos e daqui para o poço de bombagem, que por sua vez enviará para a caixa de reunião ao nível do piso 0

As águas residuais domésticas provenientes dos pisos 0 a 6 terão igualmente um escoamento do tipo gravítico, até ao piso 0.

A ligação ao colector municipal é garantida através de **ramal a executar, com Ø 300 mm e inclinação de 4%**.

4.1.2 – DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

No assentamento dos elementos constituintes da rede, serão respeitados os seguintes princípios:

Os sifões devem possuir um fecho hídrico, compreendido entre 50 e 75 mm.

Os sifões considerados, são de pavimento, à excepção das sanitas, onde estão incorporados.

Os lava-loiças têm cestos retentores de sólidos.

As inclinações, dos ramais de descarga e colectores prediais, devem ficar compreendidas entre 1% e 4%.

Os tubos de queda, que serão instalados preferencialmente em “courettes”, terão um diâmetro constante, e serão prolongados até à cobertura, para assegurar a ventilação primária de acordo com as disposições regulamentares.

Em todas as mudanças de direcção dos tubos de queda, e sob as inserções dos ramais de descarga, serão colocadas bocas de limpeza.

Os colectores prediais terão bocas de limpeza ou caixas de visita, conforme estejam suspensos ou enterrados, em todas as situações de mudança de direcção ou inclinação.

As câmaras de inspecção e de passagem, cujas dimensões se indicam nas peças desenhadas, serão reunidas entre si pelos colectores prediais, cuja montagem será enterrada, ao nível do piso -3, 0 e teto do piso -1.

As caixas serão construídas em betão ou em alvenaria de tijolo, rebocadas e afagadas, levando tampas vedadas com acabamento igual ao piso em causa, em todas as mudanças de direcção dos colectores prediais existentes ao nível do teto do piso -1 serão aplicadas bocas de limpeza.

A caixa de reunião de todos os esgotos, fica instalada junto ao limite do lote, e no seu interior.

Para garantir um bom funcionamento da rede, devem ser efectuados os necessários ensaios e serem convenientemente vistoriados os troços antes do tapamento dos mesmos.

4.1.3 - MATERIAIS

Todas as tubagens, ramais de descarga individuais e não individuais, tubos de queda, de ventilação e colectores prediais, bem como os respectivos acessórios a aplicar, serão em PVC rígido da classe 0.40 Mpa, de pressão, tendo as caixas de reunião do pavimento as tampas cromadas, devendo estas ficar perfeitamente amovíveis.

A tubagem de ventilação, será de plástico rígido da classe 0.40 Mpa, de pressão, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.

As juntas de vedação para as tubagens plásticas, serão em anéis de borracha flexível, à base de neoprene.

Todos os aparelhos sanitários serão sifonados.

As câmaras de reunião, de passagem e de inspecção, serão executadas em alvenaria de tijolo furado, devidamente rebocado e impermeabilizado interiormente, com as tampas em betão e ou metálicas, e, com as dimensões que se indicam no cálculo e nas peças desenhadas juntas.

4.1.4 - DIMENSIONAMENTO

4.1.4.1.- ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

O presente dimensionamento assenta na determinação dos caudais de cálculo obtidos em função do somatório dos caudais de descarga unitários dos aparelhos que confluem na tubagem a dimensionar, afectados de um coeficiente de simultaneidade que tem em conta a possibilidade de uso simultâneo dos aparelhos, indicando-se no quadro 4.1 os caudais unitários a considerar, bem como os ramais de descarga individuais associados.

Todos os aparelhos não apresentam ramais de ventilação secundária, pois as distâncias entre os sifões e as secções ventiladas são admissíveis.

A fim de assegurar uma queda não ruidosa ao longo do tubo, que será prolongado até à cobertura de modo a assegurar a respectiva ventilação primária, serão adoptadas taxas de ocupação compatíveis com as condições indicadas.

Devem ser instaladas bocas de limpeza nos tubos de queda, sempre eu haja mudança de direcção, junto das curvas de concordância e caixas de reunião. Junto da mais alta inserção dos ramais de descarga no tubo de queda. Em todos os pisos, junto da inserção dos ramais de

descarga respectivos. O diâmetro mínimo das bocas de limpeza deve ser igual ao dos tubos de queda.

O dimensionamento do esgoto ao longo do piso 0, será efectuado como colector predial, de forma a que o escoamento se processe a meia secção.

Todos os cálculos referentes ao dimensionamento, apresentam-se nos Quadros de Cálculo em Anexo.

4.1.4.2.- PRODUÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS (BALANÇO HÍDRICO)

Quadro 9 – Consumos unitários e anuais por dispositivo ou utilizador, ETA 0701 (ANQIP, 2009)

Dispositivo ou utilização		Consumo unitário	Consumo anual estimado
Autoclismos (categoria "A") ¹ em residências		24L / (pessoa.dia)	8800L / pessoa
Autoclismos (categoria "A") ¹ em edifícios de serviços (escritórios, etc.)		12L / (pessoa.dia)	4400L / pessoa
Autoclismos (categoria "A") ¹ em edifícios escolares		6L / (pessoa.dia)	2200L / pessoa
Lavagem de roupa (máquina da categoria "A") ²		10L / (pessoa.dia)	3700L / pessoa
Limpezas gerais	Lavagem de pavimentos	5L / m ²	1000L / pessoa ³
	Lavagem de automóveis (self-service)	50L / automóvel	
Valores totais (em 6 meses) Abril a Set.	Relvados ⁵	-	450 a 800L / m ²
	Jardins ⁶	-	60 a 400L / m ²
	Campos de golfe ^{7,8}	-	200 a 450L / m ²
Valores máximos (por dia) no Verão	Relvados ⁵	5 a 7L / m ²	-
	Jardins ⁶	1.5 a 5L / m ²	-
	Campos de golfe ^{7,8}	2 a 4.5L / m ²	-

1 Autoclismo de 6 litros com dupla descarga

2 Máquina com consumo de 9 a 12 litros por kg

3 Trata-se de uma estimativa grosseira para residências, pois o global pode variar de forma muito significativa.

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

5 Função do tipo de relva, do tipo de solo e da zona do país.

6 Função do tipo de culturas, do tipo de solo e da zona do país (considerando um misto de relvados e zonas arbustivas).

7 Valor médio, ponderando as áreas destinadas a greens e tees, a farways e surrounds, a roughs, a semi-roughs e a zonas de enquadramento.

8 Função do tipo de solo e da zona do país.

Considerando que por pessoa haverá uma média diária de 3 descargas de água em autoclismos com um tanque de 8 litros e um duche com 47 litros (valor estimado), o volume de água que deveria ser consumido, seria:

Autoclismo: 3 descargas x 5 pessoas x 8 litros/descarga = 120 litros/dia por apartamento dando no total 120 x 7 = 840 litros/dia, no edifício.

Duches: 47 litros /duche x 5 pessoas = 235 litros/dia por apartamento dando no total 235 x 7 = 1645 litros/dia, no edifício.

Cozinha: 12 litros/apartamento x 7 apartamentos = 84 litros/dia, no edifício

Limpeza: 5 litros/apartamento x 7 apartamentos = 35 litros/dia no edifício

Nas restantes utilizações - limpeza e cozinha - considera-se o valor de 17 litros por dia (5 litros para limpeza e 12 litros em cozinha, dados obtidos da ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais).

Índice de consumo de água (duche / autoclismo) $1645 / 840 = 1.958 \approx 2$

A taxa entre a quantidade de água consumida em duches e a água consumida em autoclismos (2,00), teve como base os valores que consideramos como médios de consumo de água por duche de 47 litros/banho e 8 litros para descarga de autoclismos.

Pressurização do sistema

Como sistema de pressurização para bombeamento das águas residuais cinzentas produzidas nas casas de banho, pelos lavatório e as banheiras / duches, foi escolhida uma estação elevatória Grundfos, modelo Sololift2 D-2 compacta e automática, que será instalada ao nível do pavimento, uma vez que o edifício apresenta um pé direito generoso, com as características:

Ligações aspiração (mm)	36/40
Ligações compressão (mm)	22/32
Peso (kg)	4.30
Potência (W)	280
Nível de arranque/paragem (mm).....	58/35
Pressão max. (m.c.a.)	5.50
Caudal max. (l/s)	1.70
Tensão de alimentação	220/240 - 50 HZ

Temperatura do líquido (C⁰) <= 50°

pH 4-10

Nível de protecção sonora (dB) 67

Possui também uma saída de ventilação com filtro de carvão activo, protecção contra capacidade excedida e saída de escoamento do depósito.

Depósito

Superiormente, e na zona de teto falso será instalado um reservatório com a capacidade de 135 litros, que abastecerá duas a duas, as instalações sanitárias das respectivas fracções, por gravidade.

Sempre que haja défice de águas cinzentas produzidas, ou falha no funcionamento da bomba, ou seja; que a bóia que se encontra dentro do reservatório descer a baixo de um certo nível, é automaticamente feito o abastecimento direto da rede de águas.

Se por algum motivo forem produzidas águas cinzentas em excesso, estas serão canalizadas para a rede de esgoto, através de um tubo ladrão que o reservatório possui.

4.1.5.1.- ÁGUAS PLUVIAIS

A hipótese de cálculo, assenta na determinação dos caudais de cálculo, e que para os quais foi adoptado um período de retorno de 5 anos, para uma duração de precipitação de 5 minutos, obtendo-se graficamente através das curvas de intensidade/duração/frequência, I-D-F os valores das médias das intensidades máximas de precipitação.

A formula que relaciona estes parâmetros é dada por:

$$Q = C \times i \times A$$

O coeficiente de escoamento adoptado será próximo da unidade, dado tratar-se de zonas impermeabilizadas.

A região pluviométrica considerada foi a **A**, pelo que o valor da intensidade a considerar será de 1.75 l/min.m².

Todos os cálculos relativos a áreas a considerar, coeficientes de escoamento a aplicar bem como os respectivos caudais de cálculo e diâmetros adoptados, encontram-se indicados nos quadros de cálculo em anexo.

4.1.5.2 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

No assentamento dos elementos constituintes da rede, serão respeitados os seguintes princípios:

Em todas as mudanças de direcção dos tubos de queda, e sob as inserções dos ramais de descarga, serão colocadas bocas de limpeza.

As câmaras de inspecção e de passagem, cujas dimensões se indicam nas peças desenhadas, serão reunidas entre si pelos colectores prediais, cuja montagem será enterrada no pavimento.

No seu assentamento serão igualmente aplicadas câmaras de reunião e passagem em todas as mudanças de direcção, inclinação, secção e inserção de outros ramais.

Para garantir um bom funcionamento da rede, devem ser efectuados os necessários ensaios e serem convenientemente vistoriados os troços antes do tapamento dos mesmos.

4.1.5.3 – DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento do Reservatório

Volume de água a captar (l)

$$V_a = C.P.A.\eta$$

V_a – volume de água a aproveitar (l)

C – Coeficiente de escoamento da cobertura (variável fisiográfica)

0.8 – coberturas impermeáveis

0.6 – coberturas planas com gravilha

0.3 – coberturas verdes extensivas (árvores, arbustos)

0.5 – coberturas verdes intensivas (flores, ervas)

P – Precipitação média acumulada anual no local (mm)

A – Área de captação (m²)

η – Valor de eficiência hidráulica do sistema de captação

Nosso caso:

$$\text{Área de coleta} = 400\text{m}^2 \quad P = 800\text{mm} \quad C = 0.8 \quad \eta = 0.9$$

$$V_a = 0.80 \times 800 \times 400 \times 0.90$$

$$V_a = 230\,400 \text{ litros}$$

Consumo anual previsto C_e (litros)

$$\text{Zonas verdes} \quad 450 \text{ l / (m}^2\text{.ano)} \quad \text{Área permeável: } 310.00 \text{ m}^2$$

$$C_e = 450 \times 310 = 139\,500 \text{ litros}$$

Volume do depósito (l)

$$V_u = ((V_a + C_e) / 2) \times (30(\text{período de reserva}) / 365)$$

Nosso caso

$$V_u = ((230\,400 + 139\,500) / 2) \times (30(\text{período de reserva}) / 365)$$

$$V_u = 184\,950 \times 0.082$$

$$V_u = 15\,201.37 \text{ litros}$$

$$V_u = 15 \text{ m}^3$$

Adotamos dois depósitos de 10 m³

Reservatórios horizontais "TUBOFURO" em Polietileno, ou equivalente

Modelo: TH-10000

Volume = 10.00m³

Diâmetro = 2.55m

Comprimento = 2.63m

Altura = 2.70m

Abertura de inspeção = 0.80m

Reservatório

Após a escavação, deverá ser executada uma laje de betão armado para suporte dos reservatórios. Seguidamente deverá ser colocada uma camada de areia com cerca de 20 cm de espessura por cima da laje.

Após executada a base, será colocado o reservatório, sendo executadas as respectivas ligações hidráulicas. Após a execução das ligações será completado o aterro com o terreno natural.

A espessura de terreno sobre a parte superior dos reservatórios deverá ter no máximo 30 cm

Estimativa das necessidades hídricas do Jardim

$$ET_c = K_c \times E_{T_o}$$

E_{T_o} – evapotranspiração de uma cultura de gramíneas verdes, de altura uniforme (mm)

$$E_{T_o} = E_{pan} \times K_p$$

E_{pan} – perda de água por evaporação na superfície da tina (mm)

K_p – Relação entre a evapotranspiração da cultura de referência E_{T_o} e a perda de água por evaporação na tina E_{pan} , podendo tomar valores 0.55 a 0.85

$$REGA = E_{T_o} \times K_c$$

K_c – Coeficiente cultural. Consoante as maiores ou menores exigências do relvado

$$REGA (l/m^2) = E_{pan} \times K_p \times K_c$$

Não é então fácil calcular com exactidão a dotação, pelo facto de ser necessário o conhecimento de inúmeros dados; pelo que habitualmente se recorre a um quadro de valores orientativos, estimando assim $K_p = 0.8$ e $K_c = 0.7$

REGA – quantidade de água a aplicar ao relvado (l/m²)

Tomando como valor médio de $K_c = 0.70$ e $K_p = 0.80$

$$REGA (l/m^2) = E_{pan} \times 0.80 \times 0.70$$

$$REGA (l/m^2) = E_{pan} \times 0.56$$

Valores orientativos, para a rega de um relvado (l/m²/dia)

MES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
REGA	0.95	1.34	2.01	2.91	3.52	4.59	4.92	4.36	3.30	2.07	1.18	1.00

Dimensionamento do grupo hidropressor para a rega.

No nosso caso:

Admitindo 2 setores de rega, com 4 aspersores "Rain Bird" 3500 de ½" com um caudal de 0,125L/s e uma pressão de 14 m.c.a.

$L = 35 \text{ m}$

$H = 3,55 \text{ m}$

Aspersor nº 8

Troço mais desfavorável	L (m)	L x 1,2 (m)	J (m/m)	ΔH (m)
8	35	42	0,18	7,56

$Q = 0,50 \text{ L/s}$

$D = 20 \text{ mm}$

$V = 1,59 \text{ m/s}$

$J = 0,18 \text{ m/m}$

Pressão necessária no ponto mais desfavorável (Pa)

$P_n = 3,55 + 7,56 + 14,00$

$P_n = 25,11 \text{ m.c.a.} \quad \Leftrightarrow 25,11 \text{ Kg/cm}^2 \quad \Leftrightarrow 251 \text{ Kpa}$

Potencia das unidades de Bombagem (W)

$P = \gamma Q H / 75\eta$ (cv) ou **$P = 9.8 QH / \eta$ (kW)**

P – potência do motor (hp)

γ – peso volúmico da água (1000kg/m³)

Q – Caudal a transportar (m³/s)

H – altura manométrica (m)

η – rendimento do conjunto motor/bomba (60% a 90%)

$$P_b = (1000 \times 0,0005 \times 25,11) / (75 \times 0,60)$$

$$P_b = 12,55 / 45$$

$$P_b = 0,28 \text{ hp} \quad \Leftrightarrow \quad 0,20 \text{ kW} \quad \Leftrightarrow \quad 200 \text{ W}$$

Adotamos um grupo de pressurização Grundfos CMBE 1-44 ou equivalente

Filtro

$$\text{Caudal pluvial} = (400 \times 1,75) / 60 \quad \Rightarrow \quad Q_p = 11,60 \text{ l/s}$$

Adotamos um filtro Vortex WFF 300

Área média de captação, até 3 000,00 m²

Estrutura do filtro em polipropileno, para aplicação à tubagem proveniente da caleira

- Filtro em aço inoxidável, com malha de 0,28 mm
- Caudais de filtração de 16 l/seg.
- Promove a oxigenação da água
- Aproveitamento de 90% da água de entrada
- Apresenta auto-limpeza, onde a primeira água da chuva, que está mais contaminada, é eliminada no sistema de águas pluviais.
- Prolongador com tampa de inspeção
- Instalação: enterrado

Dimensionamento de sumidouros ao nível das caves

A operação de lavagem de pavimentos de carácter eventual, não determina caudais superiores a 30 l/min por boca de limpeza.

Havendo 2 sumidouros / ralos de pavimento e, considerando a não utilização simultânea de todos eles, será considerado para efeitos de cálculo, o valor de 90 l/min.

Na presente memória e dimensionamento, foram tidas em conta as recomendações preconizadas no ITE 31, bem como o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Em tudo o mais omissis será aplicada a legislação em vigor.

O Técnico nº

4.1.5 - QUADROS DE CÁLCULO

QUADRO 4.1 – ESGOTO DOMÉSTICO

PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

Código	aparelho	caudais descarga unitários (l/min)	Ø mínimos dos ramais de descarga individuais (mm)	inclinações minimas dos ramais individuais (mm/m)	obs.
Br	Bacia retrete	90	90	10 - 40	
Ba	Banheira	60	40	40	
Bd	Bidé	30	40	10 - 40	
Ch	Chuveiro	30	40	40	
Lv	Lavatório	30	40	10 - 40	
Ml	Máq. lava louça	60	50	10 - 40	
Mr	Máq. lava roupa	60	50	10 - 40	
Mi	Mictório	90	75	20 - 40	
LI	Lava louça	30	50	40	
Tq	Tanque lavar roupa	60	50	40	
Br	Boca rega	variável	variável	-	
Ra	Ralo pavimento	variável	variável	10 - 40	
Ur	Urinol	60	50	10 - 40	

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO		APARELHOS									RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO						
Piso 6	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ra	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D2	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D4	PVC			
C.B. 3				1	1								60	50	20	50	75	135	D3	PVC			
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC			
COZ. 1						1	1		1				150	100	30	50	75	165	D6	PVC	*		

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO			APARELHOS								RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO						
Piso 5	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ra	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D2	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
C.B. 3		1			1								90	80	20	50	75	135	D3	PVC			
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC			
COZ. 1						1	1		1				150	100	30	50	75	165	D6	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				APARELHOS								RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO					
Piso 4	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ti	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D1	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
C.B. 3		1			1								90	80	20	50	75	135	D3	PVC	*		
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC	*		
COZ. 1						1	1		1			1	150	100	20	50	75	135	D1	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				APARELHOS							RAMAIS DE DESCARGA							RAMAIS VENTILAÇÃO					
Piso 3	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ti	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D2	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
C.B. 3		1			1								90	80	20	50	75	135	D3	PVC	*		
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC	*		
COZ. 1						1	1		1			1	150	100	20	50	75	135	D1	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO		APARELHOS										RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO					
Piso 2	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ti	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D2	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
C.B. 3			1		1								90	80	20	50	75	135	D3	PVC	*		
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC	*		
COZ. 1						1	1		1			1	150	100	20	50	75	135	D1	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO			APARELHOS										RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO				
Piso 1	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ti	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1		1	2								150	100	20	50	75	135	D2	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
C.B. 3		1			1								90	80	20	50	75	135	D3	PVC	*		
I.S. 1			1		1								60	50	20	50	75	135	D1	PVC	*		
COZ. 1						1	1		1			1	150	100	20	50	75	135	D1	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.2 - ESGOTO DOMÉSTICO

RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS / RAMAIS DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO			APARELHOS										RAMAIS DE DESCARGA						RAMAIS VENTILAÇÃO				
Piso 0	Br	Ba	Bd	Ch	Lv	MI	Mr	Mi	LI	Tq	Br	Ti	Caudal acum. (l/min)	caudal cálc. (l/min)	incl. (mm/m)	fecho hidrico (mm)	Ø adopt. (mm)	caudal máx. admiss (l/min)	tubo de queda	mat.	dist. à secção vent. (m)	Ø adopt. (m)	obs.
C.B. 1		1	1	1	2								150	100	20	50	75	135	D1	PVC	*		
C.B. 2		1	1		1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
I.S. 1					1								30	30	20	50	75	135	D2	PVC	*		
I.S. 1					1								120	90	20	50	75	135	D5	PVC			
COZ. 1						1	1		1			1	150	100	20	50	75	135	D1	PVC			

* Dado que os sifões dos aparelhos não atingem a distância máxima admissível à secção ventilada, o sistema não carece de ventilação secundária.

QUADRO 4.3 – ESGOTO DOMÉSTICO
TUBOS DE QUEDA

T.Q.	Troço	Caudal acumulado das sanitas (l/min)	Caudal acumulado no ramal descarga (l/min)	Total caudal acumulado no piso (l/min)	Total caudal acumulado no tubo (l/min)	Caudal de cálculo acumulado (l/min)	Taxa de ocupação	Compri. prumada total (m)	Ø adoptado (mm)	Caudal máx. Admissível (l/min)	material	Obs.
D 1	Piso 6 / Piso 5	90	50	140	100		1/3		90	433	PVC	
	Piso 5 / piso 4	90	50	140	280		1/3		90	433	PVC	
	Piso 4 / Piso3	90	50	140	420		1/3		90	433	PVC	
	Piso 3 / Piso 2	90	50	140	560		1/3		90	433	PVC	
	Piso 2 / Piso 1	90	50	140	700		1/3		90	433	PVC	
	Piso 1 / Piso 0		50	50	750	250	1/3	21	90	433	PVC	Carece de ventilação secundária Ø 75
D 2	Piso 6 / Piso 5	90	100	190	190		1/3		90	433	PVC	
	Piso 5 / Piso 4	90	100	190	380		1/3		90	433	PVC	
	Piso 4 / Piso 3	90	100	190	570		1/3		90	433	PVC	
	Piso34 / Piso 2	90	100	190	760		1/3		90	433	PVC	
	Piso 2 / Piso 1	90	100	190	950		1/3		90	433	PVC	
	Piso 1 / Piso 0	90	100	190	1140	320	1/3	21	90	433	PVC	Carece de ventilação secundária Ø 75

QUADRO 4.3 – ESGOTO DOMÉSTICO
TUBOS DE QUEDA

T.Q.	Troço	Caudal acumulado das sanitas (l/min)	Caudal acumulado no ramal descarga (l/min)	Total caudal acumulado no piso (l/min)	Total caudal acumulado no tubo (l/min)	Caudal de cálculo acumulado (l/min)	Taxa de ocupação	Compri. prumada total (m)	Ø adoptado (mm)	Caudal máx. Admissível (l/min)	Material	Obs.
D 3	Piso 6 / Piso 5	90	50	140	140		1/3		90	433	PVC	
	Piso 5 / piso 4	90	80	170	310		1/3		90	433	PVC	
	Piso 4 / Piso 3	90	90	180	490		1/3		90	433	PVC	
	Piso 3 / Piso 2	90	90	180	670		1/3		90	433	PVC	
	Piso 2 / Piso 1	90	90	180	850	270	1/3		90	433	PVC	
	Piso 1 / Piso01						1/3	21	90	433	PVC	Carece de ventilação secundária Ø 75
D 4	Piso 6 / Piso 5	90	90	180	180	140	1/4		75	160	PVC	
	Piso 5 / Piso 4						1/4		75	160	PVC	
	Piso 4 / Piso 3						1/4		75	160	PVC	
	Piso 3 / Piso 2						1/4		75	160	PVC	
	Piso 2 / Piso 1						1/4		75	160	PVC	
	Piso 1 / Piso 0						1/4	21	75	160	PVC	

QUADRO 4.3 – ESGOTO DOMÉSTICO
TUBOS DE QUEDA

T.Q.	Troço	Caudal acumulado das sanitas (l/min)	Caudal acumulado no ramal descarga (l/min)	Total caudal acumulado no piso (l/min)	Total caudal acumulado no tubo (l/min)	Caudal de cálculo acumulado (l/min)	Taxa de ocupação	Compri. prumada total (m)	Ø adoptado (mm)	Caudal máx. Admissível (l/min)	Material	Obs.
D 5	Piso 6 / Piso 5								90	433	PVC	
	Piso 5 / piso 4	90	90	180	180		1/3		90	433	PVC	
	Piso 4 / Piso 3	90	90	180	360		1/3		90	433	PVC	
	Piso 3 / Piso 2	90	90	180	540		1/3		90	433	PVC	
	Piso 2 / Piso 1	90	90	180	720		1/3		90	433	PVC	
	Piso 1 / Piso 0	90	120	210	930	290	1/3	21	90	433	PVC	Carece de ventilação secundária Ø 75
D6	Piso 6 / Piso 5		100	100	100		1/4		90	268	PVC	
	Piso 5 / piso 4		100	100	200		1/4		90	268	PVC	
	Piso 4 / Piso 3		100	100	300		1/4		90	268	PVC	
	Piso 3 / Piso 2		100	100	400		1/4		90	268	PVC	
	Piso 2 / Piso 2		100	100	500	200	1/4	21	90	268	PVC	
	Piso 1 / Piso 0											Carece de ventilação secundária Ø 75

QUADRO 4.3 - ESGOTO PLUVIAL
TUBOS DE QUEDA (P)

T.Queda	Área	Qc (l/min)	Comp. T. Queda	Ø adop.(mm)	Q adm. (l/min)
P1	180.00	315	21.00	110	607
P2	180.00	315	21.00	110	607
P3	180.00	315	21.00	110	607
P4	180.00	315	21.00	110	607

QUADRO 4.4 – ESGOTO PLUVIAL
COLECTORES PREDIAIS (CP)

Coletor	Qc. (l/min)	Qac. (l/min)	Ø (cm)	i (m/m)	Ø adopt. (mm)
CP 1	315.00	315.00		0.01	110
CP 2	315.00	315.00		0.01	110
CP 3	315.00	315.00		0.01	110
CP 4	315.00	315.00		0.01	110
CP5		1260.00		0.01	160

QUADRO 4.4 – ESGOTO DOMÉSTICO

COLETORES PREDIAIS / RAMAL DE LIGAÇÃO

Troço	caudal de cálculo acumulado (l/min)	inclinação (mm/m)	velocidade de (m/seg)	Ø adoptado (mm)	caudal máx. admissível (l/min)	material	distância entre caixas / prumadas (m)	cota de soleira das caixas/prumadas (m)	dimensão das caixas (m x m)	obs.
CD 1	1300	20		200	1931	PVC	6.00	---	---	
CD 2	1400	20		200	1931	PVC	6.00	---	---	
CD 3	650	20		140	745	PVC	7.00	---	---	
CD 4	1330	20		200	1931	PVC	6.50	---	---	
CD 5	450	20		125	550	PVC	10.50	---	---	
CD 6	1789	20		200	1931	PVC	5.00	--	---	
Ramal de Ligação	3 189	20		315	9 179	PVC	12,50	-1,39/-2,55		A EXECUTAR

4.2 EFICIÊNCIA

4.2.1 INTRODUÇÃO

Foi apresentado no capítulo 2 a importância do uso eficiente da água, nomeadamente com a poupança, reutilização de Águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais e o que isso representam para a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos, o que também pode realizar-se ao nível de um empreendimento imobiliário, como o caso em estudo de um edifício de habitação multifamiliar.

Este empreendimento será dimensionado, para uma utilização habitacional, com 7 pisos e um apartamento por piso, 3 caves para estacionamento e logradouro.

4.2.2 EFICIÊNCIA PELA POUPANÇA

São estudadas neste capítulo as medidas de poupança que melhor se adaptam ao sistema hidráulico de abastecimento de água, que se referiu anteriormente:

- Redução ou eliminação das perdas das canalizações e nos acessórios,
- Bom isolamento térmico para a água quente,
- Utilização de autoclismos com dupla descarga,
- Chuveiros e torneiras com sistema de redução de caudal de água,
- Regas de jardins a horas do dia com menos evapotranspiração,
- Utilização de programadores automáticos
- dispositivos automáticos de suspensão de rega, com sensores de chuva ou de humidade do solo

Estudam-se em conjunto as águas cinzentas provenientes dos duches e as águas pluviais derivadas das coberturas e zonas impermeáveis. As águas cinzentas, podem ser usadas para satisfação das necessidades de descargas de autoclismos. Ao nível das águas pluviais, será implementado um sistema de rega por aspersão para o relvado, árvores e arbustos ornamentais, através do aproveitamento das águas pluviais.

É dimensionado um reservatório duplo para armazenar as águas pluviais e reservatórios individuais para armazenar as águas cinzentas por cada duas casas de banho em cada apartamento.

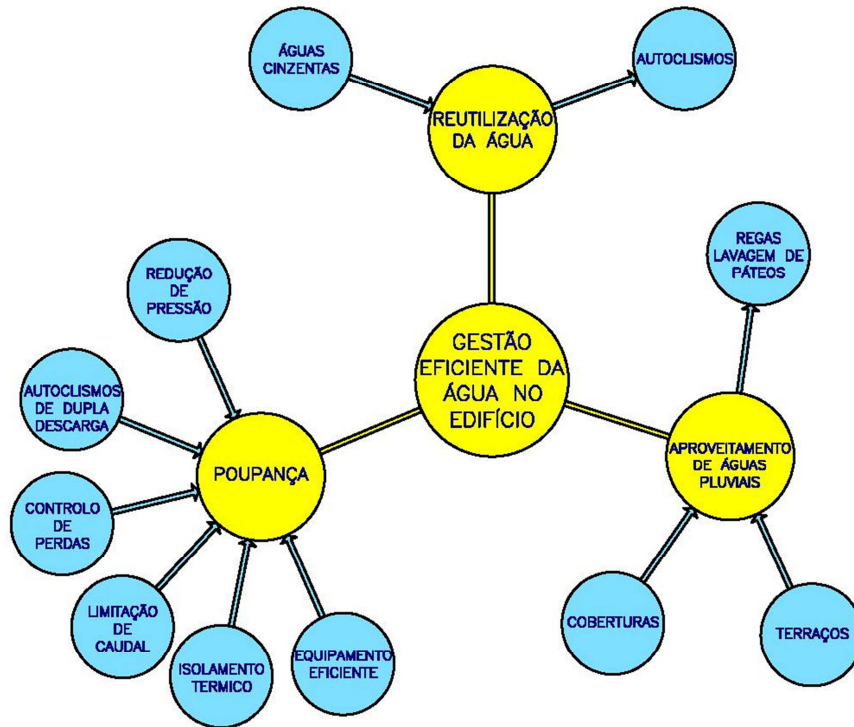


Figura 20 – Síntese do sistema proposto para gestão eficiente da água no empreendimento

Como se referiu no ponto 2.3 “A Poupança de Água”, propõe-se no presente estudo o desenvolvimento das medidas referidas.

Eficiência da utilização de água = consumo necessário/procura efectiva

Nos vários casos a desenvolver neste empreendimento, dá-se a maior importância à redução de consumo nos autoclismos, nos banhos e na rede geral de distribuição.

Além do benefício económico que estas preocupações e intervenções trarão, também será de realçar o valor ambiental, através duma melhor consciencialização dos futuros condóminos do empreendimento, pois ficarão mais sensibilizados para outras formas de contribuir para melhora a sustentabilidade ambiental, com o aproveitamento de energias alternativas.

As 7 medidas que se pretende implementar no edifício, são apresentadas nos subcapítulos seguintes, procurando-se clareza nos conceitos e objetividade nos resultados.

4.2.3 REDUÇÃO DE PERDAS EM CANALIZAÇÕES E TORNEIRAS

Teoricamente, é um problema que não se coloca de início, pois a canalização será toda nova, e assim que esteja concluída será sujeita a inspeção rigorosa em carga, com a medição nomeadamente da pressão e caudal.

Posteriormente, dever-se-á implementar periodicamente um esquema de inspeções, promovidas pela administração do condomínio, à canalização, nomeadamente nas zonas comuns para deteção e eliminação das perdas de água por pequenas fugas ou roturas, em tubagem, juntas, acessórios e dispositivos de utilização, possam vir a acontecer.

Para implementar esta medida sugere-se a criação de um manual técnico de deteção de fugas e roturas com um quadro para preenchimento, com fases de implementação das soluções de reparação.

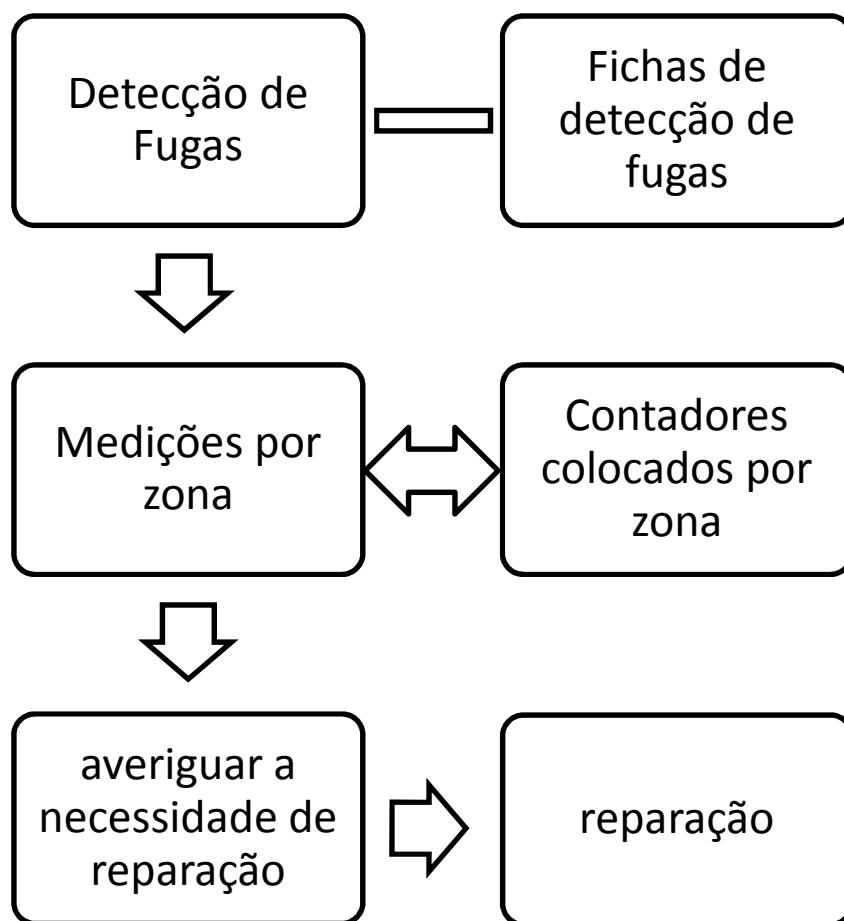


Figura 21 – Fases de implementação das soluções de reparação

4.2.4 POUPANÇA DE ÁGUA NO ISOLAMENTO TÉRMICO – ÁGUA QUENTE

As tubagens da rede de distribuição de água quente têm de permanecer bem isoladas termicamente de forma a reduzir-se o desperdício da água. O utilizador da água quente, ao iniciar um duche, não deverá esperar que a água surja à temperatura de banho, pois se assim for, desperdiça-se muita água. Com o isolamento térmico da tubagem consegue-se menores tempos de espera e por conseguinte menores gastos de água e energia.

Estas situações tanto acontecem nos duchos como nos lavatórios pois a água para a higiene corporal deverá ser servida com temperatura entre os 38° e os 41° dependendo da época do ano (38° na época quente e 41° na época fria).

Assim, o isolamento térmico da tubagem promove a redução dos gastos com energia e água, devendo o empreendimento de habitações, implementar redes em anel, de retorno, com o recurso a válvula circuladora, para que a temperatura de água seja igual em todos os pontos de contacto ao mesmo tempo.



Figura 22 - Tubagem isolada (esquerda) e bomba circuladora (direita)

Apresenta-se na figura abaixo um esquema de funcionamento tipo, numa rede em circuito fechado com bomba circuladora.

- 1- Colector solar
- 2- Depósito de acumulação
- 3- Bomba circuladora
- 4- Central
- 5- Sonda
- 6- Sonda
- 7- Válvula

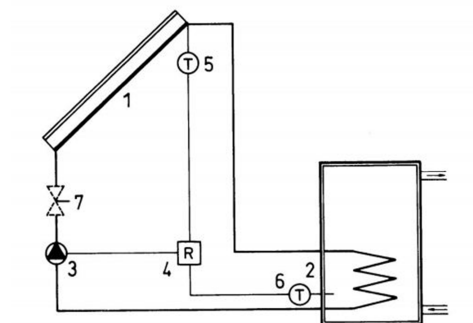


Figura 23 – Esquema simplificado da produção de águas quentes sanitárias

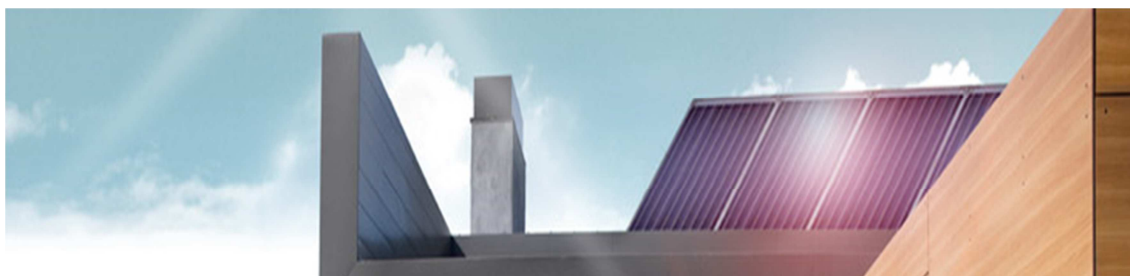


Figura 24 - Painéis Solares para aquecimento de águas sanitárias

Estas soluções têm como primeira prioridade o conforto do utilizador, beneficiando igualmente os custos de exploração, com menos água por banho e conseqüentemente menos energia. O investimento para implementar estas soluções tem custos superiores em redes existentes relativamente a redes a implementar.

4.2.5 UTILIZAÇÃO DE AUTOCLISMOS COM DUPLA DESCARGA

As descargas dos autoclismos são um dos principais factores de consumo nas habitações, apresentando aproximadamente uma parcela de 30% do consumo total.

Os autoclismos eficientes, possuem na generalidade dispositivos com dois volumes de descarga distintos, permitindo ao utilizador realizar descargas menores que a totalidade do reservatório.

A Anqip, elaborou uma certificação hídrica de produtos, associado a uma rotulagem. O modelo funciona como uma classificação variável com a eficiência do produto e é aplicado a

autoclismos das bacias de retrete, chuveiros, torneiras e fluxómetros. No Quadro 10 apresentam-se as categorias definidas na Especificação Técnica ANQIP 0804 para autoclismos. A melhor eficiência corresponde à letra A e a pior à letra E

Quadro 10 – Categorias de eficiência hídrica nos autoclismos segundo ETA 0804 (ANQIP, 2012)

Volume nominal (litros)	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máx. de descarga completa)	Tolerância (Volume min. de descarga para poupança de água)
4	Dupla descarga	A++	4.0 – 4.5	2,0 - 3.00
5	Dupla descarga	A+	4.5 – 5.5	3,0 - 4.0
6	Dupla descarga	A	6.0 - 6.5	3.0 – 4.0
7	Dupla descarga	B	7.0 - 7.5	3.0 – 4.0
9	Dupla descarga	C	8.5 – 9.0	3.0 – 4.5



Figura 25 – Autoclismo de dupla descarga (www.maximainteriores.xl.pt, 2015)

4.2.6 INTRODUÇÃO DE SISTEMAS DE TEMPORIZAÇÃO E LIMITAÇÃO DE CAUDAL EM TORNEIRAS DE LAVATÓRIO, DE BIDÉ E CHUVEIROS

Os limitadores de caudal são peças que se aplicam em torneiras e chuveiros que permitem reduzir o caudal fornecido face aos filtros de rede comuns.

São três os tipos de limitadores que permitem a redução dos consumos de água:

- Limitador “Arejador” – O seu princípio de funcionamento consiste na mistura de ar com a água, formando-se assim micro-bolhas que aumentam o volume e reduzem proporcionalmente o fluxo de água. Este princípio permite ainda manter o conforto de utilização, uma vez que proporcionam a sensação de utilização do mesmo caudal, quando na verdade se está utilizar um caudal inferior. É indicado para lavagem de mãos quando instado com caudais inferiores a 5L/min e também para lavagem de loiça e utensílios nos caudais superiores a 5L/min.



Figura 26 – Arejador (www.ecocasa.org, 2015)

- Limitador “Spray” – Este tipo de Limitador tem o mesmo princípio de funcionamento que os telefones e pinhas de chuveiro, consistindo este na aspersão de um caudal reduzido a montante, no mesmo dispositivo, aumentando a superfície de molhagem e assim compensando a redução com uma maior cobertura das mãos durante a lavagem. Este tipo de limitador é indicado para a lavagem de mãos e higiene pessoal, podendo providenciar conforto em caudais a partir de 2L/min.

- Limitador de Fluxo Laminar – Este tipo de Limitador promove unicamente a redução do caudal da instalação. É indicado para a instalação a montante de dispositivos como chuveiros e torneiras com caudais consideráveis onde não é possível a instalação na ponteira das mesmas.



Figura 27 – Redutores de caudal (www.aguasdoalgarve.pt, 2015)

Para além da economia providenciada pela redução de água este equipamento promove a redução dos consumos e custos de energia associados ao aquecimento da água, bem como a redução de (CO_2) e outros gases libertados por essas fontes de energia, como sejam o gás, gasóleo, eletricidade, entre outros. Paralelamente e uma vez que as taxas de saneamento e de recolha de resíduos são taxadas em função do consumo de água a sua redução proporciona também uma diminuição dos valores respectivos.

No PNUEA os limitadores de caudal são apresentados como uma das soluções para reduzir os consumos de água em meio urbano. Os beneficiados diretos desta medida são os proprietários ou inquilinos de instalações, particulares ou coletivas, públicas ou privadas, como por exemplo habitações, instalações desportivas, unidades hoteleiras, escolares e industriais.

Quadro 11 – Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório segundo ETA 0808 (ANQIP, 2012)

Caudal (Q)(l/min)	Torneiras de lavatório	Torneiras de lavatório com eco-stop ou arejador (2)	Torneiras de lavatório com eco-stop e arejador (2)
$Q \leq 2.0$	A+	A++(1)	A++(1)
$2.0 < Q \leq 4.0$	A	A+	A++
$4.0 < Q \leq 6.0$	B	A	A+
$6.0 < Q \leq 9.0$	C	B	A
$9.0 < Q \leq 12.0$	D	C	B
$12.0 < Q$	E	D	C

Quadro 12 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha segundo ETA 0808 (ANQIP, 2012)

Caudal (Q)(l/min)	Torneiras de cozinha	Torneiras de lavatório com eco-stop ou arejador (2)	Torneiras de lavatório com eco-stop e arejador (2)
$Q \leq 4.0$	A+	A++(1)	A++(1)
$4.0 < Q \leq 6.0$	A	A+	A++
$6.0 < Q \leq 9.0$	B	A	A+
$9.0 < Q \leq 12.0$	C	B	A
$12.0 < Q \leq 15.0$	D	C	B
$15.0 < Q$	E	D	C

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

(2): A utilização de perlatot pulverizador ou de fluxo laminado considera-se equivalente ao arejador para efeitos de certificação

Para o efeito de limitação de caudal deverão ser instalados dispositivos de acordo com o seguinte plano de instalação:

Instalações Sanitárias:

Lavatórios: 2,0 l/min

Bidés: 6,0 l/min

Chuveiros: 8,0 l/min

Cozinha:

Torneiras de preparação de alimentos: 6,0 – 10,0 l/min

É frequente um duche de características normais, apresentar um consumo de 15,0 l/min e com sistema preconizado terá um consumo de 8 l/min, ou seja, uma redução de 7,0 l/min.

OS sistemas limitadores de caudal, podem proporcionar uma poupança que pode ir aos 8%.

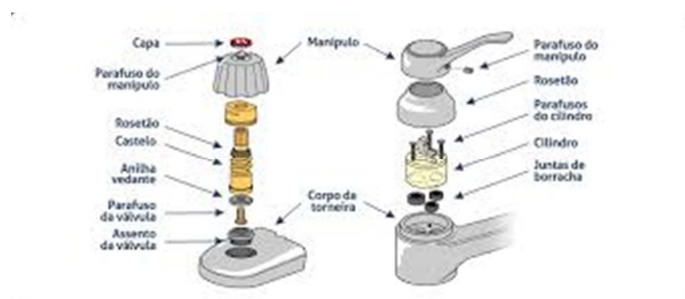


Figura 28 – Torneira de caudal reduzido

Este dispositivo exige limpeza periódica. Por serem mais eficientes, são também mais sensíveis às avarias pelo que se preconiza a instalação de um filtro à entrada do apartamento, evitando assim entupimentos.

Sempre que possível deverá optar-se por dispositivos certificados, os quais deverão também apresentar manuais de utilização.

Em termos ambientais estas soluções também são vantajosas em termos de reduções de consumo de água, energia e tratamento de águas residuais, como referido.

4.2.7 ELETRODOMÉSTICOS

A utilização das máquinas de lavar roupa e loiça é responsável por 10% do consumo de água de uma habitação. A redução do consumo de água nestes equipamentos está directamente ligada à alteração da forma como estes são utilizados.

Máquinas de lavar roupa:

Foi adotada a Máquina de lavar roupa AEG Lavamat 62642VI, classe A+, com um consumo de água de 45l/lavagem.



Figura 29 - Máquina de Lavar Roupa

As máquinas domésticas de lavar roupa são hoje em dia equipamentos de utilização generalizada, estimando-se que cerca de 80% de um total de cerca de 5.000.000 de habitações existentes em Portugal possuem este equipamento.

Este electrodoméstico tem tido uma evolução rápida em termos de redução dos consumos na lavagem. Os modelos de máquina de lavar actualmente em uso têm consumos de água muito variáveis, entre 35 e 75 litros por lavagem, podendo admitir-se um valor médio de 55 litros por lavagem em geral, para uma capacidade de carga de 5 kg de roupa de algodão. Estes equipamentos têm em geral uma vida útil entre 8 e 16 anos, dependendo principalmente da sua qualidade e da frequência de utilização.

Diversos factores influenciam o volume utilizado em cada lavagem, como sejam as características da máquina de lavar (tipo, idade e programas disponíveis), a carga de roupa

colocada em cada lavagem e o tipo e a quantidade de detergente utilizado. Relativamente a este último aspecto, a utilização inadequada de detergente pode levar ao aumento do consumo na lavagem devido à formação excessiva de espuma.

Utilização de máquinas de lavar roupa de forma mais adequada

Uma utilização adequada consiste em minimizar o número de lavagens e o consumo de água em cada uma através da alteração de comportamentos. As sugestões para melhorar a eficiência são as seguintes:

- Consulta das instruções do equipamento, particularmente no que se refere às recomendações relativas aos consumos de água, energia e detergente;
- Utilização da máquina apenas com carga completa;
- Não utilização de programas com ciclos desnecessários;
- Selecção dos programas económicos, conducentes a menor consumo de água;
- Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o nível de água mínimo, se possuir regulador para esse fim;
- Não proceder à lavagem de roupa que ainda não necessite de tal.

Os beneficiários directos desta medida são os utilizadores. Estas medidas conduzem à redução do número de utilizações e, conseqüentemente, do consumo de água e descargas de águas residuais associadas. Uma vantagem adicional é ainda a redução do consumo de energia.

Potencial de redução

Uma máquina de lavar roupa que não esteja totalmente cheia (80% da sua capacidade) terá um consumo de água superior ao necessário para a roupa que vai lavar. Se a máquina lavar na sua capacidade máxima isto significa uma poupança potencial de 1,8 m³/ano/habitação (apenas no que respeita aos utilizadores domésticos). Este valor corresponde a uma melhoria de 16% na utilização da água.

Actualmente existem máquinas que fazem a pesagem da roupa para evitar que seja consumida mais água do que é necessário

Máquinas de lavar loiça:

Foi adotada a Máquina lavar loiça AEG F55000VIOP, classe A+, com um consumo de água de 10.8l/lavagem



Figura 30 – Máquina de Lavar Louça

Os modelos domésticos de máquinas de lavar loiça actualmente em uso apresentam consumos de água entre 12 e 24 litros por lavagem. A utilização deste tipo de dispositivo é responsável por cerca de 2% do consumo total de uma habitação. Estes equipamentos têm em geral uma vida útil entre 8 a 16 anos, dependendo principalmente da sua qualidade e da frequência de utilização.

Procedimentos para uma utilização mais eficiente de máquinas de lavar loiça

Consiste em utilizar a máquina de lavar loiça de modo a minimizar o número de utilizações e o consumo de água em cada utilização pela alteração de comportamentos. Sugestões para melhorar a eficiência incluem:

- Cumprimento das instruções do equipamento, particularmente as recomendações relativas aos consumos de água, energia e aditivos (detergente, sal e brilhantador);
- Utilização da capacidade total de carga sempre que possível;
- Minimização do enxaguamento da loiça antes de a colocar na máquina;
- Não utilização de programas com ciclos desnecessários;
- Selecção de programas conducentes a um menor consumo de água;
- Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o mínimo nível de água, se possuir regulador para esse fim;
- Lavagem de loiça na máquina em vez de a lavar à mão;
- Limpeza regular dos filtros e remoção de depósitos.

Potencial de redução

Se em vez de lavar a loiça todos os dias com meia carga, o utilizador passar a lavar em dias alternados com carga total, terá uma poupança potencial de 3,3 m³/ano/habitação, resultando numa eficiência potencial até 50%.

Fontes: Guia Técnico nº8 da ERSAR (2006) e PNUEA (2012)

4.3 EFICIÊNCIA POR REUSO DE ÁGUAS CINZENTAS E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.3.1 INTRODUÇÃO

No empreendimento ir-se-á promover a reciclagem das águas provenientes dos duches das casas de banho, reutilizando-as em descargas de autoclismos. Também será aproveitada a água da chuva, após filtração, para rega.

4.3.2 DESCARGAS DE AUTOCLISMOS

Para que todo o processo de reutilização das águas tenha viabilidade é fundamental que os locais de descarga das águas cinzentas, sejam próximas dos respectivos pontos de abastecimento, para que o custo da obra não ponha em causa a realização do investimento.

4.3.3 REGAS DE JARDINS E ÁRVORES

O essencial para permitir um uso mais eficiente da água passa pelo planeamento do espaço verde, conjugado com o tipo de plantas existentes com os sistemas de rega mais corretos.

O jardim será conseguido à custa das árvores existentes e a manter num espaço inteiramente relvado, com relva tipo “escalracho” (*stentaphrum secundatum*), menos exigente em termos de água.

O sistema de rega adotado, é o automático de aspersão, uma vez que a relva é condicionante para a utilização deste sistema, apoiado por sensores de temperatura e humidade, que determinarão o seu funcionamento.

No PNEUA (2001) são descritas as medidas para promover a eficiência na rega:

Medida 34 – Adequação da gestão da rega em jardins e similares

Medida 35 – adequação da gestão do solo em jardins e similares

Medida 36 – adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares

Medida 37 - substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins similares

Medida 47 – Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio

O quadro 13, representa a síntese de viabilidade da utilização da água da chuva em jardins e similares

Quadro 13 – Síntese da viabilidade da utilização da água da chuva em jardins e similares

Potencial de redução	O potencial de redução do consumo de água da rede pública através desta medida é variável, podendo atingir os 100%
Benefícios	Redução do consumo da rede pública
	Redução do escoamento superficial e das afluências pluviais ao sistema público de drenagem
Limitações / inconvenientes	Custo do reservatório e acessórios
	Se localizado no solo, o reservatório pode ocupar uma área significativa de jardim
	Inexistência de regulamentação municipal que estabeleça a obrigatoriedade de, em novos espaços verdes públicos prever infra-estruturas que permitam a recolha e utilização da água da chuva para substituir, pelo menos parcialmente, a água da rede pública
Facilidade de aplicação	Dificuldade média de aplicação

5 CONCLUSÕES

A gestão eficiente da água no Empreendimento de um edifício de habitação, foi a razão do desenvolvimento deste trabalho que tem por objetivo propor a tomada de decisões no âmbito da redução de consumo de água potável, a obtenção de benefícios financeiros e promover uma boa aceitação das medidas por parte dos utilizadores, uma vez que estas contribuem para a preservação de um recurso natural que se encontra em risco.

Através da avaliação da implementação das várias medidas de redução de consumo de água, considerando os aspetos técnicos e as relações custo benefício, conclui-se que quer as medidas de poupança, quer as soluções integradas de aproveitamento de águas dos duches com reutilizações de águas cinzentas para servir os autoclismos quer o aproveitamento das águas pluviais para regas, apresentam vantagens económicas e ambientais.

Baseado em estudos de viabilidade económica elaborado por Valério (2012), conclui-se que este investimento tem um retorno de seis anos, pelo que há todo o interesse em executar as obras de investimento nos três campos em estudo, onde se prevê que se irá obter vantagens, desde 9% no sistema integrado de reutilização de águas cinzentas com águas pluviais, até aos 85% no equipamento para redução de caudal, obtendo-se uma eficiência global para todo o sistema de 33%.

Todo o conteúdo do trabalho, além de analisar as questões presentes e propor soluções futuras, deixa também em aberto a possibilidade de se proceder a ajustes ao longo do tempo, na exploração contínua do sistema.

Contribui assim, este projeto para a implementação física de medidas de eficiência hídrica e económica no imóvel, promovendo a sustentabilidade dos recursos hídricos e energéticos da região.

É prioritário intervir ao nível da gestão sustentável da água, através do desenvolvimento e implementação de sistemas de Certificação da Eficiência Hídrica em Edifícios e outros Espaços.

Como nota final, importa referir que a realização deste estudo permitiu adquirir conhecimentos e aptidões que serão no futuro uma mais valia na vida profissional, influenciando de forma positiva quer as metodologias de trabalho, quer a capacidade de optar por determinadas soluções com base em pressupostos válidos e coerentes. A aprendizagem inerente ao desenvolvimento deste estudo veio complementar com conhecimentos técnicos, na temática de uso eficiente da água, as competências teóricas de outras áreas adquiridas ao longo da formação académica.

6 BIBLIOGRAFIA

- Almeida, M. d., Vieira, P. & Ribeiro, R. (2006). Guia técnico 8, *Uso Eficiente da Água no Sector Urbano*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa
- Alves, C. (2009). Estações de tratamento de água - Tratamento de água para abastecimento público.
- ANQIP-ETA 0701, (2009). Especificação Técnica. *Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP)*
- ANQIP-ETA 0804, (2012). Especificação Técnica. *Especificações para a atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Autoclismos de Bacias de Retrete.*
- ANQIP-ETA 0806, (2012). Especificação Técnica. *Especificações para a atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Chuveiros e Sistemas de Duche.*
- ANQIP-ETA 0808, (2012). Especificação Técnica. *Especificações para a atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Torneiras e Fluxómetros.*
- ANQIP-ETA 0905, (2011). Especificação Técnica. *Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC).*
- ANQIP-ETA 0906, (2011). Especificação Técnica. *Certificação de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas.*
- Anuário Estatístico de Portugal* (2011). Instituto Nacional de Estatísticas (INE).
- Costa, F.S. (2011). *A Organização e Regularização dos Serviços Hidráulicos.*
- Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro - Diploma que assegura a qualidade de água para consumo humano.
- Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto - Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano.
- Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto - Aprova o regime jurídico do abastecimento de águas e saneamento pelas autarquias.
- Decreto-Lei nº 103/2010, de 24 de Setembro – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa a normas de qualidade ambiental, no domínio da política da água.
- Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de Junho - Proceda à 2.ª alteração da Lei n.º58/2005 (Lei da Água).

Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto

Dias, R. (2013). *Estudo económico-financeiro sobre a implementação de sistemas de uso eficiente da água numa habitação*. Tese de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Diretiva n.º 2000/60/CE, de 23 de Outubro, Diretiva Quadro da Água (DQA) – Estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água.

Diretiva nº 2008/60/CE, de 16 de Dezembro. Relativa a normas de qualidade ambiental no domínio da política da água.

Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro - Aprova a lei da água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Diretiva 2000/60/CE.

Marecos do Monte e Albuquerque, A.,(2010). Guia técnico 14, *Reutilização de Águas Residuais*. ERSAR, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

NP 4434 (2005). *Reutilização de águas residuais Urbanas Tratadas na Rega*. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

Pedroso, V. (2011) Regras de Dimensionamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Águas e Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PNUEA (2012). *Plano Nacional para a Uso Eficiente da Água*. Agência Portuguesa do Ambiente. Ministério do Ambiente.

Portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho.

Rosa, A. (1998). *Estimativa das Necessidades Hídricas das Plantas de Jardim*. Direção Regional de Agricultura do Algarve.

Valério, D. (2012) - *Gestão Sustentável da Água no empreendimento turístico Parque de Campismo da Ilha do Pessegueiro situado em Porto Covo - Região de Turismo do Alentejo*". Tese de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa