

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra



**Aplicação de Medidas de Eficiência Hídrica em Meio
Hospitalar:
O caso do Aproveitamento de Águas Pluviais**

Dissertação de Mestrado em Saúde Ocupacional

Daniela Joana Conde dos Santos

Coimbra

2011

**Aplicação das Medidas de Eficiência Hídrica em Meio
Hospitalar:
O caso do Aproveitamento de Águas Pluviais**

Daniela Joana Conde dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Medicina da Universidade de
Coimbra como requisito à obtenção do
Grau de Mestre em Saúde Ocupacional

Orientador: Prof. Doutor Armando Silva Afonso

Co-Orientador: Mestre António Morais

Coimbra

2011

*“A nossa tarefa não é consertar os erros do passado,
mas sim preparar o caminho do futuro”.*

John. R. Kennedy

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha família, pelo amor, e simplesmente, pela sua presença na minha vida, não tenho dúvida que sem eles não teria conseguido chegar até aqui.

À Cármen, pela coragem. Nunca me deixou proferir a palavra “desistir”. Finalmente vamos conseguir atingir o nosso objectivo, amiga.

À Matilde, pela amizade de sempre, horas de trabalho “extraordinário” e paciência.

À Mafalda e ao Nuno, pela amizade e colaboração.

À Susana, pelo apoio e o seu contributo.

Ao meu orientador, Professor Doutor Armando Silva Afonso, pela incansável disponibilidade, pelos ensinamentos, pelos contributos técnico-científicos, pelo constante incentivo. Foi a minha “bússola” nesta caminhada.

Ao meu co-orientador, Professor Doutor António Morais, pela disponibilidade para avaliar este trabalho.

À Eng.^a Isabel Lança, pelas sugestões dadas, riqueza e pertinência dos comentários, pelas experiências profissionais partilhadas. O seu contributo teve um valor inestimável.

Aos Professores e colegas deste curso de Mestrado, e a todos na Faculdade de Medicina, que directa ou indirectamente contribuíram para concretização deste projecto.

Aos meus colegas de trabalho no Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E., em especial ao Eng.º Victor Ribeiro, Sr. Alexandre Neves, Dra. Ana Paula Melo e Dr. José Fernandes, pela colaboração e confiança depositada em mim.

Por fim, a todos os amigos, pela compreensão durante esta etapa.

RESUMO

De acordo com todas as projecções, a procura de água nas próximas décadas, não considerando os efeitos mais complexos das alterações climáticas, vai aumentar drasticamente, passando de um consumo anual de 4 500 mil milhões de m³, em 2005, para 6 900 mil milhões de m³, em 2030.

O aproveitamento de águas pluviais surge, perante este cenário, como uma medida de eficiência hídrica com boas perspectivas, pois substitui o uso de água com qualidade para consumo humano, onde esta não é necessária.

A água é, em Meio Hospitalar, um recurso de elevadíssimo valor, no entanto, a sua utilização exige níveis de qualidade variáveis, dependendo do uso que lhe será atribuído.

Grupos vulneráveis da população podem estar particularmente susceptíveis aos perigos relacionados com a água, por conseguinte, determinados tipos de edifícios são alvo de especial preocupação. Neste contexto, são exemplos relevantes as áreas de prestação de cuidados de saúde, particularmente as Unidades Hospitalares, onde o crescimento de uma série microrganismos oportunistas é veiculado pela água (como por exemplo a *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacteria* não tuberculosa e *Legionella*), constituem uma séria preocupação em termos sanitários.

O aproveitamento de águas pluviais, para fins não potáveis, em Meio Hospitalar, poderá suprir diversas utilizações como a rega, nas lavagens exteriores (por exemplo, pavimentos, varandins), descargas de autoclismos nas instalações sanitárias de zonas hospitalares não críticas, na lavagem mecânica do material de limpeza, nas oficinas (lavagem de automóveis) e para alimentar a central térmica (caldeiras), sistema AVAC e redes de incêndio armadas. No entanto, dada a especificidade deste Meio e dos riscos a si inerentes, para serem salvaguardadas as questões de segurança e de qualidade no ponto de utilização da água, esta necessita ser sujeita, em alguns casos, a tratamento.

Pretende-se que o aproveitamento da água de chuva em Meio Hospitalar se constitua como um benefício, e não como um factor de risco, caso contrário estamos perante uma total perversão da missão, em termos de promoção da saúde, das Unidades Hospitalares.

Todavia, a decisão de investimento num Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais deve ser alicerçada numa análise de viabilidade técnico-económica.

Palavras-Chave: Escassez Hídrica; Meio Hospitalar; Riscos; Aproveitamento de Águas Pluviais.

ABSTRACT

According to all the projections, water demand in the coming decades, not considering more complex effects of climate change, will dramatically increase from an annual consumption of 4500 billion m³ (9,9×10¹⁴ gallons) in 2005, to 6900 billion m³ (1,52×10¹⁵ gallons) in 2030.

The rainwater use arises, against this background, as a measure of water efficiency of good prospects, because it replaces the use of water quality for human consumption, where this is not required.

The water is, in an hospital environment, a resource of enormous value, however, it's use requires variable levels of quality, depending on the use that will be assigned.

Vulnerable groups of the population may be particularly susceptible to the dangers related to water, therefore, certain types of buildings are subject of special concern. In this context, relevant examples are the areas of health care delivery, particularly the hospital units, where the growth of a number of opportunistic microorganisms are transmitted by water (e.g. *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacteria non-tuberculosa* and *Legionella*), becoming a serious health concern.

The use of rainwater for non-drinking purposes in an hospital environment, can suppress various uses such as irrigation, in exterior washing (e.g. decks, guards), discharge of flushing cisterns in toilets of non critical hospital areas, mechanical washing of cleaning supplies, in the workshops (car wash) and to feed the thermal power plant (boilers), HVAC and firefighting system. However, given the specificity of this mean and the inherent risks, to be safeguarded the security and quality issues at the point of water use, this needs to be subject, in some cases, to treatment.

It is intended that the use of rain water in hospitals environment arises as a benefit, and not as a factor risk, otherwise this is a total perversion of the mission, in terms of health promotion in hospital units.

However, the decision to invest in a system of rainwater use should be based on a analysis of technical-economical viability.

Keywords: water shortage; hospital environment; risks; rainwater use.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice Geral	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas	ix
I. Introdução	1
II. Objectivos	4
III – Revisão da Literatura	7
1. A Água	7
1.1. Disponibilidade de Água no Mundo	7
1.2. Usos da Água	11
1.3. Água – Enquadramento Legal	14
1.3.1. Legislação Comunitária	14
1.3.2. Legislação Nacional	16
1.4. Eficiência Hídrica	20
1.5. Doenças transmitidas pela Água	25
2. Aproveitamento da Água da Chuva	39
2.1. Notas históricas	39
2.2. A Pluviosidade em Portugal	40
2.3. Qualidade da Água da Chuva	43
2.4. Conceitos e aplicações da Água da Chuva	52
3. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais	57
3.1. Superfície de Recolha	58
3.2. Órgãos de Condução	60
3.3. Desvio das primeiras águas	60
3.4. Volume de água a aproveitar	61
3.5. Reservatório de Auto-limpeza com válvula de Flutuador	63
3.6. Reservatórios para Armazenamento	64
3.7. Bombagem	65
3.8. Tratamento	66

3.8.1. A importância do Reservatório de Água	68
3.8.2. Filtração	70
3.8.3. Desinfecção	71
3.8.4. Controlo de pH	76
4. A Água em Meio Hospitalar	78
4.1. A Unidade Hospitalar	78
4.2. Aspectos de segurança relacionados com água	81
4.3. Utilizações de Água em Meio Hospitalar	85
4.4. Eficiência hídrica em Meio Hospitalar: Aproveitamento de Águas Pluviais	94
IV – Aproveitamento da Água da Chuva em Meio Hospitalar: Estudo de Caso	97
1 – Estudo de Caso: Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.	97
1.1 - Caracterização da Unidade Hospitalar estudada	97
1.2 – Caracterização Hídrica do Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.	103
1.3. Metodologia do Estudo	106
1.3.1. Oportunidades de poupança de água através recolha da águas pluviais	106
1.3.2. Dimensionamento do Reservatório da Água Chuva	107
1.3.3. Amostragem da Água da Chuva	108
V – Apresentação dos Resultados, Discussão e Conclusão	110
1. Resultados	110
1.1. Caracterização Analítica da Água da Chuva recolhida	110
1.2. Identificação das potenciais utilizações da Água da Chuva no HDFF, E.P.E.	116
1.3. Avaliação das Necessidades de Tratamento da Água da Chuva	119
1.4. Avaliação das poupanças associadas à recolha e utilização das Águas da Chuva	124
2. Discussão e Conclusão	125
2.1. Discussão	125
2.1.1. Viabilidade de utilização da Água da Chuva no HDFF, E.P.E.	125
2.2. Conclusão	135
Bibliografia	136
Anexos	141
Anexo I - Chave de imputação de consumos de água por Serviço/Utilização no HDFF, E.P.E. (%)	142
Anexo II - Boletim Analítico com os resultados da Águas Pluviais recolhidas nos telhados do HDFF, E.P.E.	145
Anexo III - Orçamento de Instalação de SAAP	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Disponibilidade da Água em declínio	8
Figura 2 - Pressão sobre os Recursos Hídricos	8
Figura 3 - Pessoas atingidas pela escassez dos Recursos Hídricos (mil milhões)	9
Figura 4 - Utilização da Água no Mundo	12
Figura 5 - Rótulos de Eficiência Hídrica adoptados em Portugal	22
Figura 6 - Eficiência Hídrica dos Edifícios	22
Figura 7 - Hierarquia das medidas de Eficiência Hídrica	23
Figura 8 - Possíveis Fontes alternativas de Água	24
Figura 9 - Vias de Transmissão e exemplos de Agentes Patogénicos relacionados com a Água	28
Figura 10 - Mapa de precipitação total anual de Portugal Continental (1959/60 a 1990/91).	41
Figura 11- Composição Química média da Água do Mar.	44
Figura 12 - Distribuição dos consumos de uma habitação comum.	55
Figura 13 - Esquema de um SAAP de um Edifício Habitacional.	57
Figura 14 - Consumos unitários e anuais por Dispositivo ou Utilização.	63
Figura 15 - Técnicas de Tratamento da Água da Chuva.	67
Figura 16 - Factores relacionados com as Infecções associadas aos Cuidados de Saúde.	79
Figura 17 - Alguns microrganismos causadores de infecção através da Água.	88
Figura 18 - Sectores hospitalares detentores de maiores consumos de água.	95
Figura 19 - Consumo de água e energia por cama nos Hospitais Europeus, à medida que o n.º de camas aumenta.	95
Figura 20 - Diagrama demonstrativo do circuito de utilização da água num Hospital.	96
Figura 21 - Localização geográfica do Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.	97
Figura 22 - Organigrama do HDFF, E.P.E.	99
Figura 23 - Planta Topográfica do HDFF, E.P.E.	102

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da Água na Terra _____	7
Tabela 2 - Utilizações e consumos de água e poupanças potenciais por Sector utilizador	14
Tabela 3 - Esquemas de tratamento tipo das águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com a categoria de qualidade apresentada _____	18
Tabela 4 - Classificação de doenças relacionadas com a água em função do agente causal _____	26
Tabela 5 - Doenças transmitidas pela água, respectivo agente e forma de contágio. _____	27
Tabela 6 - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água. _____	33
Tabela 7 - Concentrações médias de Metais para cada tipo de Telhado em mg/m ³ _____	48
Tabela 8 - Caracterização típica da Água da Chuva _____	49
Tabela 9 - Recomendações para a escolha do material para o Telhado _____	50
Tabela 10 - Tipos de contaminantes habitualmente presentes nos sistemas de colecta da Água da Chuva. _____	51
Tabela 11 - Risco de exposição a microrganismos durante a utilização da chuva. _____	54
Tabela 12 - Condições aproximadas para eliminação dos microrganismos através de calor húmido _____	74
Tabela 13 - Critérios para a utilização não potável da água _____	77
Tabela 14 - Classificação das águas utilizadas em Edifícios de Prestação de Cuidados de Saúde em França. _____	93
Tabela 15 - Número de trabalhadores do HDFS, E.P.E. por Grupo Profissional. _____	100
Tabela 16 - Consumos de água no HDFS, E.P.E. no período de 2008 a 2010. _____	103
Tabela 17 - Serviços/utilizações com consumos de água mais elevados no HDFS, E.P.E. _____	104
Tabela 18 - Utilizações de Água no HDFS, E.P.E. por Serviço. _____	105
Tabela 19 - Caracterização físico-química e microbiológica da água da chuva recolhida nos telhados do Edifício do HDFS, E.P.E. _____	109
Tabela 20 – Análise comparativa dos parâmetros da água da chuva com os valores paramétricos que definem a qualidade de água para consumo humano, águas doces destinadas à produção de água para consumo humano, águas balneares e para rega. ____	111
Tabela 21 - Definição das utilizações da água da chuva, para fins não potáveis, no HDFS, E.P.E. _____	117

Tabela 22 - Avaliação das necessidades de tratamento da água da chuva recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. tendo em conta cada possível utilização. _____ 120

Tabela 23 - Tratamentos possíveis para a água da chuva de forma a torná-la adequada aos usos previstos (ou definidos). _____ 123

Tabela 24 - Avaliação das poupanças associadas à recolha e utilização das águas da chuva _____ 124

Tabela 25 - Análise da viabilidade das possíveis utilizações da Água da Chuva no HDFF, E.P.E. _____ 134

Tabela 26 - Análise económica dos investimentos e poupanças associadas à recolha e utilização da água da chuva para alimentar a Central Térmica. _____ 135

LISTA DE ABREVIATURAS

ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

C - Área crítica

CBO₅ - Carência Bioquímica de Oxigénio

CE - Condutividade eléctrica

CQO- Carência Química de Oxigénio

DGS - Direcção-Geral de Saúde

DL - Decreto-Lei

DQA - Directiva-Quadro da Água

ETA - Especificação Técnica ANQIP

HDFE, E.P.E. - Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.

IACS - Infecção associada aos Cuidados de Saúde

IRAR - Instituto Regulador de Águas e Resíduos

LQ - Limite de Quantificação

NC - Área não crítica

NP - Não Potável

OMS - Organização Mundial de Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

PNCI - Plano Nacional de Controlo de Infecção

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

QCH - Qualidade para Consumo Humano

RIA - Rede de Incêndio Armada

SAAP - Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais.

SC - Área semi-crítica

SDT - Sólidos dissolvidos totais

SST - Sólidos Suspensos Totais

UV - Radiação Ultra-violeta

UFC - Unidades Formadoras de Colónias

VMA - Valor Máximo Admissível

VMR - Valor Máximo Recomendado

I. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento demográfico, ao desenvolvimento económico e ao nosso estilo de vida, a água potável é hoje um recurso escasso que, de bem comunitário e patrimonial, se transformou, ao longo das últimas décadas, em bem económico. As alterações climáticas têm agravado este cenário e prevê-se que em alguns países, como Portugal, a previsível redução da precipitação ou a alteração do seu regime possam a curto/ médio prazo agravar as situações de crise hídrica (Silva-Afonso, 2010).

O uso eficiente da água é um imperativo ambiental em qualquer país do Mundo. Mas em alguns países, como Portugal, torna-se urgente desenvolver medidas neste âmbito, incluindo o aproveitamento de águas pluviais, pois as disponibilidades do recurso poderão estar significativamente afectadas a curto prazo (Silva-Afonso, 2011).

Pode afirmar-se que em Portugal a necessidade de aumentar a eficiência no uso da água, dentro do ciclo predial, corresponde a um imperativo ambiental de sustentabilidade, a uma necessidade estratégica, face aos riscos de stress hídrico, e a um interesse económico dos cidadãos, que pode ser concretizado sem prejuízo do seu conforto, da sua qualidade de vida e da salvaguarda da saúde pública (Silva-Afonso, 2011).

A água é um recurso natural, finito, com importante valor económico, social e essencial à existência do Homem e do Meio Ambiente. Apesar da grande quantidade de água do planeta Terra, somente 2,5% é água doce. Porém, apenas 0,007% da água doce se encontra em locais de fácil acesso para consumo humano (rios, lagos, atmosfera). De acordo com as previsões do World Water Council, 23 países irão enfrentar uma escassez absoluta de água em 2025, sendo que, cerca de 46 a 52 países (totalizando cerca de 3.000 milhões de pessoas) poderão sofrer de stress hídrico nessa data.

No caso dos países mediterrânicos, como Portugal, as alterações climáticas poderão afectar significativamente as disponibilidades deste recurso a curto/médio prazo, pelo que se torna urgente desenvolver medidas, em todos os sectores de actividade, para concretização de um aumento de eficiência no uso da água. De facto, países como França, Itália, Espanha e

Portugal estarão em risco de ter um stress hídrico igual ou superior a 40%, pelo menos em parte do seu território.

Em Portugal, o uso eficiente da água foi já reconhecido como um importante desígnio estratégico nacional, através da publicação da Resolução do Conselho de Ministros nº 113/2005, de 30/6, a qual aprova o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA).

Em relação à água, e concretizando o PNUEA, definiu-se um princípio de 5R's, dado que, para além da Redução dos consumos, Redução das perdas, da Reutilização da água, e da sua Reciclagem, é importante considerar, numa perspectiva de sustentabilidade, o Recurso a origens alternativas. Os 5R's enunciados configuram, portanto, o quadro geral em que se devem basear as políticas de uso sustentável da água.

O aproveitamento de água da chuva é uma técnica desenvolvida há milhares de anos e variadíssimas são as civilizações, os povos e os locais onde esta prática foi desenvolvida. A água da chuva, o seu aproveitamento, e a sua gestão, fazem parte de um conjunto de soluções que nas áreas urbanas se poderão apresentar para diminuir o consumo de água potável (e custo de fornecimento da mesma) e gerir picos de vazão, mais frequentes com o aumento da construção e conseqüente aumento da impermeabilização.

No entanto, a qualidade da água da chuva está dependente de fenómenos naturais e da própria actuação do Homem. Devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, a água incorpora em si diversas impurezas, as quais definem a sua qualidade. A sua composição varia de acordo com a localização geográfica, as condições meteorológicas (nomeadamente, intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, entre outros), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de poluentes atmosféricos.

Desta forma é necessário realizar-se uma adequada monitorização da qualidade da água em todo o Sistema de Aproveitamento das Águas Pluviais (SAAP) para que, quando esta for usada, não ofereça riscos de contaminação para o seu utilizador, devendo ser igualmente adequado esse nível de qualidade às características das diversas utilizações.

Em Portugal, os estudos existentes no âmbito dos SAAP para fins não potáveis foram desenvolvidos pela ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), mas aplicam-se apenas a edifícios habitacionais/residenciais.

No entanto, estes ainda suscitam muitas dúvidas, no meio técnico e científico, relativamente a algumas soluções teóricas, tornando-se por isso necessário (e prioritário) desenvolver investigação no âmbito das relações com a saúde pública e nos domínios técnicos da captação, do tratamento, da armazenagem, e da condução em sistemas prediais de algumas águas não potáveis ou de efluentes específicos. Para além de que a utilização da água da chuva, suscita discórdia em relação a algumas utilizações.

Com este estudo pretende-se alargar o âmbito do aproveitamento das águas pluviais aos edifícios hospitalares. Tendo consciência da especificidade deste meio e dos riscos a si inerentes, tanto pelas actividades terapêuticas aí desenvolvidas, como pelo tipo de população que o ocupa/utiliza, haverá necessidade de analisar e adequar o tratamento da água de chuva à qualidade requerida para cada processo de utilização ou área de consumo.

Pretende-se, desta forma, que o aproveitamento da água de chuva em Meio Hospitalar se constitua como um benefício e não como um factor de risco, caso contrário estamos perante uma total perversão da missão, em termos de promoção da saúde, das Unidades Hospitalares.

II. OBJECTIVOS

Este trabalho tem como objectivo principal estudar os impactes do Aproveitamento de Águas Pluviais, para fins não potáveis, em Meio Hospitalar.

Como objectivos específicos:

- Avaliar o risco das superfícies de recolha e circulação da água pluvial;
- Definir possíveis utilizações da água da chuva em Meio Hospitalar, para fins não potáveis;
- Avaliar o risco do aproveitamento da água da chuva, para fins não potáveis, em Meio Hospitalar;
- Avaliar as necessidades de tratamento, tendo em conta os riscos associados a cada possível utilização/uso e a caracterização analítica das águas pluviais recolhidas nos telhados do Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E., para que seja garantida a segurança na utilização (qualidade pretendida em cada situação);
- Analisar a viabilidade das utilizações definidas tendo em conta: o consumo de cada utilização, condições de utilização, necessidade de tratamento, e as vantagens, em termos de economia e de uso sustentável do recurso.

A metodologia usada foi a seguinte:

- O Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais a considerar no estudo partirá dos requisitos da Especificação Técnica ANQIP – ETA 0701: para os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios.
- A definição das possíveis utilizações da água da chuva, será realizada através da associação matricial dos seguintes factores:
 - Usos/utilizações da água e áreas de utilização (tendo em conta a divisão hospitalar, em termos de controle de infecção, por áreas de risco: áreas críticas, semi-críticas e não críticas).
- A definição das necessidades de tratamento das possíveis utilizações da água da chuva, em Meio Hospitalar, será realizada tendo em conta os seguintes factores:
 - Tipo de Utilizadores e vulnerabilidades (população utilizadora: Profissionais de Saúde, Utentes e/ou Visitantes);
 - Exposição;

- Risco das superfícies de recolha, mediante a qualidade requerida em cada utilização;
 - Os riscos associados a cada utilização.
- A análise da viabilidade do aproveitamento da água da chuva em Meio Hospitalar, será realizada com base nos seguintes factores: o consumo requerido por cada possibilidade de utilização definida, condições de utilização, necessidade de tratamento, e as vantagens, em termos de economia e de uso sustentável do recurso.

Com este trabalho pretende-se estabelecer regras e especificações para que, salvaguardados riscos resultantes da sua utilização/exposição, se possa fazer o aproveitamento da água da chuva em Meio Hospitalar, para fins não potáveis.

Este trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos. O capítulo I faz a apresentação do tema objecto de estudo, cuja pertinência justifica por si só a sua escolha. O capítulo II descreve os objectivos (geral e específicos), a metodologia do estudo utilizada, assim como a estrutura do trabalho.

No capítulo III começa por se fazer uma reflexão sobre a água: a sua disponibilidade no mundo, os seus usos e o enquadramento legal que a rege. Desenvolve-se a temática da Eficiência Hídrica, nomeadamente o recurso a origens alternativas de água, como é o caso das águas pluviais, e das doenças transmitidas pela água. Aprofunda-se ainda a questão do aproveitamento das águas pluviais: características pluviométricas de Portugal; qualidade da água da chuva; e Sistemas de Aproveitamento de águas Pluviais (seus componentes, funcionalidades, tratamentos da água e aspectos de segurança). Termina-se este capítulo abordando a utilização de água em Meio Hospitalar (aspectos de qualidade e segurança) e introduzindo a importância do recurso a medidas de Eficiência hídrica neste contexto.

O capítulo IV refere-se ao Estudo de Caso, propriamente dito, que é o Aproveitamento de Águas Pluviais, para fins não potáveis, no Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E., que implicou o levantamento de dados (sua caracterização geral e hídrica), avaliação das oportunidades de poupança de água (cálculo do volume anual total de água da chuva aproveitável e do dimensionamento do respectivo reservatório) e a realização de uma

amostragem da água da chuva, recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E., para ser possível caracterizá-la físico-química e microbiologicamente.

No capítulo V são apresentados os resultados (caracterização analítica da água da chuva recolhida; identificação das potenciais utilizações da água da chuva no HDFF, E.P.E. e avaliação das poupanças associadas à recolha e utilização desta); e é realizada a discussão dos mesmos. Por último, é apresentada a conclusão, onde se destaca a utilização para a qual é mais viável realizar o aproveitamento de água pluviais.

III – REVISÃO DA LITERATURA

1. A ÁGUA

1.1. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO MUNDO

A água é um recurso natural insubstituível num elevado número de actividades humanas, sendo simultaneamente uma componente essencial dos ecossistemas naturais. Caracterizada por ser um bem ao qual é atribuído valor ecológico, social e económico, a água pode estar na origem de conflitos por se encontrar desigualmente distribuída na superfície terrestre (Rodrigues *et al.*, 2009). A Tabela 1 ilustra a distribuição da água na superfície da Terra:

Tabela 1 - Distribuição da Água na Terra

Distribuição global da água (%)	
Água doce superficial	0,0101
Água doce subterrânea (a menos de 800m de profundidade)	0,3050
Água doce profunda (a mais de 800m)	0,3000
Água doce solidificada (geleiras)	2,3000
Água salgada	97,0849

Fonte: Rodrigues *et al.*, 2009, p.405

A tabela 1 mostra-nos que, de toda a água que existe na Terra, representando 100%, só aproximadamente 3% é água doce. Destes, 2,3% encontram-se nas calotes polares e 0,7% distribui-se por lagos, rios, lençóis subterrâneos e atmosfera. É apenas esta a quantidade directamente disponível para o Homem (Rodrigues *et al.*, 2009).

Reis (s/d citado por Rodrigues *et al.* 2009) afirma que nos últimos 50 anos a população mundial conseguiu reduzir as reservas globais de água em cerca de 62,7%. Na América do Sul essa redução chega a 73% e no continente africano a 75%. Esta situação é provocada pela extracção de água dos aquíferos com maior rapidez do que a sua recarga pela chuva. Os efeitos da extracção excessiva podem ser observados nas secas, cada vez mais frequentes e prolongadas, na erosão dos solos e na desertificação dos ecossistemas, factos

que assolam diversos países. A razão procura/oferta relativa à água tem vindo a aumentar de forma exponencial. A crescente procura, comparativamente à oferta cada vez menor, de água doce tem sido um tema importante para a Sociedade em geral (Figura 1) (PNUD, 2006).

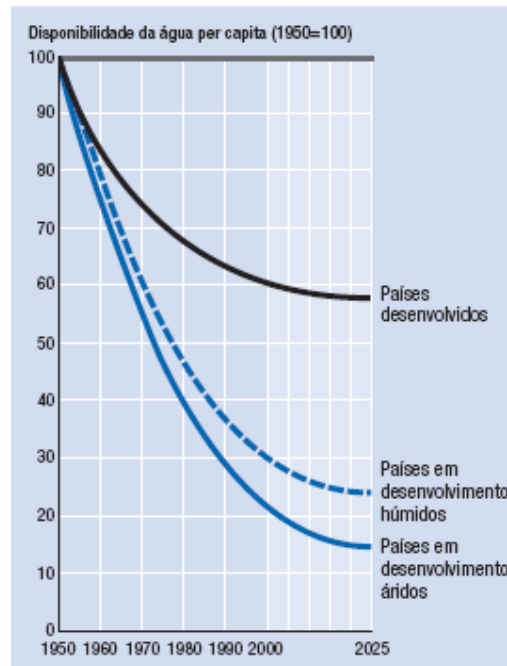


Figura 1 - Disponibilidade da Água em declínio

Fonte: PNUD, 2006, p.136.

Verifica-se que a distribuição de água não é igual em todo o Mundo (Figura 2). O problema da carência de água tem maior impacte em África e no continente asiático, no entanto, este problema afecta já o desenvolvimento industrial e sócio-económico em outras partes do mundo, incluindo China, Índia e Indonésia (PNUD, 2006).

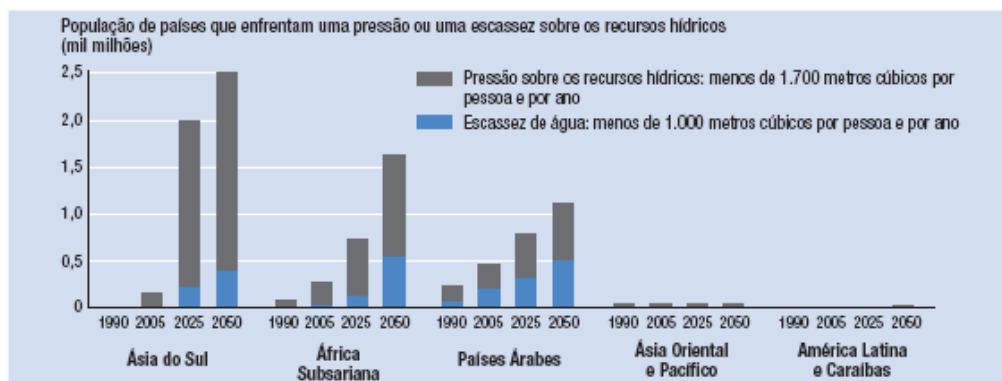


Figura 2 - Pressão sobre os Recursos Hídricos

Fonte: PNUD, 2006, p.136.

Quando se fala em escassez da água, esta situação pode ser definida quando a disponibilidade da água numa dada região ou país está abaixo dos 1000 m³ por ano, por pessoa. No entanto existem já regiões onde os valores se encontram abaixo dos 500 m³ por ano, por pessoa, o que pode ser considerada como escassez severa de água (Figura 3) (PNUD, 2006). Segundo Soromanho-Marques (2010), é um termo que relaciona a disponibilidade de água com o seu uso, o que implica que regiões com extensos recursos hídricos possam ter falta dela.

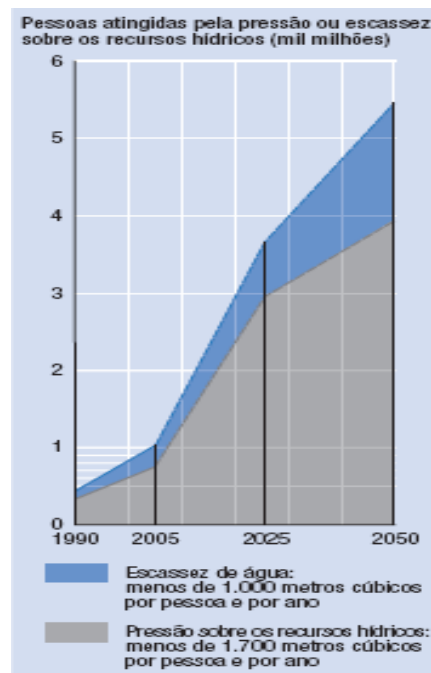


Figura 3 - Pessoas atingidas pela escassez dos Recursos Hídricos (mil milhões)

Fonte: PNUD, 2006, p.137.

Segundo o Instituto Português de Relações Internacionais e Segurança (2003), alguns traços rápidos ajudam a compreender melhor o que está em causa:

- No último século, a intensificação do uso da água doce aumentou ao ponto de a captação hídrica ter duplicado;
- O uso da água está marcado pela irracionalidade e pelo desperdício (sobretudo no sector agrícola, que corresponde a 70% do consumo deste recurso);
- A poluição dos recursos hídricos tem não só aumentado os custos do seu uso, como conduzido à degradação acelerada de preciosos ecossistemas (10 000 espécies desaparecidas ou em perigo);
- Apesar o gigantismo de milhares de projectos hidráulicos, dispersos pela superfície planetária, construídos na maioria dos casos sem uma adequada consideração pelos

impactes ambientais, mais de 1,1 mil milhões de pessoas vivem sem acesso seguro à água, 2,4 mil milhões não possuem condições adequadas de saneamento, registando-se anualmente cinco milhões de mortes associadas a esta deplorável falta de condições;

- A pressão humana sobre a água tem conduzido a uma crescente escassez nos recursos disponíveis, motivando situações de grande *stress* hídrico. Actualmente, 40% da população mundial vive com menos de 2000 m³ *per capita* anuais. Estima-se que em 2025 metade de dois terços da população do globo habite em áreas com níveis diversificados de *stress* hídrico. A escassez hídrica reverte-se cada vez mais de delicados problemas estratégicos e de segurança. A existência de 263 bacias hidrográficas internacionais constitui um repto ambiental e técnico, mas também diplomático, político e cultural, no sentido de proporcionar um acesso equitativo e pacífico a esse bem preciso a todas as partes e actividades interessadas.

Neste contexto, são três os aspectos que nos ajudam a caracterizar a situação da água e da respectiva política em Portugal. Em primeiro lugar, Portugal tem no cômputo geral uma razoável disponibilidade hídrica por habitante (quase o dobro da média existente na União Europeia). O nosso problema, contudo, reside na desigual distribuição dos recursos hídricos entre o Norte e o Sul, e também entre algumas zonas do litoral e outras do interior. Trata-se de constrangimentos naturais bem identificados na literatura da geografia do continente português. Importa não esquecer, também que dependemos dos caudais vindos de Espanha em cinco grandes bacias hidrográficas (Soromenho-Marques, 2010).

Em segundo lugar, tudo indica que o sector hídrico será dos mais afectados pelas mudanças estruturais, em aceleração dinâmica, ligadas ao processo de alterações climáticas em curso. Nas próximas décadas a pluviosidade tenderá a concentrar-se num número mais reduzido de meses, a precipitação tenderá a diminuir, sobretudo no Sul, já de si mais seco (até 30%, até ao final do século). A subida, mesmo ligeira, do nível do mar aumentará a intrusão salina em recursos hídricos subterrâneos. Acresce ainda, que em virtude dos modelos de crescimento turístico e agrícola serem baseados no uso intensivo de água (campos de golfe e aumento de regadio, por exemplo), a pressão sobre os recursos hídricos tem sido imensa, sobretudo em áreas do país onde ele não é abundante (como é o caso do Algarve, onde na segunda metade do Século XX o consumo da água decuplicou) (Soromenho-Marques, 2010).

Por último, é de inteira justiça reconhecer que tem sido na política hídrica que se fizeram os maiores investimentos ambientais em Portugal. Financiamentos comunitários, apoiados por uma actualização legislativa inegável, tem permitido ultrapassar os indicadores de subdesenvolvimento com que entrámos na União Europeia, por exemplo, na percentagem da população servida por abastecimento, tratamento e drenagem das águas para consumo humano. Isto não obsta a que tenha havido desperdícios e irracionalidades nos investimentos, nem que continue a existir um enorme vazio de conhecimentos, sobretudo no que concerne ao nosso verdadeiro capital hídrico, nomeadamente, os recursos subterrâneos, sobre os quais ainda há muita ignorância (Soromenho-Marques, 2010).

1.2. USOS DA ÁGUA

A água é, como se sabe, uma componente natural do Ambiente (artigo 7.º da Lei de Bases do Ambiente). Segundo Batista (2002 citado por Rodrigues *et al.* 2009) as utilizações do Homem a este bem constituem pressões importantes sobre o Ambiente e são as grandes responsáveis pela progressiva degradação ambiental porquanto ultrapassem a capacidade de assimilação e auto-regulação do Ambiente. O Homem utiliza a água para diversas finalidades, podendo ser classificadas como:

1. doméstico: para beber, preparar alimentos, manter a higiene pessoal e do ambiente domiciliário;
2. público: para abastecer escolas, hospitais e outros edifícios públicos, lavar ruas irrigar jardins, combater incêndios;
3. comercial: para abastecer lojas, bares, restaurantes, escritórios;
4. recreacional em piscinas;
5. agrícola: para criação de animais, irrigação de plantações, hidroculturas;
6. industrial, como matéria-prima de processos de transformação, para refrigeração, entre outros.

De acordo com o historial do uso da água, o Homem faz uso desta principalmente para a agricultura. Civilizações tais como a Egípcia, Chinesa, Mesopotâmica e Indiana fixaram-se junto aos cursos de água para usarem estes para efeitos agrícolas. Nos dias de hoje, a agricultura continua a ser a maior consumidora de água na maior parte das regiões do

Mundo (Figura 4). Contudo, tem-se verificado desde o início do século XX que o consumo de água, quer a nível doméstico, quer industrial tem vindo a aumentar. Esta tendência é mais notória nos países desenvolvidos, onde a água para fins industriais iguala a água para fins agrícolas (PNUD, 2006).

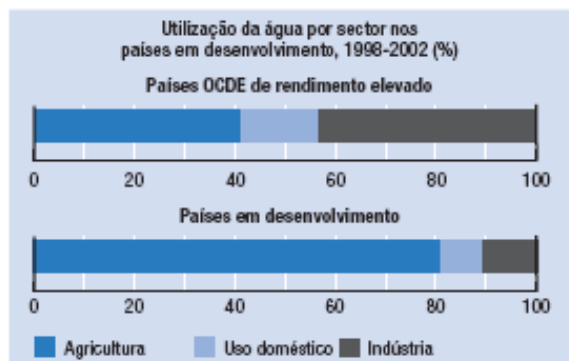


Figura 4 - Utilização da Água no Mundo

Fonte: PNUD, 2006, p.138.

No entanto, se todos temos uma noção clara de que a água tem uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, com um forte impacto na saúde pública e no desenvolvimento de muitas actividades económicas, agrícolas e industriais, já não é, porém, tão evidente a percepção dos volumes de água consumidos e custos envolvidos (Batista 2002 citado por Rodrigues *et al.* 2009).

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30 de Junho, faz um balanço da situação hídrica em Portugal, salientando que a procura de água está actualmente estimada em cerca de 7500 milhões de m³/ano, a que corresponde um custo global de produção para a sociedade estimado em 1880 milhões €/ano, representando 1,65% do nosso Produto Interno Bruto (PIB) (PNUEA, 2005).

Aponta ainda a agricultura como a actividade que mais utiliza água em Portugal (Tabela 2), com uma procura de cerca de 6550 milhões m³/ano (87% do total), contra 570 milhões m³/ano no abastecimento urbano às populações (8% do total) e 385 milhões m³/ano no abastecimento à indústria (5% do total). Quanto aos respectivos custos de utilização da água, e devido aos diferentes sistemas tarifários, verifica-se que o sector urbano passa a ser

o mais relevante com 875 milhões €/ano, seguido da agricultura com 524 milhões €/ano e da indústria com 484 milhões €/ano (PNUEA, 2005).

Em relação à eficiência actual da água, nem toda esta procura é efectivamente aproveitada, na medida em que há uma parcela importante associada à ineficiência de uso, sob a forma de perda e desperdícios, que corresponde à diferença entre o volume da água que é captada e o volume que é efectivamente necessário. Trata-se, portanto, de uma componente que tem custos para a sociedade, mas não lhe traz benefícios. Estes elevados volumes indiciam assim, importantes poupanças potenciais que é fulcral analisar (PNUEA, 2005).

Em termos de oportunidades de poupança, à agricultura corresponde uma ineficiência de cerca de 2750 milhões m³/ano (88% do total de perdas), contra 240 milhões m³/ano no abastecimento urbano às populações (8% do total de perdas) e 110 milhões m³/ano na indústria (4% do total de perdas), de acordo com a Tabela 2. Calculando o valor económico dessas ineficiências verifica-se que o sector urbano passa a ser o mais relevante com 369 milhões €/ano (51% do total), seguido da agricultura com 219 milhões €/ano, correspondendo a 30% do total, e da indústria com 140 milhões €/ano, ou seja, 19% do total, num total de 728 milhões de €/ano. Estes custos de ineficiência representam 39% do valor estimado para a procura de água em Portugal e 0,64% do PIB (PNUEA, 2005).

Segundo Soromenho-Marques (2010), as perdas de água continuam a ser imensas. Os nossos objectivos consistem em reduzir as perdas no sector do consumo urbano de 42% para 29%; no sector agrícola, de 42% para 34%; no sector industrial, de 29% para 16%. Ao lado da boa gestão da procura, a inovação tecnológica, em todos os tipos de consumo constitui uma peça chave na implementação de um uso geral mais sustentável da água.

Tabela 2 - Utilizações e consumos de água e poupanças potenciais por Sector utilizador

Média anual dos Componentes	Uso da água por Sector			Total	% PIB
	Urbano	Agrícola	Industrial		
Volume fornecido (milhões de m ³)	570	6 550	385	7 505	-
Custo do serviço (milhões de €)	875	525	485	1 885	1,65%
Consumo efectivo (milhões de m ³)	330	3 800	275	4 405	-
Volume de ineficiência (milhões de m ³)	240	2 750	12	3 102	-
Custo de ineficiência (milhões de €)	370	220	140	730	0,64%
Poupança potencial (milhões de m ³)	160	790	57	1 007	-
Poupança potencial (milhões de €)	245	65	75	385	0,34%

Fonte: Adaptado PNUEA, 2005.

Perante valores de ineficiência do uso da água tão elevados nos dois principais sectores utilizadores de água, o abastecimento para rega (Sector Agrícola), em volume, e o abastecimento urbano (Sector Urbano), em dinheiro, parece óbvia a necessidade de actuação, para que de forma coerente e consistente, se reduzam para níveis aceitáveis essas ineficiências. Estes dados sustentam a afirmação de que é o uso eficiente da água a grande origem de água por explorar (Soromenho-Marques, 2010).

1.3. ÁGUA – ENQUADRAMENTO LEGAL

1.3.1. Legislação Comunitária

É cada vez mais evidente a importância da água para a vida enquanto componente do ecossistema global. Trata-se de um recurso que, não só satisfaz as necessidades básicas da população humana como é fundamental para o desenvolvimento, em particular para a criação e manutenção da riqueza através da agricultura, da pesca comercial, da produção de electricidade, da indústria, dos transportes e do turismo e é vital para todos os ecossistemas globais. Todavia, os factos revelam que enfrentamos uma crise de água a nível global (Ilhéu, s/d).

A garantia de abastecimento de água em quantidade suficiente, com qualidade, e a conservação e protecção dos recursos hídricos são essenciais ao suporte de todos os aspectos da vida humana e dos ecossistemas terrestres e aquáticos associados. Por outro lado, é necessário continuar a integrar a protecção e gestão sustentável da água com outras políticas comunitárias de desenvolvimento, nomeadamente políticas energéticas, dos transportes, agrícola, das pescas, regional e turística. Considerando o número crescente de pressões a que os recursos hídricos estão expostos, é fundamental a existência de instrumentos legislativos eficazes para a preservação e utilização sustentável dos recursos (Ilhéu, s/d).

Assim, surge a Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, ou Directiva Quadro da Água (DQA), que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água e tendo sido transposta para a ordem jurídica nacional pela Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro¹ (Lei da Água) e pelo Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de Março.

Tem como principal objectivo evitar a continuação da degradação e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos, garantir a redução da poluição e promover a utilização da água em quantidade suficiente e de uma forma sustentável. A Directiva apresenta uma abordagem ambiciosa e inovadora da gestão dos recursos hídricos definindo, entre outros, os seguintes elementos fundamentais:

- Protecção de todo o tipo de águas, rios, lagos, águas costeiras e águas subterrâneas;
- Definição de objectivos ambiciosos para assegurar que seja alcançado o “bom estado” das águas até 2015;
- Requisito de cooperação transfronteiriça entre os países e todas as partes envolvidas;
- Garantia da participação activa de todos os interessados, incluindo as Organizações Não Governamentais e as comunidades locais, nas actividades de gestão dos recursos hídricos;

¹ Rectificada pela Declaração de Rectificação n.º 11-A/2006, de 23 de Fevereiro.

- Requisito de adopção de políticas de estabelecimento de preços da água e de aplicação do princípio do poluidor-pagador;
- Equilíbrio entre os interesses do ambiente e os interesses de quem dele depende.

As disposições da DQA são complexas e abrangentes, tendo sido definidos prazos para a sua implementação faseada. Alguns dos prazos importantes são:

- Dezembro de 2003: Adaptação da legislação nacional em matéria de água à DQA e criação das condições necessárias para a cooperação a nível das bacias hidrográficas;
- Dezembro de 2004: Conclusão da análise das pressões e dos impactes a que as águas estão expostas, incluindo uma análise económica;
- Dezembro de 2008: Deverão estar operacionais os programas de monitorização, enquanto base para a gestão das águas;
- Dezembro de 2009: Publicação dos primeiros planos de gestão das bacias hidrográficas;
- Dezembro de 2015: As águas deverão estar em “bom estado”.

O anexo V da DQA define qual a informação e critérios necessários para a classificação do estado ecológico em três níveis, o razoável, o bom e o excelente.

Esta Directiva apresenta como definição de poluente qualquer das substâncias susceptíveis de provocar poluição, especialmente as incluídas na lista do seu anexo VIII.

1.3.2. Legislação Nacional

A legislação nacional aplicável às águas superficiais e subterrâneas, bem como às águas para consumo humano, abrange um elevado número de parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos, que permitem determinar a qualidade da água desde a sua origem até ao ponto de consumo.

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas

em função dos seus principais usos. Este Decreto-Lei é aplicável a vários tipos de água, nomeadamente:

1. Águas para consumo humano:
 - 1.1. Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano;
 - 1.2. Águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano;
 - 1.3. Água de abastecimento para consumo humano (artigo 20º).
2. Águas de suporte à vida aquícola:
 - 2.1. Águas doces superficiais para fins aquícolas - águas piscícolas;
 - 2.2. Águas do litoral e salobras para fins aquícolas - águas conquícolas;
 - 2.3. Águas do litoral e salobras para fins aquícolas - águas piscícolas.
3. Águas para rega.
4. Águas balneares.
5. Normas de descarga das águas residuais na água e no solo, visando a promoção da qualidade do meio aquático e a protecção da saúde pública e dos solos.

Quando entrou em vigor, este Decreto-Lei também era aplicado às águas de abastecimento para consumo humano, as quais estavam definidas no artigo 20º deste diploma. De acordo com este, as características de qualidade da água para consumo humano são: não pôr em risco a saúde, ser agradável ao paladar e à vista dos consumidores e não causar a deterioração das diferentes partes do sistema de abastecimento. Não é aplicável a:

- Águas minerais naturais;
- Águas de nascente;
- Águas utilizadas na recarga de lençóis freáticos;
- Águas que para usos específicos requeiram características de qualidade diferentes;
- Águas destinadas a fins terapêuticos;
- Águas de piscinas e de outros recintos com diversões aquáticas;
- Águas de bacias naturais ou artificiais utilizadas para a criação intensiva de peixes.

O Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, estabelece no artigo 5º o âmbito de aplicação das normas de qualidade para as águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, referidas nos artigos 6º e 7º. No artigo 8º são definidas as condições de aplicação dessas mesmas normas, nomeadamente os métodos de análise de referência e a frequência mínima de amostragem. Consoante a sua qualidade, as águas superficiais

destinadas à produção de água para consumo humano são classificadas em três níveis decrescentes de qualidade: A1, A2 e A3, de acordo com as normas de qualidade fixadas no Anexo I deste DL, a que correspondem processos distintos de tratamento, definidos no seu Anexo II e que são apresentados na Tabela 3, para as tornar aptas para consumo humano.

Tabela 3 - Esquemas de tratamento tipo das águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com a categoria de qualidade apresentada

Esquemas de tratamento tipo	
Categorias de qualidade	A1 Tratamento físico e desinfecção
	A2 Tratamento físico, químico e desinfecção
	A3 Tratamento físico, químico, de afinação e desinfecção

Fonte: Adaptado do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Por outro lado, o Anexo II do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, relaciona 46 parâmetros de qualidade (físicos, químicos e microbiológicos) com duas séries de valores – valor guia (valor máximo recomendado - VMR) e valor imperativo (valor máximo admissível - VMA) – que definem cada um dos três níveis de qualidade.

Em relação às águas destinadas ao consumo humano, posteriormente surge o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro, que pretendeu regular a qualidade da água destinada ao consumo humano, e revogou a secção III do Capítulo II do Decreto-Lei n.º 236/98, ou seja, a água de abastecimento para consumo humano. Nesta altura e ao abrigo deste Decreto-Lei houve a criação de uma autoridade competente, o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), responsável pela coordenação da implementação do diploma.

O Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro, por sua vez, foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto, o qual, está actualmente em vigor. Este Decreto-Lei resulta da transposição da Directiva 98/83/CE do Conselho de 3 de Novembro, após revisão do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 5 de Setembro e incorporação da Portaria n.º 1216/2003 de 16 de Outubro.

O Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, apresenta uma abordagem mais racionalizada para as zonas de abastecimento com volumes médios diários inferiores a 100 m³, nomeadamente no que respeita ao cálculo da frequência de amostragem, garante a desinfecção como processo de tratamento e apresenta uma definição para o programa de controlo operacional e respectiva implementação. A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (antigo IRAR), é a autoridade competente para a coordenação e fiscalização da aplicação do presente Decreto-Lei.

Este mesmo Decreto-Lei tem como objectivo regular a qualidade da água destinada ao consumo humano, protegendo a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação da água destinada ao consumo humano, assegurando a sua salubridade e limpeza, não sendo aplicável a:

- Águas minerais naturais abrangidas pelo disposto na legislação em vigor sobre a matéria;
- Águas de nascente abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 156/98 de 6 de Junho, excepto os valores paramétricos estabelecidos no anexo I do presente Decreto-Lei para os parâmetros fixados pela entidade licenciadora;
- Águas que são produtos medicinais, na definição dada a medicamento pela alínea e) do n.º 1 do artigo 3º do Decreto-Lei n.º 176/2006, de 30 de Agosto;
- Águas destinadas à produção de água para consumo humano, abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Segundo este diploma, define-se como água destinada ao consumo humano:

- Toda a água no seu estado original, ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar, à preparação de alimentos, à higiene pessoal ou a outros fins domésticos, independentemente da sua origem e de ser fornecida a partir de uma rede de distribuição, de um camião ou navio-cisterna, em garrafas ou outros recipientes, com ou sem fins comerciais;
- Toda a água utilizada numa empresa da indústria alimentar para o fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos ou substâncias destinadas ao consumo humano, assim como a utilizada na limpeza de superfícies, objectos e materiais que podem estar em contacto com os alimentos, excepto quando a utilização dessa água não afecta a salubridade do género alimentício na sua forma acabada.

Assim, a qualidade da água para consumo humano é a característica dada pelo conjunto de valores de parâmetros microbiológicos e físico-químicos fixados no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

Segundo Soromanho-Marques (2010), uma grande política nacional em matéria hídrica deverá começar por uma gestão articulada e prudente do recurso, no sentido do seu uso eficiente. Desde 1999 que Portugal possui um Programa de Acção Nacional contra o processo de desertificação. Conta, desde 2001, com um excelente PNUEA que integra 87 medidas que se destinam a toda a população portuguesa, e a todos os usos da água (urbano, agrícola e industrial). Está dotado, desde 2002, com uma visão integrada para a política da água, no âmbito do Plano Nacional da Água. Possui, desde o final de 2005, uma nova Lei-Quadro da Água, onde se espelham as orientações estratégicas da Directiva-Quadro de 2000. Também para protecção e correcto aproveitamento das águas subterrâneas conta com o quadro normativo da Directiva 2006/118/CE. Pelo exposto, não faltam instrumentos legais e documentos de orientação pragmática para melhorar a situação do país. O problema, como ocorre em muitas outras esferas da realidade portuguesa, é o défice de implementação de programas e estratégias.

1.4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

A crescente preocupação relativamente às reservas de água doce do nosso planeta tem impulsionado a necessidade de tornar mais eficiente o uso da água, a todos os níveis. Em Portugal, a necessidade de um uso eficiente da água foi reconhecida com prioridade nacional, através da publicação da Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30/6, a qual aprova o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA).

De facto, países como França, Itália, Espanha e Portugal estarão em risco de ter um stress hídrico igual ou superior a 40%, pelo menos em parte do seu território. Numa perspectiva de sustentabilidade, a medida prioritária a adoptar é, naturalmente, aumentar a eficiência no uso da água, reduzindo os consumos. Em Portugal, estima-se que as ineficiências totais no uso da água, nos diversos sectores, totalizem 3100×10^6 m³/ano, representando

aproximadamente 0,64% do Produto Interno Bruto português, sendo cerca de metade deste valor atribuído a ineficiências no abastecimento urbano (sistemas públicos e prediais).

Face a este cenário, torna-se evidente que é urgente repensar o uso da água no ciclo predial e implementar novos paradigmas, tendo sido proposto, como base para essa actuação, uma adaptação do conhecido Princípio dos 3R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), enunciado para os resíduos no 5ª Programa de Acção em Matéria de Ambiente da União Europeia. Neste contexto pode considerar-se um Princípio assente em 5R's (Silva-Afonso, 2008):

1. Reduzir os consumos, passa pela adopção de produtos ou dispositivos eficientes, sem prejuízo de outras medidas de carácter não técnico. É talvez a actuação mais importante ao nível da eficiência nos edifícios;
2. Reduzir as perdas e os desperdícios, pode envolver intervenções como, por exemplo, controlo das perdas em dispositivos ou a instalação de circuitos de circulação de água quente sanitária. Esta medida tem, em geral, resultados mais relevantes ao nível de redes públicas;
3. Reutilizar as águas cinzentas, considerando uma utilização “em série”;
4. Reciclar a água, reintroduzindo a água no início do circuito (após o seu devido tratamento);
5. Recurso a origens de água alternativas à água da rede pode envolver o aproveitamento de águas pluviais, de águas freáticas ou mesmo águas salgadas.

Os 5R's enunciados configuram, portanto, o quadro geral em que se devem basear as políticas de uso sustentável da água.

Numa sistematização deste princípio ao nível específico dos edifícios, podem considerar-se intervenções a dois níveis essenciais: económico e técnico. Na verdade, a redução dos consumos, embora possa ser feita também pelas vias económica (preço da água) e sociológica (educação ambiental), é essencialmente garantida pela via técnica, ou seja, através da eficiência dos produtos (autoclismos, torneiras, chuveiros, máquinas de lavar, entre outros).

Pode assim afirmar-se que o primeiro passo visando o uso sustentável da água nos edifícios deve passar pela “eficiência hídrica dos produtos”. Em Portugal, as iniciativas neste âmbito têm o mérito da ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), que lançou, a partir de 2008, um sistema de certificação hídrica dos dispositivos de

utilização prediais (autoclismos, chuveiros, entre outros), ao qual está associado uma rotulagem de eficiência hídrica (Figura 5).

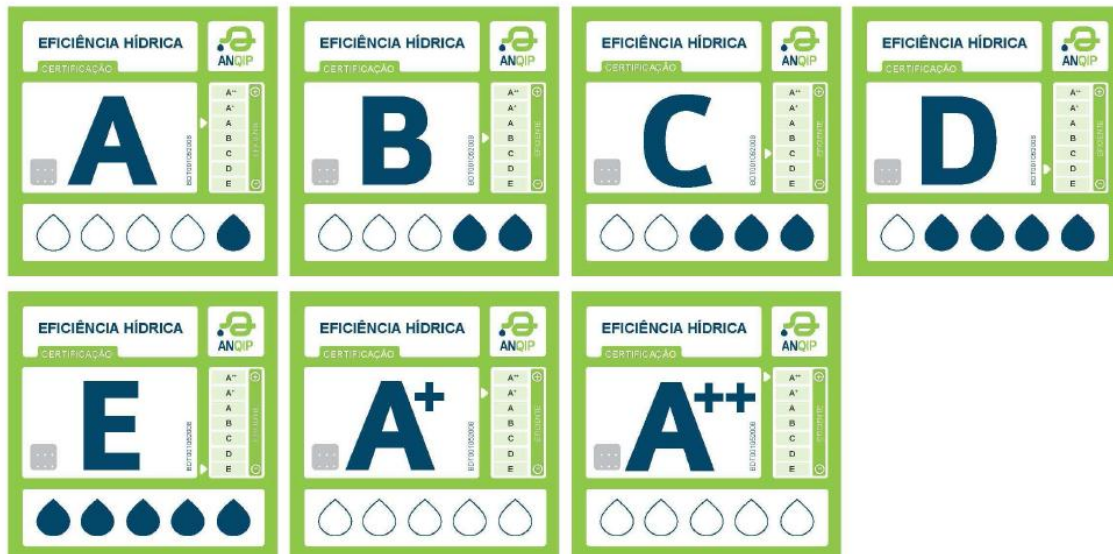


Figura 5 - Rótulos de Eficiência Hídrica adoptados em Portugal

Fonte: Silva-Afonso, 2008.

Esta intervenção conjugada, ao nível dos edifícios, com intervenções ao nível da reutilização, da reciclagem e do recurso a fontes alternativas (como a água da chuva ou águas freáticas, entre outras), configura então o nível mais alargado de “eficiência hídrica dos edifícios”, de acordo com a Figura 6 (Silva-Afonso, 2008).

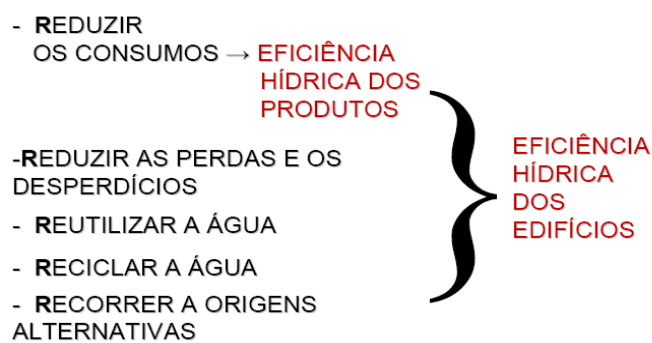


Figura 6 - Eficiência Hídrica dos Edifícios

Fonte: Silva-Afonso, 2008.

Na Figura 7 apresenta-se um modelo, utilizado na Austrália, que hierarquiza as medidas de eficiência hídrica.

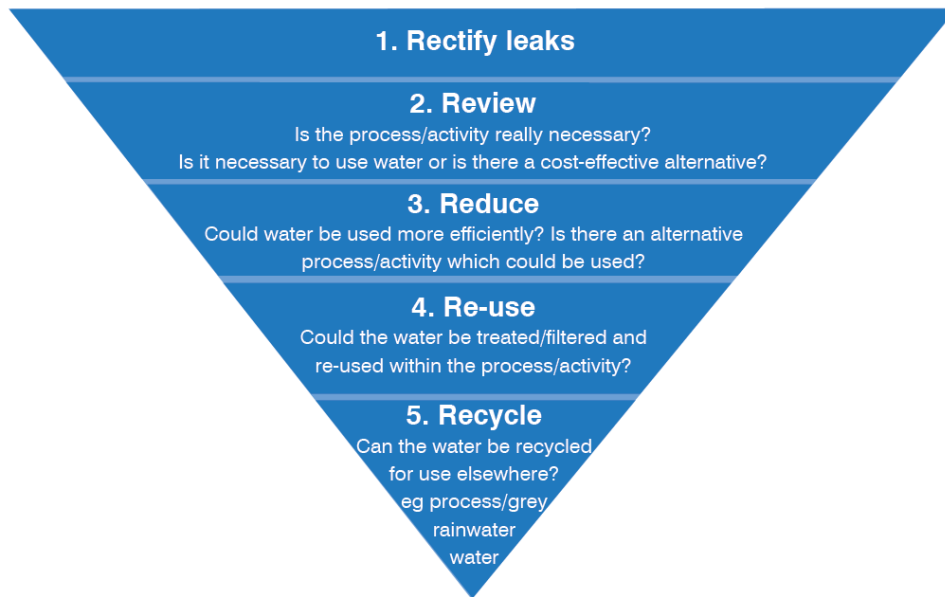


Figura 7 - Hierarquia das medidas de Eficiência Hídrica

Fonte: Department of the Environment and Heritage – Australian Government, 2006, p.6.

Relativamente ao 5.º R do Princípio Hídrico enunciado (recurso a origens alternativas de água), algumas práticas conservacionistas têm vindo a tomar uma importância cada vez maior por todo o Mundo. Estas práticas consistem numa melhor gestão do uso da água, apostando na utilização de fontes alternativas desta (Figura 8) e na redução dos volumes captados.

Water	Source	Quality	Treatment required	Potential use
Drinking mains water	Reticulated (piped) water distribution	High quality	None	All
Roof runoff	From roof during rain, generally stored in rainwater tank	Medium/High quality	Low treatment. Sedimentation can occur inside rainwater tanks. Some filtration may be required	Toilet flushing, irrigation, laundries, hot water system, cooling tower make-up water, fire water, cleaning
Stormwater runoff	Catchment runoff, including impervious areas like roads and pavements	Medium quality	Moderate treatment needed to remove litter and reduce sediment and nutrient loading	Toilet flushing, irrigation, laundries, hot water system, cooling tower make-up water, fire water, cleaning
Groundwater	Pumped from underground via a bore	Depends on quality. Typically need to reduce the salt load	Variable Treatment. Depends on quality.	Depends on quality of water. Typically used for toilet flushing, irrigation, laundries, hot water system, cooling tower make-up water, fire water and cleaning
Condensate	Air conditioning systems	High quality	None	All
Greywater	Shower, bath, bathroom basins, laundry water including basin and washing machine	Low quality – high organic loading and highly variable depending on how it was used	High level of treatment.	Toilet flushing, irrigation, laundries, cooling tower make-up water, fire water, cleaning
Blackwater	Kitchen, toilet and bidet water	Lowest quality – high levels of pathogens and organics	Very High (Advanced) treatment and disinfection required	Toilet flushing and/or irrigation

Please note: Before potential uses become actual uses, consult with an expert for advice on the design and operation of an alternative water supply system. Check with Environment Protection Authority (EPA) Victoria and the Department of Human Services for advice on regulations and requirements before making a decision on which source to use.

Figura 8 - Possíveis Fontes alternativas de Água

Fonte: Yarra Valley Water, s/d, p.1.

A água, mesmo que disponível, pode ter níveis de qualidade não adequados às utilizações, o que implica que as medidas visando um “uso sustentável da água” não podem reduzir-se às preocupações de quantidade, mas devem integrar também uma abordagem adequada no que se refere às questões de qualidade. No caso particular dos edifícios, dado que existem diferentes usos da água aos quais podem corresponder diferentes requisitos de qualidade, torna-se evidente que existem oportunidades para utilizar, de forma adequada, diferentes origens (Silva-Afonso, 2008).

Antes de serem utilizadas fontes alternativas de água nos edifícios, é importante avaliar a qualidade e a quantidade de água que conseguimos obter através dessas fontes. Isso vai

permitir definir os usos potenciais dessa água e a necessidade ou não de ser sujeita a tratamento (Silva-Afonso, 2008). A selecção de água a recuperar requer um estudo específico, de forma a garantir a qualidade exigida para o fim desejado. Independentemente do fim específico a que se destina, a reutilização de água está sempre associado a um controlo físico, químico e microbiológico. Desta forma, é importante monitorizar a qualidade na fonte geradora, o tratamento a aplicar, se necessário, e a fiabilidade dos sistemas de distribuição, por forma a garantir a qualidade requerida em cada utilização (Yarra Valley Water, s/d).

1.5. DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA ÁGUA

O binómio Água e Saúde, cada vez mais, deve ser encarado de uma forma holística, envolvendo as questões de saúde e a avaliação dos riscos associados ao consumo de água, a problemática das origens da água, dos pontos de vista da qualidade e quantidade (uso eficiente da mesma), e a elaboração dos planos de segurança da água (levantamento dos pontos críticos nos sistemas) (Rodrigues *et al.*, 2009).

As doenças transmitidas ao homem através da água são denominadas de doenças de veiculação hídrica, pois a água serve de meio de transporte a agentes patogénicos, como os eliminados pelo o Homem ou animais, através dos seus dejectos, ou a poluentes químicos e radioactivos, como os existentes nos esgotos industriais. Os riscos para a saúde podem ser divididos em duas grandes categorias (Rodrigues *et al.*, 2009):

1. Riscos directos:

- pela presença de agentes biológicos adversos/patogénicos, que entram em contacto com o organismo humano por ingestão ou outras vias, por exemplo através de vectores (por exemplo, insectos);
- pela presença de substâncias poluentes químicas ou radioactivas, sobretudo resultantes do lançamento de resíduos industriais, sólidos e líquidos.

2. Riscos indirectos:

- relacionados com a deterioração das características estéticas da água (organolépticas) como, por exemplo: cor (relacionada com a existência e a quantidade de partículas em dissolução); turvação (relacionada com a existência e a quantidade de partículas em

suspensão); gosto e cheiro (como no caso de tratamentos com produtos químicos, ou devido à presença de algas);

- relacionados com os problemas que podem surgir em sistemas de abastecimento e tratamento de águas, nomeadamente: obstrução de canalizações, redes de distribuição e estações de tratamento (devido a sedimentos biológicos e moluscos) e perturbação dos processos de filtração da água (devido a algas).

As doenças transmitidas pela água podem ser classificadas com base no agente causal, como por exemplo o tipo de microrganismo causador da doença infecciosa, permitindo compreender a etiologia da infecção (OMS, 2003). No entanto, uma forma mais eficaz de apoiar a tomada de decisão é categorizar os microrganismos patogénicos/doenças em relação à sua via de transmissão. Neste sentido, Bradley (1977, citado por OMS 2003) sugere uma classificação em quatro categorias principais, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação de doenças relacionadas com a água em função do agente causal

Grupo	Descrição	Exemplos/Agente etiológico
I- Doenças transmitidas pela água (Water-borne diseases)	Provocadas pela ingestão de água contaminada.	Diarreias e disenterias - Cólera/ <i>V.cholerae</i> - Salmonelose/ <i>Salmonella</i> spp. Febres entéricas - Febre tifóide/ <i>Salmonella</i> tphi Hepatite A/vírus A da Hepatite Ascariase/ <i>Ascris lumbricoides</i>
II – Doenças relacionadas com uma higiene pessoal deficitária (water-washeed diseases)	Causadas pela utilização de uma quantidade insuficiente de água na higiene pessoal.	Escabiose/ <i>Sarcoptes scabie</i> Tracoma/ <i>Clamydia trachonatis</i>
III – Doenças causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água (Water-based diseases)	Ocorre a partir do contacto do Homem com a água onde o agente patogénico desenvolve parte do seu ciclo de vida	Esquistossomose/ <i>Shistossoma mansoni</i>
IV – Transmissão por insecto vector com ciclo de vida na água (water-related diseases)	Ocorre quando o agente entra em contacto com o Homem através da picada do insecto	Dengue/vírus do dengue Vector: <i>Aedes aegypt</i> Malária/ <i>Plamodium</i> sp. Vector: <i>Anopheles</i> sp. Filariose/ <i>Wucheria bancrofti</i> Vector: <i>Culex</i> spp.

Fonte: Adaptado OMS, 2003, p.10.

Esta classificação é particularmente importante porque ao explicitar as vias de transmissão de infecções relacionadas com a água, permite direccionar as medidas de controlo das mesmas (OMS, 2003).

Seguidamente, na Tabela 5, apresenta-se exemplos de doenças transmitidas pela água, o respectivo agente e forma de contágio.

Tabela 5 - Doenças transmitidas pela água, respectivo agente e forma de contágio.

Doença	Agente causador	Forma de contágio
Amebíase ou disenteria amebiana	Protozoário <i>Entamoeba histolytica</i>	Ingestão de água ou alimentos contaminados por cistos
Ascariíase ou lombriga	Nematóide <i>Ascaris lumbricoides</i>	Ingestão de água ou alimentos contaminados por ovos
Ancilostomose	Ovo de <i>Necator americanus</i> e do <i>Ancylostoma duodenale</i>	A larva penetra na pele (pés descalços) ou ovos pelas mãos sujas em contato com a boca
Cólera	Bactéria <i>Vibrio cholerae</i>	Ingestão de água contaminada
Disenteria bacilar	Bactéria <i>Shigellasp</i>	Ingestão de água, leite e alimentos contaminados
Esquistossomose	Asquelminto <i>Schistosoma mansoni</i>	Ingestão de água contaminada, através da pele
Febre amarela	Vírus <i>Flavivirus</i> sp	Picada do mosquito <i>Aedes aegypti</i>
Febre paratífóide	Bactérias <i>Salmonella paratyphi</i> , <i>S. schottmuelleri</i> e <i>S. hirshjedi</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados, e moscas também podem transmitir
Febre tifóide	Bactéria <i>Salmonella typhi</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados
Hepatite A	Vírus da Hepatite A	Ingestão de alimentos contaminados, contato fecal-oral
Malária	Protozoário <i>Plasmodium</i> ssp	Picada da fêmea do mosquito <i>Anopheles</i> sp
Peste bubônica	Bactéria <i>Yersinia pestis</i>	Picada de pulgas
Poliomielite	Vírus <i>Enterovirus</i>	Contato fecal-oral, falta de higiene
Salmonelose	Bactéria <i>Salmonella</i> sp	Animais domésticos ou silvestres infectados
Teníase ou solitária	Platelminto <i>Taenia solium</i> e <i>Taenia saginata</i>	Ingestão de carne de porco e gado infectados

Fonte: Lança, s/d.

Relativamente aos agentes microbiológicos responsáveis pelo desenvolvimento de doenças há a considerar que estes variam em função de vários factores como o aumento de populações de pessoas e animais, o incremento do uso de águas residuais, as variações nos hábitos de uma população ou das intervenções médicas, as migrações e viagens da população, e as pressões selectivas que favorecem o aparecimento de agentes patogénicos novos ou mutantes, ou de recombinações dos agentes patogénicos existentes. Também existe variabilidade considerável na imunidade das pessoas, previamente adquirida por contacto com um agente patogénico ou determinada por factores como a idade, sexo, estado de saúde e estilo de vida (OMS, 2011a).

Os riscos para a saúde relacionados com a água de consumo, considerados mais comuns e graves, são as doenças infecciosas causadas por agentes patogénicos como vírus, protozoários e helmintos (OMS, 2011a).

A qualidade da água de consumo não depende unicamente da contaminação fecal. Alguns microrganismos proliferam nas redes de distribuição de água (por exemplo, *Legionella*), enquanto que outros se encontram na origem das águas (o dracúnculo, *Dracunculus medinensis*), podendo originar epidemias ou casos isolados de doença. Em relação a outros microrganismos (como por exemplo, as cianobactérias tóxicas) devem adotar-se medidas de gestão adequadas (OMS, 2011a).

Certas doenças graves são provocadas pela inalação de gotículas de água (aerossóis) (Figura 9) nas quais os microrganismos causadores da doença podem multiplicar-se sem haver nutrientes e a uma temperatura quente. São exemplos de tais doenças as legioneloses, causadas por *Legionella* spp., e as doenças causadas pela ameba *Naegleria fowleri* (meningoencefalite amebiana) e por *Acanthamoeba* spp. (meningite amebiana, infecções pulmonares). A esquistossomose (bilharzíase) é uma importante doença parasitária das regiões tropicais e subtropicais que se transmite pela penetração na pele da larva do parasita (cercária), libertada por caracóis aquáticos infectados. Transmite-se principalmente por contacto com a água (OMS, 2011a).

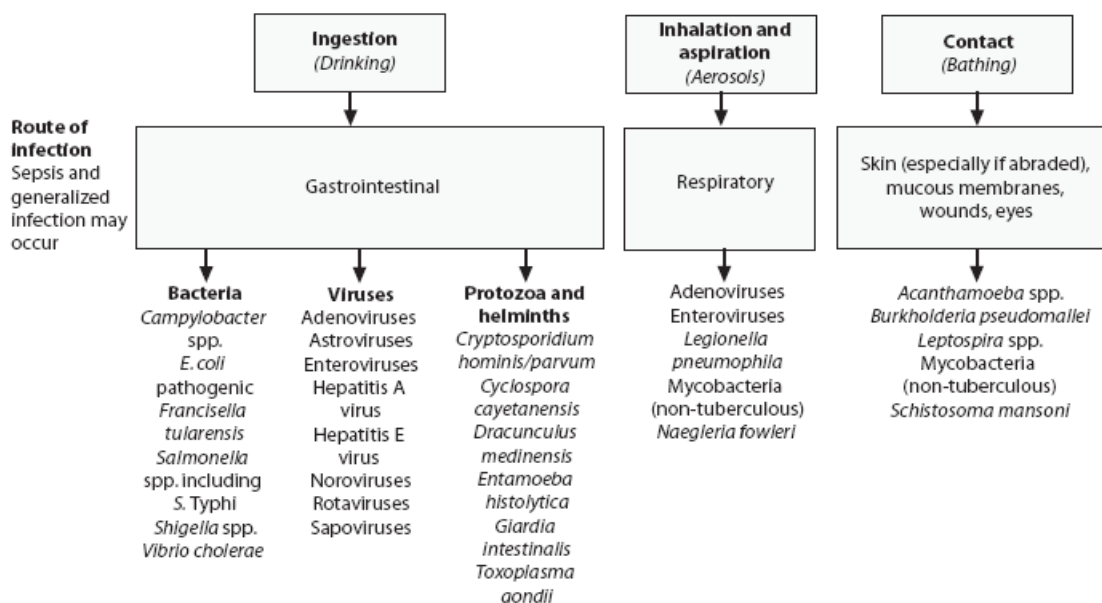


Figura 9 - Vias de Transmissão e exemplos de Agentes Patogénicos relacionados com a Água
Fonte: OMS, 2011a, p. 123.

A água sem qualidade para consumo humano, contaminada com terra ou fezes, pode actuar como veículo de outras infecções parasitárias como a balantidíase (*Balantidium coli*) e determinados helmintos (espécies dos géneros *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma* e *Strongyloides*, e a espécie *Taenia solium*). Não obstante, na maioria destas espécies o modo de transmissão mais comum não é a ingestão de água contaminada, mas a ingestão dos ovos presentes em alimentos contaminados com fezes ou com terra contaminada com fezes, no caso da *Taenia solium*, a ingestão de cisticercos pelo consumo de carne de porco crua (OMS, 2011a).

Outros agentes patogénicos que se encontram de forma natural no meio ambiente podem causar doença a pessoas imunocomprometidas, como os idosos, crianças, pacientes com queimaduras ou feridas extensas, pessoas submetidas a terapêutica imunossupressora ou com deficiência no seu sistema imunitária, como por exemplo, o Síndrome da Imunodeficiência adquirida. Se a água que estas pessoas bebem ou usam para a higiene pessoal se apresentar contaminada com quantidade suficiente destes microrganismos, pode ser causadora de diversas infecções cutâneas e das mucosas (olhos, ouvidos, nariz e garganta). São exemplos de agentes patogénicos deste tipo a espécie *Pseudomonas aeruginosa* e espécies dos géneros *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Aeromonas*, assim como determinadas micobactérias (não tuberculosas) de crescimento lento (OMS, 2011a).

Os agentes patogénicos para o ser humano estão distribuídos por todo o mundo. Não obstante, alguns, como os que causam epidemias de cólera ou dracunculose, são endémicos em determinadas regiões (OMS, 2011a).

Apesar dos agentes patogénicos típicos transmitidos pela água serem capazes de sobreviver na água de consumo, a maioria não cresce nem prolifera na água. Microrganismos como *E. coli* e *Campylobacter* podem acumular-se nos seus sedimentos e serem transportados com o aumento do caudal de água (OMS, 2011a).

Depois de deixar o organismo do seu hospedeiro, a viabilidade e capacidade infecciosa da maioria dos agentes patogénicos diminui gradualmente. O seu número diminui normalmente de forma exponencial, e decorrido certo tempo, deixa de ser possível detectar

a sua presença. Os agentes patogénicos com baixa resistência necessitam encontrar rapidamente novos hospedeiros, sendo mais provável a sua transmissão por contacto de pessoa a pessoa, ou devido a práticas de higiene pessoal deficientes, do que através da água de consumo. São vários os factores que influenciam a permanência dos agentes patogénicos na água, tendo a temperatura especial destaque. O número de microrganismos diminui habitualmente com maior rapidez a temperaturas mais altas e a taxa de diminuição pode ser potenciada pelos efeitos letais da radiação ultra violeta (UV) da luz solar que incide na superfície da água (OMS, 2011a).

Os vírus e as formas latentes dos parasitas (cistos e oocistos) não conseguem permanecer na água. Contrariamente, a presença de quantidades relativamente altas de carbono orgânico biodegradável, temperaturas quentes e concentrações baixas de cloro, podem permitir a proliferação de *Legionella*, *V. cholerae*, *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba* e outros microrganismos em algumas águas superficiais e sistemas de distribuição de água (OMS, 2011a).

A qualidade microbiológica da água pode variar rapidamente e em grande medida. Podem ocorrer aumentos repentinos na concentração de agentes patogénicos que conseqüentemente, aumentam consideravelmente o risco de doença e inclusive poderão desencadear surtos de doenças transmitidas pela água. As epidemias provocadas por doenças transmitidas pela água podem afectar inúmeras pessoas, daí a importância da realização de um eficaz controlo de qualidade da água de consumo. Considerando as taxas de morbilidade neste contexto, como um indicador da qualidade da água, pode considerar-se como objectivo adicional do controlo de qualidade da água de consumo a redução da morbilidade por doenças transmitidas pela água em toda a população (OMS, 2011a).

Alguns dos agentes patogénicos, cuja transmissão através da água de consumo contaminada é conhecida, produzem doenças graves e em determinadas situações, podem ser mortais. Algumas destas doenças são, a título de exemplo, a febre tifóide, a cólera, a hepatite infecciosa (causada pelo vírus da hepatite A e o da hepatite E) e as doenças causadas por *Shigella spp.* e *E. coli*. Outras doenças conduzem a situações menos graves, como diarreia com recuperação rápida. (por exemplo, norovírus e *Cryptosporidium*) (OMS, 2011a).

Segundo a OMS (2011a) a exposição a agentes patogénicos não produz os mesmos efeitos em todas as pessoas, nem em todas as populações. Graças à imunidade adquirida, a exposição repetida a um agente patogénico pode conduzir a uma menor probabilidade de ocorrer doença ou a uma menor gravidade da doença ocorrida. A imunidade perante alguns agentes patogénicos (por exemplo, o vírus da hepatite A) dura toda a vida, enquanto que noutros casos (por exemplo, *Campylobacter*) podem durar apenas meses ou anos. Por outro lado, os grupos populacionais vulneráveis (por exemplo, crianças, idosos, grávidas e pessoas imunocomprometidas) são mais susceptíveis a adoecer ou de contrair uma doença mais grave, inclusive mortal. Nem todos os agentes patogénicos produzem efeitos graves em todos os grupos populacionais vulneráveis. Algumas pessoas infectadas não contraem a doença sintomática. A proporção de indivíduos infectados que é assintomática (incluindo os portadores) é diferente para cada agente patogénico e também varia em função das características demográficas, como a prevalência de imunidade. Os portadores e as pessoas com infecções assintomáticas, assim como aquelas que ainda não desenvolveram os sintomas, podem contribuir para a propagação secundária de agentes patogénicos.

Os riscos para a saúde associados aos contaminantes químicos presentes na água de consumo humano são distintos dos associados à contaminação microbiológica, e devem-se principalmente à capacidade dos componentes químicos produzirem efeitos adversos sobre a saúde, após períodos de exposição prolongados. Poucos contaminantes químicos da água originam problemas de saúde após uma exposição única (este têm portanto efeito cumulativo), com excepção do caso de haver uma contaminação massiva acidental de uma fonte de abastecimento de água, mas nesse caso, geralmente, a água torna-se inadequada para consumo, devido ao seu gosto, odor ou aspecto sem aceitabilidade (OMS, 2011a).

A exposição, em concentrações elevadas de flúor de origem natural, pode provocar manchas nos dentes (fluorose dentária), e nos casos mais graves, fluorose óssea incapacitante. Igualmente, uma exposição excessiva ao arsénio representa um risco significativo de desenvolvimento de cancro e lesões cutâneas. Outras substâncias de origem natural, como o urânio e o selénio, podem originar problemas de saúde quando presentes na água em concentrações excessivas (OMS, 2011a).

A presença de nitritos e nitratos na água em grandes quantidades, o que se verifica principalmente em poços, fossas, terrenos de cultura intensamente tratados com adubos

nítricos, podem originar acidentes de cianose, por metahemoglobinemia, que são de reocar sobretudo nos lactantes e crianças de pouca idade. A intoxicação é produzida pelos nitritos, mas os nitratos podem ser completamente reduzidos a nitritos no estômago e no intestino delgado. Na criança, a redução é mais rápida por acloridria gástrica fisiológica e consequentemente a absorção faz-se mais rápido. Os sintomas tóxicos compreendem: dor epigástrica, diarreia, convulsões da face, pulso irregular, dificuldade de respiração, arrefecimento das extremidades, cianose (Ferreira, 1990). A presença de nitratos pode dever-se a uma aplicação excessiva de fertilizantes ou da infiltração de águas residuais ou outros resíduos orgânicos às águas superficiais ou subterrâneas (OMS, 2011a).

Sobretudo em zonas com águas corrosivas ou ácidas, a utilização de tubagens e acessórios em chumbo pode originar concentrações elevadas de chumbo na água de consumo, que ocasionam efeitos neurológicos adversos (OMS, 2011a).

Do exposto, é exaltada a importância de serem fixados valores de referência² para muitos dos contaminantes químicos da água de consumo humano (OMS, 2011a).

Na Tabela 6 apresenta-se, de forma resumida, os principais perigos biológicos e químicos associados à água, os seus efeitos na saúde humana, e as respectivas vias de exposição.

² Valor de referência – representa a concentração de um componente que não ocasiona nenhum risco significativo para a saúde quando consumido durante toda a vida (OMS, 2011).

Tabela 6 - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Bactéria				
<i>Acinetobacter</i>	Variable, depending on type of infection	Nosocomial infections, including urinary tract infections, pneumonia, bacteraemia, secondary meningitis and wound infections. Diseases are predisposed by factors such as malignancy, burns, major surgery and weakened immune systems, particularly in neonates and elderly people.	Free-living organisms that grow in distribution systems. Conditions such as low flows that promote biofilms are likely to support growth. Exposure through contact or inhalation of aerosols.	Cultures from cases and isolation from implicated water.
<i>Campylobacter</i>	1–10 days (usually 2–4 days)	Abdominal pain, diarrhoea (with or without blood or faecal leukocytes), vomiting, chills and fever. The infection is self-limited and resolves in 3–7 days. Relapses may occur in 5–10% of untreated patients. Other less common clinical manifestations of <i>C. jejuni</i> infections include reactive arthritis and meningitis. Several reports have associated <i>C. jejuni</i> infection with Guillain-Barré syndrome, an acute demyelinating disease of the peripheral nerves.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Exposure through ingestion of faecally contaminated water.	Cultures from stools and isolation from implicated water.
<i>Escherichia coli</i> (enteroinvasive or enterotoxigenic)	10–12 hours seen in outbreaks up to 24–72 hours	Profuse watery diarrhoea without blood or mucus; abdominal cramping and vomiting.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies.	Demonstration of <i>E. coli</i> isolates from stools that are enterotoxigenic or enterohaemorrhagic.
<i>E. coli</i> O157:H7 (enterohaemorrhagic)	2–10 days with a median of 3–4 days	Bloody or non-bloody diarrhoea, severe abdominal cramps and occasional vomiting, fever infrequent. Between 2% and 7% of cases can develop the potentially fatal haemolytic uraemic syndrome, which is characterized by acute renal failure and haemolytic anaemia. Children younger than five years are at most risk of developing haemolytic uraemic syndrome.	Exposure through ingestion of faecally contaminated water.	Demonstration of <i>E. coli</i> of same serotype in implicated water and stools in persons.
<i>Klebsiella</i> and other Gram-negative bacteria (<i>Serratia marcescens</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Burkholderia cepacia</i> , <i>Enterobacter</i>)	Variable depending on organism and type of infection	<i>Klebsiella</i> spp. and other Gram-negative bacteria can cause invasive infections in hospitals, involving the bloodstream, urinary tract, respiratory tract, eyes and wounds. On rare occasions, <i>Klebsiella</i> spp., notably <i>K. pneumoniae</i> and <i>K. oxytoca</i> , may cause serious infections, such as destructive pneumonia. Patients at highest risk are those with impaired immune systems, such as the elderly or very young, patients with burns or excessive wounds, those undergoing immunosuppressive therapy, or those with HIV infection.	Free-living organisms that grow in distribution systems. Conditions such as low flows that promote biofilms are likely to support growth. Exposure through contact or inhalation of aerosols.	Cultures from cases and isolation from implicated water.

Tabela 6 (continuação) - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Bacteria continued				
<i>Legionella</i> spp.	2–10 days (usually 5–6 days) 5 hours to 3 days (usually 1–2 days)	Legionellosis (pneumonic illness). Fever, non-productive cough, headache, abdominal pain, nausea, diarrhoea, respiratory failure. Pontiac fever is a milder, self-limiting disease with a high attack rate and an onset (five hours to three days) and symptoms similar to those of influenza: fever, headache, nausea, vomiting, aching muscles and coughing.	Free-living organisms that grow in water between 25 °C and 50 °C. Growth promoted by low flows and development of biofilms. Sources include: • cooling towers, evaporative condensers; • domestic hot-water systems that include sections that operate between 25 °C and 50 °C; • humidifiers; • hot tubs and spas; • dental water lines at a temperature above 25 °C; • ice machines; • other water sources, including stagnant water in fire sprinkler systems that contain water between 25 °C and 50 °C. Exposure through inhalation of aerosols or aspiration.	Identification of urinary antigen, serum antibodies or <i>Legionella</i> from the case. Isolation of <i>Legionella</i> from implicated water matching the type found in the case.
Non-tuberculous or atypical <i>Mycobacterium</i> spp. (<i>M. gordonae</i> , <i>M. kansasii</i> , <i>M. marinum</i> , <i>M. xenopi</i> , <i>M. scrofulaceum</i> , <i>M. avium</i> , <i>M. chelonae</i> , <i>M. intracellulare</i> and <i>M. fortuitum</i>)	1 week to 2 months	Atypical <i>Mycobacterium</i> spp. can cause a range of diseases involving the skeleton, lymph nodes, skin and soft tissues, as well as the respiratory, gastrointestinal and genitourinary tracts. Manifestations include pulmonary disease, Buruli ulcer, osteomyelitis and septic arthritis.	High densities can form in biofilms on the insides of pipes and taps. Nontuberculous <i>Mycobacterium</i> can colonize, survive, persist, grow and multiply in tapwater. Sources include distribution systems, hot- and coldwater taps, ice machines, heated nebulizers, hot tubs, footbaths and showerhead sprays. Multiple routes of transmission, including ingestion, inhalation and contact.	Cultures from cases and isolation from implicated water.

Tabela 6 (continuação) - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Bacteria continued				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ranges from 8 hours to 5 days, depending on type of infection	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> can cause a range of infections, but rarely causes serious illness in healthy individuals without some predisposing factor. It predominantly colonizes damaged sites such as burn and surgical wounds, the respiratory tract of people with underlying disease, and physically damaged eyes. From these sites, it may invade the body, causing destructive lesions or septicaemia and meningitis. Cystic fibrosis and immunocompromised patients are prone to colonization with <i>P. aeruginosa</i> , which may lead to serious progressive pulmonary infections. Water-related folliculitis and ear infections are associated with warm, moist environments such as swimming pools and hot tubs. Diseases are predisposed by factors such as malignancy, burns, major surgery and weakened immune systems, and groups such as the elderly or neonates are particularly at risk.	Common environmental organism with growth promoted by conditions that support biofilm development (low flows or stagnant water). Commonly associated with poorly maintained and disinfected hot tubs, whirlpools, swimming pools or saunas. Multiple routes of transmission, including ingestion, inhalation and contact.	Isolation of <i>P. aeruginosa</i> from cases and implicated water or demonstration of presence by specific immunodiagnostic test (e.g. direct fluorescent antigen) or by PCR.
<i>Salmonella</i>	6– 72 hours (usually 12 – 36 hours)	Diarrhoea lasting three to five days accompanied by fever and abdominal pain. Usually the disease is self-limiting. Other less common manifestations include reactive arthritis, endocarditis, meningitis, pericarditis, pyoderma or pyelonephritis.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies.	Cultures from cases and isolation from implicated water.
<i>Salmonella Typhi</i>	3 to more than 60 days (usually 8–14 days)	Insidious onset of fever, headache, malaise, constipation or diarrhoea, anorexia.	Exposure through ingestion of faecally contaminated water.	Cultures from cases and isolation from implicated water.
<i>Shigella</i>	12 hours to 1 week (usually 1–3 days)	Abdominal cramps, fever and watery diarrhoea occur early in the disease. All species can produce severe disease, but illness due to <i>S. sonnei</i> is usually relatively mild and self-limiting. In the case of <i>S. dysenteriae</i> , clinical manifestations may proceed to an ulceration process, with bloody diarrhoea and high concentrations of neutrophils in the stool. The production of Shiga toxin plays an important role in this outcome.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Exposure through ingestion of faecally contaminated water.	Cultures from cases and isolation from implicated water.
<i>Vibrio cholerae</i> 01 or 0139	A few hours to 5 days (usually 2–3 days)	The initial symptoms of cholera are an increase in peristalsis followed by loose, watery and mucus-flecked “rice-water” stools that may cause a patient to lose as much as 10–15 litres of liquid per day. Non-toxigenic strains of <i>V. cholerae</i> can cause self-limiting gastroenteritis, wound infections and bacteraemia.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Exposure through ingestion of faecally contaminated water.	Isolation of toxigenic <i>V. cholerae</i> 01 or <i>V. cholerae</i> 0139 from implicated water and from stool or vomit of ill persons, or significant rise (fourfold) in vibriocidal antibodies.

Tabela 6 (continuação) - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Viruses				
Adenoviruses	1–12 days, depending on illness	Adenoviruses cause a wide range of infections, including gastroenteritis, acute respiratory diseases, pneumonia, pharyngoconjunctival fever, cervicitis, urethritis, haemorrhagic cystitis, epidemic keratoconjunctivitis (“shipyard eye”), and pharyngoconjunctival fever (“swimming pool conjunctivitis”). Different serotypes are associated with specific illnesses; for example, types 40 and 41 are the main cause of enteric illness.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Multiple routes of exposure, including ingestion, inhalation or contact with faecally contaminated water.	Identification of virus in stools using culture-based methods. Identification using PCR, ELISA or latex agglutination. Identification in water using PCR or culturebased techniques.
Calicivirus <i>Norovirus</i> and <i>Sapovirus</i>	10–96 hours (usually 24–48 hours)	Nausea, vomiting and abdominal cramps. Usually about 40% of infected people present with diarrhoea; some have fever, chills, headache and muscular pain. Since some cases present with vomiting only and no diarrhoea, the condition is also known as “winter vomiting disease”.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Identification of virus in stools by PCR, ELISA or radioimmunoassay. Positive detection (electron microscopy) of virus in vomit or stool in ill people, or by serology. Identification in water using PCR.
Enteroviruses	12 hours to 35 days, depending on illness	The spectrum of diseases is broad and ranges from a mild febrile illness to myocarditis, meningoencephalitis, poliomyelitis, herpangina, hand-foot-and-mouth disease and neonatal multi-organ failure. The persistence of the viruses in chronic conditions such as polymyositis, dilated cardiomyopathy and chronic fatigue syndrome has been described.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion or inhalation of faecally contaminated water.	Identification of virus in stools using culture-based methods or PCR. Identification in water using culture-based methods or PCR.
Hepatitis A virus	15–50 days (median 28–30 days)	Severe damage to liver cells. In general, the severity of illness increases with age. The damage also results in the failure of the liver to remove bilirubin from the bloodstream, causing the typical symptoms of jaundice and dark urine. After a relatively long incubation, there is a characteristic sudden onset of illness, including symptoms such as fever, malaise, nausea, anorexia, abdominal discomfort and eventually jaundice. Although mortality is generally less than 1%, repair of the liver damage is a slow process that may keep patients incapacitated for six weeks or longer.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Positive anti-HAV IgM test, or liver function tests compatible with hepatitis in people who drank implicated water. Detection of HAV RNA in blood and stools. Identification in water using PCR.

Tabela 6 (continuação) - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Viruses continued				
Rotavirus	24–72 hours	Acute infection has an abrupt onset of severe watery diarrhoea with fever, abdominal pain and vomiting; dehydration and metabolic acidosis may develop, and the outcome may be fatal if not appropriately treated.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Identification of virus in stools by PCR, ELISA or latex agglutination. Positive detection (electron microscopy) of virus in vomit or stool in ill people, or serology. Identification in water using PCR.
Protozoa				
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	1–11 days (median 7 days)	Watery diarrhoea, abdominal cramping, weight loss, anorexia, myalgia and occasionally vomiting or fever. Relapsing illness often occurs.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Demonstration of <i>C. cayetanensis</i> in stools of two or more ill people.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	1–12 days (median 7 days)	<i>Cryptosporidium</i> generally causes a self-limiting diarrhoea, sometimes including nausea, vomiting and fever, which usually resolves within a week in normally healthy people, but can last for a month or more.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Isolation of <i>C. parvum</i> oocysts from implicated water and from stools, or identification in intestinal fluid or small bowel biopsy specimen, or demonstration of <i>C. parvum</i> antigen in stools by a specific immunodiagnostic test (e.g. ELISA).
<i>Entamoeba histolytica</i>	A few days to several months or more (commonly 2–4 weeks)	About 10% of infected people present with dysentery or colitis. Symptoms of amoebic dysentery include diarrhoea with cramping, lower abdominal pain, low-grade fever and the presence of blood and mucus in the stool. The ulcers produced by the invasion of the trophozoites may deepen into the classic flask-shaped ulcers of amoebic colitis. <i>Entamoeba histolytica</i> may invade other parts of the body, such as the liver, lungs and brain, sometimes with fatal outcome.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Isolation of <i>E. histolytica</i> from stools of ill people, or demonstration of <i>E. histolytica</i> trophozoite in tissue biopsy, culture or histopathology.

Tabela 6 (continuação) - Perigos Biológicos e Químicos associados ao Abastecimento de Água.

Etiologic agent	Incubation period	Clinical symptoms	Source of exposure	Confirmation of waterborne disease
Protozoa continued				
<i>Giardia lamblia</i>	3 to more than 25 days (median 7–10 days)	Symptoms generally include diarrhoea and abdominal cramps; however, in severe cases, malabsorption deficiencies in the small intestine may be present, mostly among young children. Giardiasis is self-limiting in most cases, but it may be chronic in some patients, lasting more than one year, even in otherwise healthy people.	Contamination caused by ingress of faecal contamination through faults in treatment or distribution of water supplies. Ingestion of faecally contaminated water.	Isolation of <i>G. lamblia</i> cysts from implicated water, or isolation of <i>G. lamblia</i> from stools of ill people, or demonstration of <i>G. lamblia</i> trophozoite in duodenal fluid or small bowel biopsy, or demonstration of <i>G. lamblia</i> antigen by specific immunodiagnostic test (e.g. DFA).
Chemicals				
Heavy metals (e.g. copper, lead, nickel and cadmium nickel)	Acute: <1 hour (5 min – 8 hours)	Range of chemical symptoms depending on the metal. Initial acute symptoms may include gastroenteritis (e.g. copper), but broader symptoms range from neurological impacts to kidney damage and cancer.	Ingestion of water containing excessive concentrations due to leaching associated with corrosion or stagnant water.	Demonstration of concentrations of metals in water exceeding guideline values.
Nitrite (e.g. in boiler treatment fluid)	1–2 hours	Methaemoglobinemia, nausea, vomiting, cyanosis, headache, dizziness, dyspnoea, trembling, weakness, loss of consciousness.	Ingestion of water contaminated by backflow or cross-connection of devices such as boilers to drinking-water supplies.	Demonstration of concentrations of nitrites in water exceeding guideline values.
Organic chemicals (e.g. benzo(a)pyrene, styrene, vinyl chloride)	Chronic, many years	Most likely symptom is cancer from long-term exposure.	Ingestion of water contaminated by inappropriate materials used in plumbing.	Demonstration of concentrations in water exceeding guideline values.
Water treatment chemicals (e.g. chlorine)	Acute (chlorine)	Substantial tastes and odours.	Ingestion of water containing excessive concentrations of chlorine.	Demonstration of concentrations in water exceeding guideline values.

DFA, direct fluorescent antigen; ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay; HAV, hepatitis A virus; HIV, human immunodeficiency virus; IgM, immunoglobulin M; PCR, polymerase chain reaction; RNA, ribonucleic acid.

Fonte: Adaptado OMS, 2011, p. 73-88

2. APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

2.1. NOTAS HISTÓRICAS

A utilização da água da chuva nas edificações é uma prática antiga que perdeu alicerces aquando da implementação dos sistemas públicos de abastecimento, entretanto actualmente a sua utilização voltou a ser uma realidade fazendo parte da gestão moderna de grandes cidades e de países desenvolvidos (Bertolo & Simões, 2008).

Existem relatos de construção de cisternas de armazenamento de águas pluviais, com 80.000 m³, datados de 527 – 565 a.C., em Istambul na Turquia. Na ilha de Creta existem reservatórios, escavados em rochas, com mais de 5.000 anos. Reservatórios deste género também foram encontrados na fortaleza de Masade (Israel), Península de Iucatã (México) e Monturque-Roma (Itália). Estes exemplos têm perdurado ao longo dos séculos e, nos dias que correm, existem vários projectos por todo o mundo que visam o aproveitamento das águas pluviais (Bertolo & Simões, 2008).

No decorrer do III Fórum Mundial da Água, ocorrido em 2004 na cidade de Kyoto – Japão, especialistas da ONU (Organização para a Nações Unidas) invocaram o exemplo chinês, cujo Governo construiu tanques de armazenamento, de água da chuva, que fornecem água potável a cerca de 15 milhões de pessoas e auxiliam na rega de plantações (Oliveira, 2009).

Em 2007 foi terminada a construção de um projecto, que consistia na captação de águas da chuva, desenvolvido no Complexo Star City em Seul - Coreia. Em 12 meses foram colectados cerca de 40.000 m³, correspondente a 67% da precipitação total local, que para além de baixar o consumo de água da rede pública dos residentes, este projecto serviu para reduzir significativamente o risco de inundação local (Oliveira, 2009).

Vários países europeus e asiáticos utilizam amplamente a água da chuva nas residências, pois sabe-se que a mesma possui qualidade compatível com usos importantes como a descarga de vasos sanitários, a lavagem de roupas, calçadas, carros e a rega de jardins.

Inclusive, a água da chuva é ainda hoje para populações da Jordânia ou das ilhas Virgens, a única fonte de água doce (Bertolo & Simões, 2008).

Em Portugal encontramos uma série de exemplos de aproveitamento de água da chuva. Não podemos, no entanto, estabelecer uma data que nos permita identificar essa prática, mas podemos dizer que as cisternas que eram construídas nos edifícios (castelos, conventos) resultam das influências árabes e romanas que a península Ibérica sofreu no passado. Os castelos, erguidos em sítios estratégicos e muitas vezes altos, não tinham forma de serem abastecidos de água. Daí que a única solução seria recolher a água da chuva para a(s) cisterna(s). Apresenta-se como exemplos: Castelo de Sesimbra, Torre de Belém e Convento dos Templários em Tomar (Bertolo & Simões, 2008).

2.2. A PLUVIOSIDADE EM PORTUGAL

A precipitação é um processo hidrológico com uma dinâmica não linear, caracterizado por extrema variabilidade manifestada num largo espectro de escalas temporais e espaciais. Esta variabilidade envolve um grande intervalo dinâmico, o que nalguns casos pode conduzir a situações de catástrofe, tanto relacionadas com cheias como com secas (Lima, 2006). Traduz-se na queda de água, no estado sólido ou líquido, na superfície terrestre (ANQIP, 2009).

Portugal Continental possui um clima mediterrânico, habitualmente sem períodos de pluviosidade excessiva ao longo do ano, mas esta situação tem-se vindo a alterar nos últimos anos. Naturalmente, as regiões do interior são as mais afectadas pela seca, e as regiões do litoral pelos períodos de chuva intensa (Bertolo & Simões, 2008).

A Norte, na zona das serras de Arga e Peneda/Gerês, chove em média mais de 2000mm anuais, 300 dias por ano enquanto no Sul, na zona de Sagres e no Vale do Guadiana, chovem em média cerca de 300mm anuais, 30 ou 40 dias por ano. Em qualquer dos casos com grandes variações de ano para ano (Abecassis, 1999). O Litoral Centro caracteriza-se por um clima de carácter marítimo com precipitação elevada em Dezembro e Janeiro e com dois meses secos (Julho e Agosto) (Sousa & Silva, 2006).

Seguidamente, na Figura 10, apresenta-se o Mapa de precipitação total anual de Portugal Continental (1959/60 a 1990/91).

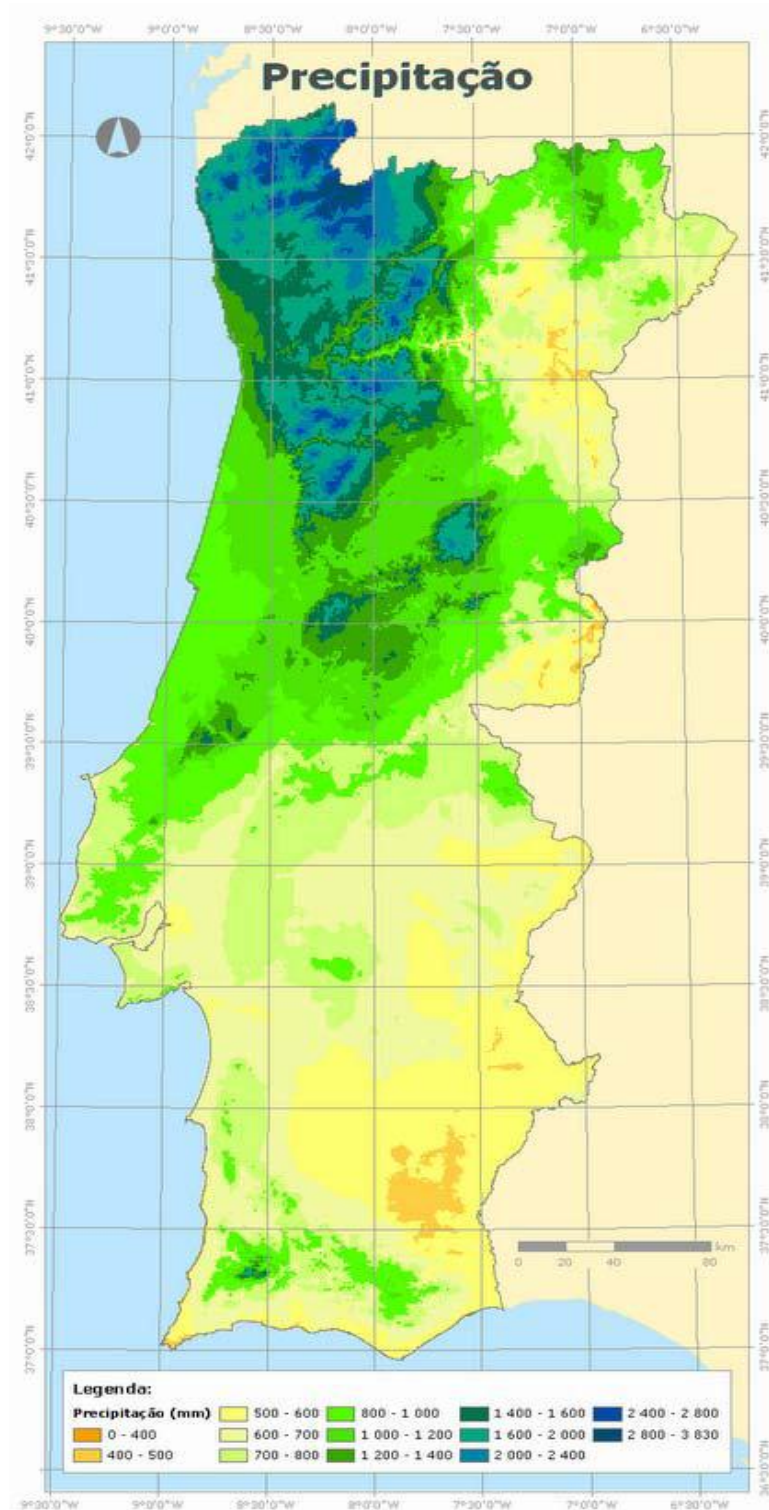


Figura 10 - Mapa de precipitação total anual de Portugal Continental (1959/60 a 1990/91).

Fonte: Bertolo & Simões, 2008, p.20.

Segundo Abecassis (1999) estima-se que a precipitação média anual na Terra seja de $0,520 \times 10^5 \text{ m}^3$ (520 milhões de hm^3) da qual 80% cai nos oceanos e 20% cai em terra. Embora várias teorias tendem demonstrar a existência de ciclos temporais mais ou menos longos na ocorrência de precipitações nada está cientificamente provado sobre isso. Em termos de distribuição espacial das chuvas e face à sua irregularidade também não se pode ir mais longe do que efectuar algumas afirmações sobre as suas principais tendências. Assim, por exemplo:

- a) para uma dada região a pluviosidade tende a crescer com a altitude até cerca de 2000 a 3000 metros.
- b) as vertentes viradas aos ventos que carregam as chuvas são mais húmidas que as vertentes protegidas destes ventos.
- c) Sendo todos os parâmetros iguais, tende a chover mais junto ao mar do que no interior (as massas de ar vão perdendo humidade à medida que avançam nos continentes).

Para Oliveira (2009), a variabilidade dos índices de precipitação devem-se fundamentalmente a dois vectores: latitude e relevo. A latitude determina a duração anual do efeito que as depressões, ocorrentes no Atlântico, exercem sobre o país provocando a precipitação. O relevo, através da altitude e da exposição aos ventos húmidos, comanda a intensidade da precipitação.

O regime de precipitação em Portugal tem um comportamento muito irregular quer em termos temporais quer em termos espaciais. A variação intra-anual é devida à circulação geral das massas de ar na região da Península Ibérica e a distribuição espacial é explicada com base nos factores climáticos regionais e globais, como a latitude, influências oceânicas e continentais (Sousa & Silva, 2006).

No entanto, o aproveitamento da água da chuva será de interesse quer nas zonas de seca como nas de pluviosidade intensa – nas primeiras, principalmente pela sua vertente de economia de água, e nas segundas, para além da economia de água, pelo efeito de redução da quantidade de água descarregada no sistema de drenagem urbana (Bertolo & Simões, 2008).

2.3. QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, a água incorpora em si diversas impurezas, as quais definem sua qualidade. A origem das massas de ar que provocam precipitação é um aspecto importante na qualidade da água da chuva pois existem mecanismos de deposição húmida de alguns poluentes que contaminam a água da chuva. Cerca de 80% de água das chuvas está associada a massas de ar com origem no oceano Atlântico que prevalecem no Inverno e menos de 5% é resultante de massas transportadas de regiões poluídas na Europa (Sousa & Silva, 2006).

Não existe água pura na natureza, a não ser as moléculas de água presentes na atmosfera na forma de vapor. Assim que ocorre a condensação, começam a ser dissolvidos na água, por exemplo, os gases atmosféricos (Oliveira, 2009). Os diversos componentes presentes na água, que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade de água (Oliveira, 2009). As principais características da água podem ser expressas como:

- a) Características físicas: associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água.
- b) Características químicas: podem ser interpretadas por meio de uma das duas classificações - matéria orgânica ou inorgânica.
- c) Características biológicas: os seres, vivos ou mortos, presentes na água; geralmente associadas aos microrganismos.

Em regiões próximas aos oceanos existe uma maior probabilidade de encontrar sódio, potássio, magnésio e cloro na água da chuva. Nas zonas costeiras, a principal fonte de substâncias dissolvidas na água da chuva é o “spray” marinho. A fracção de partículas primárias do “spray” marinho é maioritariamente constituída por cloreto de sódio e alguns sulfatos. Este é gerado por processos de formação de bolhas na superfície do oceano e pela rebentação das ondas nas áreas costeiras (Lima, 2007). Estes processos são favorecidos pela acção do vento. Os aerossóis marinhos são, assim, uma significativa fonte de sais e iões para a atmosfera, tais como Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} . O rebentamento das ondas liberta para a atmosfera pequenas gotículas de água, ocorrendo precipitação dos sais nelas

contidos durante a sua evaporação, pelo que, no litoral, a composição da precipitação é semelhante à composição da água do mar (Figura 11).

À medida que a distância ao litoral aumenta, diminui a concentração dos elementos derivados do “spray” marinho (Lima, 2007).

Ion	‰ by weight	
Chloride, Cl ⁻	18.980	} Negative ions (anions) total = 21.861‰
Sulphate, SO ₄ ²⁻	2.649	
Bicarbonate, * HCO ₃ ⁻	0.140	
Bromide, Br ⁻	0.065	
Borate, H ₂ BO ₃ ⁻	0.026	
Fluoride, F ⁻	0.001	
Sodium, Na ⁺	10.556	} Positive ions (cations) total = 12.621‰
Magnesium, Mg ²⁺	1.272	
Calcium, Ca ²⁺	0.400	
Potassium, K ⁺	0.380	
Strontium, Sr ²⁺	0.013	
Overall total salinity	34.482‰	

* Includes carbonate, CO₃²⁻.

Figura 11- Composição Química média da Água do Mar.

Fonte: Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, (s/d).

Em regiões com grandes áreas não pavimentadas, ou seja, grandes áreas de terra provavelmente estarão presentes na água da chuva partículas de origem terrestre como a sílica, o alumínio e o ferro. Além disso, alguns elementos podem aparecer como consequência de emissões biológicas como o azoto, o carbono e o enxofre em virtude de degradação de matéria orgânica por bactérias (Oliveira, 2009).

Regiões agrícolas podem ter o inconveniente da água da chuva carregar os aerossóis de agrotóxicos e pesticidas lançados nas plantações. Em contrapartida, regiões densamente urbanizadas e industrializadas apresentam na sua atmosfera compostos poluentes como os óxidos de enxofre e de azoto, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, partículas entre outros, os quais sofrem transformações, são dispersos pelos ventos em grandes quilómetros de distância e são incorporados aquando da precipitação da chuva (Oliveira, 2009).

O Sódio, Potássio, Cálcio e o Magnésio são os cations mais abundantes na água da chuva. Os sais de Amónia e Nitrato não são emitidos em quantidades significativas, mas resultam da conversão na atmosfera dos óxidos de azoto (NO_x) e amónia (NH₃). Existe uma

variação sazonal para a deposição de alguns iões (cloreto, sulfato, amoníaco), com um máximo de deposição durante o Inverno e o mínimo durante o Verão. Os nitratos têm um comportamento diferente, com um decréscimo de concentrações no Outono (Sousa & Silva, 2006).

A natureza da água da chuva não poluída é ácida devido à dissolução do dióxido de carbono (CO_2), apresentando normalmente um pH de 5.6. Com a emissão de poluentes para a atmosfera (queima de combustíveis e processos biológicos) e com as transformações químicas que têm lugar na atmosfera, existe uma tendência para o aumento da acidez da água da chuva. O nível de acidez da água da chuva é dependente da história da massa de ar, sendo cerca de 10 vezes maior que a média com eventos da chuva associados com as massas de ar provenientes dos países industrializados da Europa e transportados sobre o oceano. Contudo, como em Portugal constitui uma pequena fracção no total da deposição húmida os valores médios de pH situam-se entre 4.6 e 5.4, variando com a localização geográfica e a origem das massas de ar mas não sazonalmente (Sousa & Silva, 2006).

Em áreas industriais, devido à maior concentração de partículas no ar, a água da chuva deverá apresentar maior turvação e maior concentração de sólidos suspensos. As partículas incluem poeiras e fuligem, suspensas na atmosfera, que são arrastadas com a precipitação.

Tomaz (2003, citado por Bertolo & Simões 2008) defende que a qualidade da água da chuva pode ser encarada em quatro etapas:

- 1) Antes de atingir o solo;
- 2) Após atingir e escorrer pelo telhado ou outra superfície e recolha;
- 3) Dentro do reservatório;
- 4) No ponto de utilização.

Antes de atingir o solo, os principais elementos que podem estar presentes na água de chuva são gases presentes na atmosfera, tais como dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogénio (NO_x), provenientes de fontes de poluição atmosférica, e elementos tais como sódio, potássio e cloro, nas proximidades dos oceanos e elementos de origem terrestre. No entanto, após atingir e escoar pelo solo ou pela superfície de captação, a água da chuva pode ser contaminada com matéria orgânica, sólidos e microrganismos, vindo a sua qualidade deteriorada. Alguns exemplos de contaminantes são: fezes de aves, poeiras,

folhas, revestimento do telhado, tintas, entre outros (Tomaz, 2003 citado por Bertolo & Simões 2008).

Após o contacto com o telhado, a qualidade da água sofre degradação devido à deposição seca de poluentes (metais e orgânicos) principalmente nas zonas urbanas, zonas industriais e estradas com um grande volume de tráfego rodoviário (Sousa & Silva, 2006).

Outro factor importante é o tipo de material que efectua a colecta: superfícies metálicas (ferro galvanizado, aço revestido a zinco/alumínio, cobre, zinco e chumbo), telhas terracota, telhas de betão, telhados de plástico ou membranas polímeras. Nas áreas próximas do mar há maior contaminação nos telhados metálicos pois o sal deposita-se e devido à humidade do ar provoca corrosão e contaminação da água. Para além disso, a inclinação é também um factor importante pois quanto menor for esta, menor é a velocidade de escoamento, aumentando o tempo de contacto que possibilita uma maior dissolução de contaminantes. Pode ainda ocorrer a deposição de material orgânico como folhas, frutos, sementes e plantas, principalmente em telhados com árvores adjacentes, que aumentam o teor de sólidos suspensos da água. Para além disto, os pássaros e outros pequenos animais (ratos) podem depositar matéria fecal que aumenta o número de bactérias, de agentes patogénicos e também de nutrientes. Os telhados com estruturas que possam servir como poiso para os pássaros, como por exemplo antenas, são mais susceptíveis de conterem matéria fecal depositada (Sousa & Silva, 2006).

Em geral, a concentração dos contaminantes na água escoada pelo telhado decresce exponencialmente ao longo do período de precipitação. Durante um período de precipitação intensa esta variação não é afectada pelo tipo de telhado mas para precipitações de fraca intensidade o fluxo de poluentes proveniente de telhados com superfície rugosa diminui porque ficam acumulados no telhado. Também a duração do período seco antecedente à pluviosidade afecta a qualidade da água pois quanto mais longo este for, maior é a deposição seca no telhado que vai ser lavada pela primeira chuvada e consequentemente maior é a concentração de contaminantes. Isto é facilmente perceptível na medição dos sólidos, turbidez, condutividade e chumbo mas não se verifica em relação ao pH, coliformes fecais, zinco e nitrato. Outro facto importante é a exposição ao vento dominante que aumenta a deposição de partículas (Sousa & Silva, 2006).

Segundo Sousa e Silva (2008), a água recolhida é tipicamente mais alcalina que a chuva (pH entre 5,4 e 7,2) no caso de telhados que contêm cimento, por conter CaCO_3 . Para além disto, o pH pode também aumentar devido à deposição de partículas de solo alcalino resultantes da erosão pelo vento. A concentração de sólidos suspensos e a turbidez da água da chuva é baixa mas após a sua captação pode apresentar concentrações elevadas ($2-117 \text{ g/m}^3$) principalmente na primeira descarga. Este facto, varia com o tipo de telhado sendo a deposição seca mais significativa para telhados de betão e de fibrocimento. Uma superfície rugosa tem menos sólidos na primeira descarga.

Igualmente, a condutividade da água recolhida é maior que a da chuva, principalmente na primeira chuvada, devido à dissolução inicial dos aerossóis depositados seguida da contínua dissolução do material do telhado. Este parâmetro é maior na água recolhida no caso dos telhados de fibrocimento (5 a 10 vezes superior à da chuva) e para os constituídos por telha de betão e folha de zinco (ambas 1 a 5 vezes superior à da chuva) (Sousa & Silva, 2006).

A água recolhida do telhado apresenta ainda concentrações de metais como cobre, chumbo e zinco da ordem dos $0,01$ a $1,0 \text{ g/m}^3$ (Tabela 7). Em geral, o material de composição do telhado é o principal factor para a presença de metais havendo também alguma contribuição por parte da deposição seca e húmida. Por exemplo, para o mesmo tipo de telhado a concentração é maior em zonas urbanas e industriais do que em zonas rurais (Sousa & Silva, 2006)

Relativamente ao tipo de telhado, os de ferro galvanizado têm maior concentração de zinco, os de cobre têm maior concentração de cobre e os com telha com pintura/acabamento da superfície apresentam concentrações muito baixas (Tabela 7). As concentrações também dependem da idade do telhado, intensidade da chuvada e inclinação do telhado. As superfícies novas desprendem menos quantidades de metais e uma menor velocidade de escoamento aumenta as concentrações. Os metais encontram-se em duas fases distintas, dissolvida e particulada, apresentando perfis de concentração diferentes. A concentração total e particulada dos metais indicam um efeito de primeira descarga com um decréscimo exponencial ao longo da chuvada. A concentração da fracção dissolvida apresenta um decréscimo menor em telhados metálicos devido à contínua dissolução de metais presentes

no telhado para a água da chuva. Durante a primeira descarga domina a fracção particulada e após esse período predomina a fracção dissolvida (Sousa & Silva, 2006).

Tabela 7 - Concentrações médias de Metais para cada tipo de Telhado em mg/m³

Tipo de Telhado	Cádmio	Cobre	Chumbo	Zinco
Poliéster	0,24	534	20	79
Telha de betão/cimento de amianto	0,14	11	46	100
Telha/Tinta	0,40	304	41	49
Gravilha	0,11	7	2,0	62
Zinco/Metal galvanizado	1,2	20	58	3 500
Metal galvanizado pintado	---	---	---	1 300
Outro metal	---	890	13	1 980
Outro	0,65	16	24	495

Fonte: Sousa & Silva, 2006.

A concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos na água recolhida não difere significativamente da concentração na água da chuva. Esta concentração é mais elevada nos meses de Inverno devido às emissões locais das chaminés e depende também de outras fontes: deposição atmosférica, emissões rodoviárias e a dispersão destes no ambiente. A água recolhida também contém pesticidas, Dibenzodioxinas Policloradas e Dibenzofuranos Policlorados e compostos Organo-halogenados Adsorvíveis em pequenas concentrações. Estas concentrações são de 1 a 4 vezes superiores às encontradas na água da chuva e são devidas à dissolução de contaminantes acumulados nos telhados devido à deposição seca. Contudo, herbicidas que são usados nos telhados (em membranas isolantes de telhados betuminosos) podem ser arrastados pela água da chuva e serem encontrados na água recolhida com concentrações de 0,03 a 3,6 µg.L⁻¹. A presença de bactérias e patogénicos na água recolhida no telhado é uma questão muito importante em termos de saúde pública no caso da sua utilização para consumo humano. Os telhados com vegetação têm maior contaminação de coliformes e os que se situam em zonas industriais, mesmo sem vegetação, possuem também um número elevado de bactérias (Tabela 8) (Sousa & Silva, 2006).

Tabela 8 - Caracterização típica da Água da Chuva

Parâmetro	Níveis Típicos Água Recolhida	Qualidade de água para consumo humano	
		VLR	VLA
pH	6,7	6,5-8,5	9,5
Sólidos Suspensos [g.m ⁻³]	29	Ausência	---
Cádmio [mg.m ⁻³]	0,26	---	5
Cobre [mg.m ⁻³]	25	3 000	---
Chumbo [mg.m ⁻³]	17,6	--	50 (em água corrente)
Zinco [mg.m ⁻³]	315	5	---
Coliformes Fecais [CF/100 ml]	2	---	0
<i>Enterococci</i> [CF/100 mL]	15	----	0

Fonte: Sousa & Silva, 2006.

É ainda recomendado a manutenção regular do telhado (Tabela 9):

- Após a pintura do telhado, a primeira água não deve entrar no sistema ou então que seja utilizada para fins sem ser para consumo;
- Os ramos das árvores sobre os telhados devem ser podados de modo a diminuir as folhas e dejectos de animais no telhado;
- Impedir o acesso de roedores ao telhado, pois podem introduzir bactérias patogénicas na água;
- Folhas e areias devem ser limpas do telhado e das caleiras pelo menos uma vez por mês (quanto maior for a limpeza, maior qualidade tem a água).

As caleiras podem ser fabricadas com diversos materiais, sendo as mais utilizadas as de PVC e as de chapa galvanizada. As de PVC são recomendadas pois não se deterioram tão facilmente como as de metal e por isso não contaminam a água armazenada. A sua instalação não deve contemplar a existência de zonas planas onde se possam depositar areias e estagnar a água pois permitem a reprodução dos mosquitos (Sousa & Silva, 2006).

Tabela 9 - Recomendações para a escolha do material para o Telhado

Tipo de Telhado	Recomendações
Ferro galvanizado a zinco	O zinco é pouco tóxico para os humanos
Chumbo	Não recomendado: envenenamento
Pintado	Pode libertar substâncias tóxicas Recomendada: Tinta acrílica Não Recomendada: Tinta contendo chumbo, crómio, base alcatrão/betuminosas, fungicidas e outros tóxicos pois podem apresentar riscos à saúde humana e/ou provocar gosto desagradável na água
Cimento com Amianto	Não recomendado: cancerígeno

Fonte: Sousa & Silva, 2006.

Segundo Brunet (2001, citado por Sousa & Silva 2006), do ponto de vista microbiológico, o material ideal para a construção de telhados, para um melhor aproveitamento, é o metal, o qual se aquece muito quando exposto ao sol, fazendo com que os microrganismos não consigam sobreviver.

No entanto, segundo Nogueira (2007, citado por Sousa & Silva 2006), após o início da chuva, somente as primeiras águas carregam microrganismos e outros poluentes atmosféricos, sendo que normalmente após pouco tempo a mesma já adquire características de água destilada, que pode ser recolhida em reservatórios fechados. A maioria dos autores afirma que um volume inicial, ou *first flush*, concentra a maior carga de poluentes e microrganismos deve ser descartado.

Dentro do reservatório, a maior preocupação com a qualidade da água é relativa aos sólidos e microrganismos que porventura tenham sido carregados com a água da chuva (Tabela 10). A chuva pode levar materiais pesados que estão no ar ou na superfície de recolha, os quais se depositarão no fundo do reservatório, onde se forma uma pequena camada de lama (Tomaz 2003 citado por Sousa & Silva 2006).

Tabela 10 - Tipos de contaminantes habitualmente presentes nos sistemas de colecta da Água da Chuva.

Contaminante	Fonte	Risco de entrada no tanque de armazenamento
Poeira e Cinzas	Poeira e vegetação circundante Actividade vulcânica	Moderado: Pode ser minimizado pela manutenção regular do telhado e da caleira e uso de um descarregador da primeira chuva
Bactérias Patogénicas	Dejectos de pássaros e outros animais no telhado, Agregadas na poeira	Moderado: as bactérias podem estar agregadas nas poeiras ou nos dejectos animais no telhado. Pode ser minimizado através do uso de um descarregador da primeira chuva e uma boa manutenção do telhado e do reservatório
Metais Pesados	Poeira, principalmente nas áreas urbanas e industriais, material dos telhados	Baixo: Excepto emissões gasosas de actividade industrial metalúrgica e/ou chuva muito ácida
Outros Contaminantes Inorgânicos (ex. sal da brisa marítima)	Brisa Marítima, emissões gasosas de algumas indústrias, uso de materiais inadequados no telhado e/ou no reservatório	Baixo: Excepto muito perto do oceano ou emissões gasosas de actividade industrial em grande escala
Larvas de Mosquitos	Mosquitos que põem ovos nas caleiras e/ou no reservatório	Moderado: Se a entrada do reservatório possuir uma rede e se não houver orifícios, o risco é mínimo.

Fonte: Sousa & Silva, 2006.

Os microrganismos provenientes do telhado e das tubagens condutoras desenvolver-se-ão no reservatório, podendo colocar em risco aqueles que usarem a água de chuva para fins potáveis. Alguns cuidados devem ser tomados, tais como evitar a entrada de luz solar no reservatório devido ao crescimento de algas. A tampa deve ser hermeticamente fechada. Pelo menos uma vez por ano deve ser feita uma limpeza no reservatório, removendo-se a lama de fundo (Tomaz, 2003 citado por Sousa & Silva 2006).

O reservatório deve ser apropriado para armazenar o volume de água suficiente sem introduzir degradação na água colectada. Existem reservatórios de betão, plástico, metal e fibra de vidro. Os reservatórios de betão e de plástico permitem obter uma água com qualidade boa. Não é recomendado a utilização de reservatórios abertos para a colheita de água para beber pois os contaminantes entram com facilidade (folhas e poeira). É também importante que o próprio material constituinte do reservatório não introduza contaminantes e que não hajam substâncias remanescentes de armazenamentos anteriores, daí que não devam ser (re)utilizados recipientes que tenham armazenado óleo ou outros produtos químicos. O reservatório não deve permitir a entrada de luz para reduzir o crescimento de algas e da actividade biológica subsequente e por isso não é recomendado o uso de tanques de fibra de vidro nem de plástico claro. A torneira do reservatório deve ser protegida de animais que possam beber daí e o nível mínimo da água não deve ser muito baixo para não recolher os detritos acumulados no fundo (Sousa & Silva, 2006).

A limpeza do reservatório deve ser anual para manter a qualidade da água. Para higienizar o reservatório poderá ser usado cloro activo e acção mecânica. O reservatório deve ser completamente drenado e enxaguado com água antes de voltar a usar (Sousa & Silva, 2006).

Já nos pontos de uso, a exigência é que a água não forneça riscos de contaminação. Segundo May (2004, citado por Bertolo & Simões 2008) é importante fazer o planeamento da utilização do sistema de aproveitamento da água de chuva para verificar a quantidade de água que poderá ser captada e armazenada, para verificar a necessidade de tratamento da água de chuva. Certamente é preciso que a água captada seja devidamente armazenada, limpa e que garanta uma qualidade compatível com os usos previstos.

2.4. CONCEITOS E APLICAÇÕES DA ÁGUA DA CHUVA

O uso da água da chuva implica, em geral, um nível de investimento moderado, mas é uma boa alternativa pois possui uma qualidade satisfatória, permitindo uma maior longevidade dos componentes do sistema por ser uma água menos dura que a utilizada para consumo humano. Contudo, deve ser evitada a sua ingestão directa, com vista a minorar os riscos para a saúde humana (Silva-Afonso, 2008). Esta alternativa permite reduzir o consumo numa habitação doméstica quase na sua totalidade, dependendo da disponibilidade e volume de armazenamento, mas não permite reduzir as descargas de poluentes (Sousa & Silva, 2006).

Segundo May (2004, citado por Bertolo & Simões 2008), a utilização de água de chuva torna-se atraente nos seguintes casos:

- a) Áreas de precipitação elevada;
- b) Áreas com escassez de abastecimento;
- c) Áreas com alto custo de extracção de água subterrânea;
- d) Áreas com distribuição muito irregular das chuvas, com grandes períodos de estiagem.

Os principais benefícios da recolha e aproveitamento de água de chuva são (Bertolo & Simões, 2008):

- a) Economia de água proveniente dos sistemas de tratamento e distribuição destinada a usos não potáveis ou menos exigentes;
- b) Controle do escoamento superficial;
- c) Prevenção de enchentes;
- d) Conservação da água;
- e) Disponibilização da água para usos diversos em regiões com escassez de água;
- f) Conservação da água;
- g) Disponibilização da água para usos diversos em regiões com escassez de água.

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

- Descarga de bacias de retrete;
- Lavagem de roupas;
- Lavagem de pavimentos, automóveis, entre outros;
- Rega de zonas verdes;
- Usos industriais (torres de arrefecimento, redes de incêndio armadas, AVAC, entre outros).

No entanto, estes ainda suscitam muitas dúvidas, no meio técnico e científico, relativamente a algumas soluções teóricas, tornando-se por isso necessário (e prioritário) desenvolver investigação no âmbito das relações com a saúde pública e nos domínios técnicos da captação, do tratamento, da armazenagem, e da condução em sistemas prediais de algumas águas não potáveis ou de efluentes específicos. Para além de que a utilização da água da chuva, suscita discórdia em relação a algumas utilizações.

Nos SAAP realizados de acordo com Especificação Técnica ANQIP 0701, são salvaguardados os tratamentos básicos de filtração (no filtro de montante) e de sedimentação (na cisterna). Poderão ainda ocorrer na cisterna processos de precipitação e processos de decomposição biológica, com efeito geralmente favorável na qualidade da água (ANQIP, 2009). No caso da rega de zonas verdes e da lavagem de pavimentos, a utilização de água da chuva, observadas as presentes prescrições técnicas de instalação, pode não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou bacteriológico (ANQIP, 2009).

A utilização de água da chuva sem tratamento em descargas de autoclismo, apenas deve ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da legislação nacional e das Directivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Directiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12). No entanto, não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado. No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção, recomenda-se que o cloro residual livre se situe entre 0,2 e 0,6 mg/l (ANQIP, 2009).

A lavagem de roupas com água da chuva sem tratamento específico apenas deve ser considerada quando a temperatura da água de lavagem atingir, no mínimo, 55°C. Para esta utilização, deve ser prevista a aplicação de um microfiltro com malha mínima de 100 µm. Estes filtros devem ter manutenção adequada. Nos usos industriais, os tratamentos eventualmente necessários deverão ser analisados caso a caso (ANQIP, 2009).

Segundo Sousa & Silva (2006), a utilização da água da chuva para a descarga do autoclismo, máquina de lavar roupa e para lavar louça, não aumenta a exposição dos utilizadores a substâncias perigosas desde que seja desinfectada (Tabela 11).

Tabela 11 - Risco de exposição a microrganismos durante a utilização da chuva.

Utilização	Risco Associado
Autoclismo	Probabilidade baixa de os microrganismos escaparem em aerossóis Enteropatogénicos provenientes da fezes são mais significativos que os da água usada na descarga
Máquina de Lavar-roupa	Roupas não apresentam maior carga microbiológica do que se fossem lavadas com água da rede de abastecimento
Irrigação do jardim	Possível se houver formação de aerossóis (no caso da utilização de um sistema de rega de sprinkler's)

Fonte: Sousa & Silva, 2006.

A água da chuva é pouco mineralizada e por isso tem vantagens na utilização em máquinas de lavar louça, permitindo reduzir a necessidade de sal para regeneração e de silicato para protecção do vidro. O uso da água para consumo humano ou para a higiene pessoal não é o mais aconselhado devido ao risco de contaminação. O risco pode ser controlado com a

utilização de um sistema de recolha e armazenamento adequado e a sua monitorização e manutenção regular.

Actualmente, a maior parte da água que é utilizada em usos domésticos é proveniente da rede pública de abastecimento e apresenta qualidade para consumo humano ao abrigo do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. No entanto, segundo estudos realizados na Alemanha, cerca de metade do consumo de água de um edifício, dependendo do tipo de utilização, pode ser substituído por água proveniente da chuva, no caso de uma habitação falamos em cerca de 46%. O potencial de utilização desta água é elevado, conforme se mostra na Figura 12 (Bertolo & Simões, 2008).

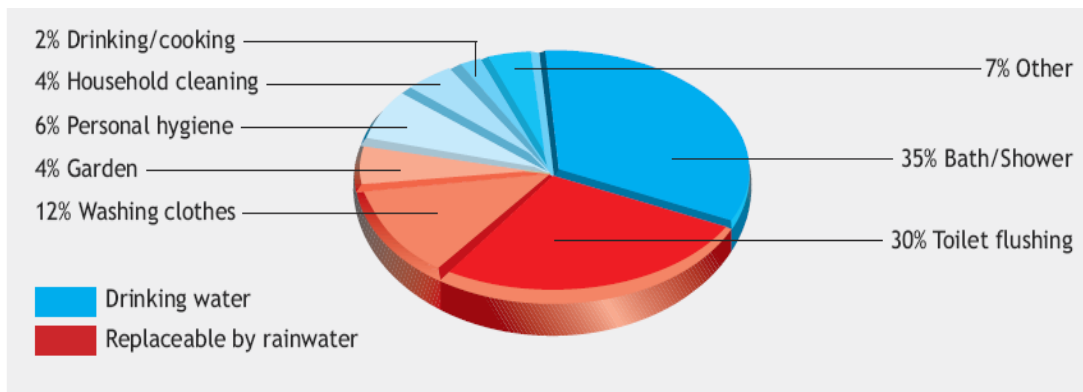


Figura 12 - Distribuição dos consumos de uma habitação comum.

Fonte: Alumasc, 2009, p.6.

A água da chuva pode ser aproveitada por exemplo para a lavagem de sanitários, estima-se em termos médios que este consumo seja da ordem dos 20 l/hab/dia dentro da habitação. Outras utilizações habitualmente consideradas são a lavagem de roupa (12 l/hab/dia), serviços de limpeza (4 l/hab/dia), lavagem de automóveis, entre outras (4 l/hab/dia em conjunto). Adicionando a utilização em sanitas obtém-se um valor médio de 40 l/hab/dia (Bertolo & Simões, 2008)

Desta forma, admitindo apenas a utilização da água da chuva para fins menos nobres descritas anteriormente, atinge-se em termos médios um valor de 45 l/hab/dia (Bertolo & Simões, 2008).

No entanto, alguns autores defendem a utilização da água das chuvas para produção de água quente (consumo actual de cerca de 40 l/hab/dia), havendo exemplos do seu

aproveitamento em países como a Austrália. Admite-se que o aquecimento da água melhora a sua aptidão para esses usos. Dos 40 l/hab/dia de água quente, admite-se que cerca de 20 l/hab/dia se possam utilizar em banhos. Assim, admitindo a utilização da água da chuva para fins menos nobres e para banhos, atinge-se em termos médios um valor de 65 l/hab/dia (Bertolo & Simões, 2008). É importante ter presente que com equipamentos tradicionais os valores dos consumos médios admitidos seriam substancialmente maiores.

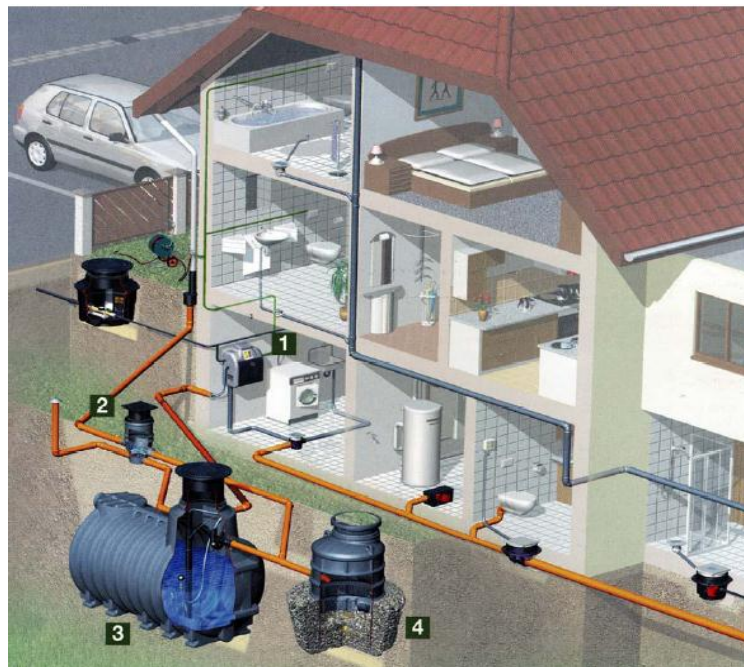
Assim, e corroborando um princípio enunciado no ponto IV da Carta Europeia da Água, proclamada em Estrasburgo a 6 de Maio de 1968, a qualidade da água deve ser mantida a níveis adaptados à utilização a que está prevista, nunca negligenciando as exigências em termos da saúde pública e segurança do utilizador (Soromanho-Marques, 2010).

3. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento da água da chuva é realizado através de um sistema - Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) - que consiste na captação, filtragem, armazenamento e distribuição da água que é recolhida nos telhados das edificações (Bertolo & Simões, 2008). Inclui normalmente, as seguintes etapas:

1. Captação, que pode ser feita na cobertura dos edifícios e garagens, terraços, pátios, entre outros;
2. Rejeição das primeiras águas em cada chuvada (*first-flush*);
3. Pré-tratamento, que depende, naturalmente, das utilizações previstas;
4. Armazenamento da água da chuva em reservatório(s);
5. Utilização (abastecimento dos locais de uso);
6. Descarga de excedentes (em caso de chuvas intensas);
7. Reforço da alimentação (para compensar a falta de água em caso de estiagem prolongada).

Na Figura 13 apresenta-se, de forma esquemática, os componentes de um SAAP.



Legenda: 1- Unidade de bombagem; 2- Filtros da água da chuva; 3- Reservatório de armazenagem da água da chuva; 4- Poço de infiltração da água em excesso.

Figura 13 - Esquema de um SAAP de um Edifício Habitacional.

Fonte: Alumasc, 2009, p. 9.

A manutenção e higienização dos equipamentos componentes dos SAAP são fundamentais para a preservação da qualidade da água. Não obstante, ressalta-se que a superfície de recolha da água de chuva pode influenciar na qualidade da mesma, seja pelo material da superfície ou devido à presença de substâncias em tais superfícies, como sejam: fezes de aves e roedores, artrópodes e outros animais mortos em decomposição, poeiras, folhas e galhos de árvores, revestimento do telhado, fibras de amianto, resíduos de tintas, entre outros que ocasionam tanto a contaminação por compostos químicos quanto por agentes patogénicos (Bertolo & Simões, 2008).

Segundo Bertolo e Simões (2008) é necessário ter em atenção alguns aspectos na implantação SAAP em edifícios, nomeadamente:

- a) desinfecção da água de chuva armazenada antecipadamente ao uso;
- b) higienização frequente do reservatório de água de chuva;
- c) análise da concepção do método de dimensionamento, a fim de subsidiar a escolha mais adequada a cada situação, preferencialmente aqueles que contemplem a abordagem holística do aproveitamento da água de chuva contextualizada na sustentabilidade hídrica;
- d) construção de sistemas independentes para água de chuva e água potável a fim de evitar o risco de contaminação.

3.1. SUPERFÍCIE DE RECOLHA

Em geral, a superfície de recolha dos SAAP domésticos é o telhado da habitação. A qualidade da água recolhida no telhado depende dos materiais utilizados na sua construção, dos materiais que nele se depositam e da sua manutenção. Os telhados podem ser constituídos por uma variedade de materiais, tais como telha de cimento ou argila (terracotta), lâminas de liga zinco/alumínio e de aço galvanizado, fibrocimento, lâminas de policarbonatos ou de fibra de vidro, e ardósia. Em telhados novos, independentemente do material utilizado, é aconselhável desviar a primeira chuvada significativa do reservatório. Deste modo é desviado o pó e outros detritos deixados no telhado resultantes da construção (Bertolo & Simões, 2008).

A recolha de água da chuva varia com o tamanho e a textura do telhado. Um telhado de material mais macio, liso e impermeável contribui para o aumento da qualidade e quantidade da água recolhida. Em coberturas de metal as perdas são desprezáveis, em coberturas de cimento a média das perdas é inferior a 10 % e em coberturas à base de betume e de cascalho o máximo são 15% de perdas. As perdas também podem ocorrer nos órgãos de condução (caleiras e tubos de queda) e no armazenamento (Bertolo & Simões, 2008).

Independentemente do material do telhado muitos projectistas assumem perdas na precipitação anual até 25%. Estas perdas dependem de vários factores: do material e textura do telhado (o qual reduz a velocidade do escoamento), da evaporação, e de ineficiências no processo de recolha (Bertolo & Simões, 2008).

Os telhados devem ser limpos e lavados uma ou duas vezes por ano, em particular no fim da estação seca. Caso existam árvores eventualmente pendentes sobre estes devem ser podadas de forma a reduzir a quantidade de folhas e impossibilitar o acesso de gatos, roedores ou pássaros, os quais conduzem ao aumento da deposição de detritos (Bertolo & Simões, 2008).

No caso de se estar a projectar uma construção nova deve adoptar-se uma cobertura de metal devido à sua durabilidade e ao facto da superfície ser lisa. As coberturas de telha de argila e de ardósia também são apropriadas para o aproveitamento da água da chuva para utilização em água potável. Como são porosas, podem ser revestidas com pinturas especiais, evitando assim o crescimento bacteriano. As coberturas de fibrocimento, de placas de madeira tratada quimicamente e alguns telhados pintados ou com protecção de betume podem introduzir materiais tóxicos na água da chuva, a qual é recomendada apenas para usos não potáveis. O chumbo não deve ser aplicado nem no telhado, nem na soldadura das caleiras, pois a qualidade ligeiramente ácida da água da chuva pode dissolvê-lo contaminando a mesma (Bertolo & Simões, 2008).

3.2. ÓRGÃOS DE CONDUÇÃO

A água da chuva que flui no telhado é recolhida nas caleiras e conduzida através dos tubos de queda até ao reservatório de armazenamento. As caleiras recolhem não apenas a água, mas também os sedimentos, as fezes de pássaro e de outros animais, folhas e detritos. A acumulação destes materiais nos órgãos de condução pode proporcionar o crescimento bacteriano e contribuir para a contaminação da água armazenada. Pode também atrair pássaros e roedores, aumentando assim a contaminação fecal da superfície de recolha e diminuir o volume de água que pode ser recolhido. De forma a limitar a contaminação da água deverá realizar-se a inspecção regular e a limpeza dos órgãos de condução (Bertolo & Simões, 2008).

As caleiras podem ser protegidas de detritos grandes, como por exemplo ramos e folhas maiores, com uma malha de plástico ou de metal instalada em toda a sua extensão, mas partículas menores acumulam-se continuamente e exigem remoção regular. Desta forma são recomendadas inspecções regulares e pelo menos uma limpeza anual das caleiras (Bertolo & Simões, 2008).

Os órgãos de condução necessitam ser correctamente dimensionados e instalados, de forma a maximizar a quantidade de água da chuva recolhida. As caleiras devem ter inclinação contínua e suficiente em direcção aos tubos de queda, de forma a prevenir a concentração de água, a qual pode conduzir ao aumento da acumulação de detritos, ao crescimento de algas e possivelmente proporcionar um local para criação de mosquitos.

Tal como na superfície de recolha, é importante assegurar que os órgãos de condução não tenham chumbo, nem qualquer outro tratamento que possa contaminar a água da chuva (Bertolo & Simões, 2008).

3.3. DESVIO DAS PRIMEIRAS ÁGUAS

Após um longo período seco é boa prática fazer um “*by-pass*” da primeira chuvada ao reservatório. Admite-se que a primeira chuva lava a superfície do telhado, a qual pode

conter grandes quantidades de pó acumulado, de dejectos de pássaro e de outros animais, de folhas e de outros detritos (Bertolo & Simões, 2008).

No caso da água da chuva ser utilizada para consumo humano, a lavagem do telhado e a eliminação da primeira chuvada (*first-flush*) são de preocupação especial. A qualidade da água do telhado melhora com a acumulação da precipitação (Bertolo & Simões, 2008).. Concretizando, é necessário instalar um dispositivo automático para o desvio do escoamento inicial. O volume a desviar poderá ser determinado com base em critérios de tempo ou com base na área da cobertura e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que pode variar entre 0,5 e 8,5 mm de chuva, conforme as condições locais.

Na ausência de dados ou de estudos das condições locais, deverá ser considerado o desvio de um volume correspondente a 2mm de precipitação, podendo adoptar-se um valor inferior em casos justificados (ANQIP, 2009). Desta forma, o volume a desviar será dado pela expressão:

$$V_d = P.A$$

onde

V_d - Volume a desviar do sistema (litros)

P - Altura de precipitação (mm) admitida para o *first-flush* (em geral 2mm)

A - Área de captação (m^2)

Quando se opte pelo critério de tempo, deverá ser desviado um volume mínimo correspondente aos primeiros 10 minutos de precipitação, podendo adoptar-se um valor mais baixo (não inferior a 2 minutos) quando o intervalo de precipitações não exceda quatro dias. Estes dispositivos permitem melhorar a qualidade da água que vai ser recolhida nos reservatórios (ANQIP, 2009).

3.4. VOLUME DE ÁGUA A APROVEITAR

O volume anual de água da chuva a aproveitar pode ser determinado pela expressão (ANQIP, 2009):

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

onde

V_a - Volume anual de água da chuva aproveitável (litros)

C - Coeficiente de run off da cobertura

P - Precipitação média acumulada anual (mm)

A - área de captação (m^2)

η_f - Eficiência hidráulica da filtragem

O valor de C utilizado nos SAAP deve ter em conta as retenções, absorções e desvios de águas, recomendando-se valores de 0,8 para coberturas impermeáveis (por exemplo, telha, cimento e asfalto), 0,6 para coberturas planas com gravilha, 0,5 para coberturas verdes extensivas (com uma camada de profundidade média, permitindo plantar árvores e arbustos) e 0,3 para coberturas verdes intensivas (com uma camada de crescimento fina, adequada para flores e ervas) (ANQIP, 2009).

Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode ser admitida uma eficiência hidráulica (η_f) de 0,9, a menos que as características do sistema recomendem a adoção de outro valor (ANQIP, 2009).

Na Figura 14 apresentam-se, a título indicativo, valores de consumos por tipo de dispositivo ou utilização, que podem ser considerados no dimensionamento dos SAAP. Os valores indicados foram estimados com base em dispositivos classificados pelo Sistema ANQIP de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos na “categoria A”, dado não se considerar coerente a utilização de um SAAP com dispositivos não eficientes (ANQIP, 2009).

Dispositivo ou utilização		Consumo unitário	Consumo anual estimado	
Autoclismos (categoria "A") ¹ em residências		24 l/(pessoa.dia)	8800 l/pessoa	
Autoclismos (categoria "A") ¹ em edifícios de serviços (escritórios, etc.)		12 l/(pessoa.dia)	4400 l/pessoa	
Autoclismos (categoria "A") ¹ em edifícios escolares		6 l/(pessoa.dia)	2200 l/pessoa	
Lavagem de roupa (máquina da categoria "A") ²		10 l/(pessoa.dia)	3700 l/pessoa	
Limpezas gerais	Lavagem de pavimentos	5 l/m ²	1000 l/pessoa ³	
	Lavagem de automóveis (self-service)	50 l/automóvel		
Zonas verdes (valores para anos médios) ⁴	Valores totais (em 6 meses) - Abril a Set. -	Relvados ⁵	-	450 a 800 l/m ²
		Jardins ⁶	-	60 a 400 l/m ²
		Campos de golfe ^{7,8}	-	200 a 450 l/m ²
	Valores máximos (por dia) - no Verão -	Relvados ⁵	5 a 7 l/m ²	-
		Jardins ⁶	1,5 a 5 l/m ²	-
		Campos de golfe ^{7,8}	2 a 4,5 l/m ²	-

Figura 14 - Consumos unitários e anuais por Dispositivo ou Utilização.

Fonte: ANQIP, 2009, p. 23.

3.5. RESERVATÓRIO DE AUTO-LIMPEZA COM VÁLVULA DE FLUTUADOR

Para rejeição da água de limpeza do telhado pode utilizar-se um reservatório munido de uma válvula de flutuador. O volume do reservatório de auto-limpeza é calculado em função da área do telhado e do volume de água necessário para fazer a limpeza do telhado. O sistema funciona do seguinte modo: a água da chuva é recolhida pela caleira, conduzida pelo tubo de queda e entra no reservatório de auto-limpeza, situado sobre o reservatório de armazenamento. A entrada de água no reservatório de auto-limpeza é munida de uma válvula de flutuador (Bertolo & Simões, 2008).

Ao iniciar a chuvada, o reservatório de auto-limpeza está vazio e recebe água da chuva. O nível da água neste sobe, até atingir a posição limite, implicando o fecho automático da válvula de flutuador. Neste instante a água começa a ser conduzida para o reservatório de armazenamento de água da chuva. Finda a chuvada, o orifício de descarga para auto-

limpeza da água será aberto para esvaziá-lo e retornar às condições iniciais de funcionamento (Bertolo & Simões, 2008).

3.6. RESERVATÓRIOS PARA ARMAZENAMENTO

Outro componente do sistema, além do telhado, é o reservatório de armazenamento da água da chuva. Enquanto que o telhado é um custo assumido na maior parte dos projectos, o reservatório representa o investimento mais significativo no sistema de recolha de água da chuva. De forma a maximizar a eficiência do sistema, o seu plano de construção deverá reflectir decisões acerca da sua melhor localização, da sua capacidade e da selecção do material (Bertolo & Simões, 2008).

Segundo Bertolo e Simões (2008), a qualidade da água recolhida melhora nos reservatórios. Igualmente, num reservatório a qualidade da água variava da superfície para o ponto de provisão de água, perto do fundo. O reservatório foi concebido para que a qualidade no ponto de provisão fosse melhor que à superfície.

A localização dos reservatórios poderá ser acima ou abaixo do solo. As instalações acima do solo evitam custos associados com a escavação e com certas questões de manutenção; reservatórios abaixo do solo beneficiam de temperaturas mais frescas. De forma a maximizar a eficiência, os reservatórios devem localizar-se tão perto quanto possível de ambos os pontos, o de fornecimento e o de consumo. Se se pretender a utilização da água da chuva por gravidade, os reservatórios deverão localizar-se no ponto com maior cota possível. O reservatório poderá beneficiar se for localizado numa zona de sombra. A luz solar directa pode aquecer a água e estimular o crescimento de algas e o crescimento bacteriano, afectando a qualidade da água (ANQIP, 2009).

Em Portugal não existem regulamentos específicos relativos a sistemas de aproveitamento de água da chuva. Nos Estados Unidos, no Estado do Texas, para assegurar a confiança da fonte de água, sugere-se que os reservatórios de armazenamento se situem pelo menos a 15 m da possível fonte de poluição, como por exemplo de estábulos de animais, de latrinas, ou

caso o reservatório se localize abaixo do terreno, de fossas sépticas (Bertolo & Simões, 2008).

No caso do reservatório ser a única fonte de água da habitação, na escolha do local de implantação é aconselhável ter em consideração a possível necessidade de introdução de água por uma fonte auxiliar, como por exemplo, por um camião cisterna, no caso da fonte de água estar esgotada ou devido à sua utilização excessiva, ou a condições de seca. Assim, deve localizar-se num local acessível por um autotanque, preferencialmente perto de uma estrada ou caminho, e posicionado de modo a evitar atravessamentos de linhas de água, de colectores de águas residuais e de relvados ou jardins (Bertolo & Simões, 2008).

3.7. BOMBAGEM

A instalação elevatória deve ser equipada com grupos electrobomba, dispositivos de comando, de segurança e alarme. Os grupos electrobomba devem ser de funcionamento automático e permitirem simultaneamente o funcionamento manual; estes grupos deverão possuir características tais que não alterem a qualidade da água (Bertolo & Simões, 2008).

As instalações deverão, sempre que o seu posicionamento o justifique, possuir isolamento acústico, de modo a atenuar resíduos e vibrações que, de alguma forma, possam perturbar os utentes das edificações, tendo em conta a regulamentação aplicável.

As instalações deverão possuir no mínimo dois grupos de bombagem, destinados a funcionarem como reserva activa mútua, ou excepcionalmente em simultâneo (Bertolo & Simões, 2008).

O tipo de comando automático das bombas mais utilizado é através de bóias flutuadoras que, ao atingirem o nível de referência pré-fixado, accionam interruptores que vão comandar o funcionamento ou paragem dos motores. A velocidade de circulação da água na tubagem de aspiração não deverá ultrapassar 1,50 m/s e o diâmetro desta última deverá permanecer constante ao longo de todo o seu desenvolvimento, não devendo em caso algum ser inferior ao da tubagem de compressão (Bertolo & Simões, 2008).

Como a maior parte das impurezas permanece na superfície da água ou no fundo do reservatório, o ideal é utilizar um filtro de sucção flutuante dentro do reservatório. Este componente consiste numa mangueira flexível acoplada à bomba, tendo no outro extremo instalada uma válvula anti-retorno, um pequeno filtro e um conjunto flutuante, para garantir que a água bombada seja sempre a da parte mais limpa do reservatório de armazenamento (Bertolo & Simões, 2008).

3.8. TRATAMENTO

O sistema de tratamento a utilizar num SAAP depende da qualidade da água recolhida e das exigências de qualidade da água em função das utilizações a que se destina (Bertolo & Simões, 2008). Na fixação dos critérios de qualidade da água atende-se a alguns aspectos fundamentais, tais como (Oliveira, 2009):

- Saúde Pública: a água reutilizada deverá apresentar padrões de segurança para o uso pretendido sendo que a preocupação principal centra-se na segurança da saúde pública e nas características microbiológicas da água.
- Requisitos do uso: as propriedades físico-químicas e microbiológicas podem limitar a aprovação do processo de reutilização/reciclagem da água. Quando destinada a rega devem ser considerados os efeitos dos constituintes da água recuperada/reciclada nas culturas, solos e aquíferos.
- Aspectos ambientais: a aplicabilidade da água recuperada/reciclada não deverá afectar nem a fauna nem a flora vizinha à fronteira da área receptora.
- Aspectos estéticos: para efeitos mais nobres tais como descarga de sanitários a aparência e odor da água são aspectos importantes.
- Aceitação da população e/ou utilizador: a segurança e aceitabilidade da água recuperada para o uso pretendido deverá ser clara e defendida aguerridamente pelos órgãos gestores como uma garantia.

Antes da decisão acerca do método de tratamento a utilizar, devem efectuar-se análises à água da chuva, recorrendo-se para isso a laboratório aprovado, com o objectivo de se determinar a sua composição físico-química e microbiológica (Bertolo & Simões, 2008).

A cadeia de tratamento para se ter água potável pode ser algo complexa, incluindo as etapas de manutenção do sistema de caleiras do telhado, de separação da primeira chuvada (*first-flush*), de filtração para remoção de detritos, de floculação, de sedimentação e remoção biológica de contaminantes no reservatório, e de desinfecção por cloração ou por aquecimento, através do serviço de água quente. Podem também utilizar-se tratamentos mais complexos como, por exemplo, desinfecção por radiação ultravioleta (U.V.) no caso desta água se destinar a consumo humano (Bertolo & Simões, 2008). Na Figura 15 apresenta-se um resumo das principais técnicas de tratamento utilizadas na água da chuva.

TECNICAS DE TRATAMENTO		
Método	Localização	Resultado
PRÉ-FILTRAÇÃO		
Filtros e Filtros de folhas	Caleiras e condutas	Previne a entrada de folhas e outros detritos dentro do reservatório
SEDIMENTAÇÃO		
Sedimentação	Dentro do reservatório	Sedimentação de partículas em suspensão
FILTRAÇÃO		
Em linha/ Multi-cartucho	Após a bomba	Criva os sedimentos
Carvão activado	Na torneira	Remove o Cloro
Osmose inversa	Na torneira	Remove contaminantes
Meios combinados	Reservatório separado	Retêm partículas de matéria em suspensão
Areia	Reservatório separado	Retêm partículas de matéria em suspensão
DESINFECÇÃO		
Fervura/ Destilação	Antes da utilização	Elimina os microorganismos
Tratamentos químicos (Cloro ou lodo)	Dentro do reservatório ou na bomba (líquido, em pastilha ou granulado)	Elimina os microorganismos
Radiação U.V.	Depois do filtro de carvão activado e antes da torneira	Elimina os microorganismos
Ozonização	Antes da torneira	Elimina os microorganismos

Figura 15 - Técnicas de Tratamento da Água da Chuva.

Fonte: Bertolo & Simões, 2008, p. 53.

A correcta manutenção dos diversos órgãos do sistema influencia bastante a qualidade da água obtida. Assim, o programa de gestão da recolha da água da chuva do telhado envolve a inspecção regular e limpeza do sistema de caleiras e a utilização dos dispositivos de primeira lavagem, atenuando significativamente a quantidade de material suspenso e dissolvido que entra no reservatório como parte do escoamento do telhado. Não obstante, na maioria dos casos, o escoamento do telhado vai contribuir para a existência de bactérias e de níveis moderados de substâncias químicas inorgânicas na água da chuva armazenada no reservatório (Bertolo & Simões, 2008).

As etapas de pré-filtração e de sedimentação ocorrem entre a superfície de recolha da água da chuva e o respectivo órgão de armazenamento, ou no interior do mesmo.

Os tipos de tratamento activos mais comuns em sistemas de aproveitamento de água da chuva são a filtração, para remover os sedimentos, e a desinfecção química ou desinfecção por radiação U.V. (Bertolo & Simões, 2008).

3.8.1. A importância do Reservatório de Água

O reservatório desempenha no tratamento um papel importante. Actua como um clarificador de água da chuva, permitindo que os contaminantes se depositem no fundo.

Gee (1993, citado por Bertolo & Simões 2008) constatou que os sedimentos num reservatório de água da chuva podiam conter concentrações altas de metais pesados, embora as concentrações destes à superfície estivessem dentro dos valores impostos pelas Normas Australianas de Água Potável.

Similarmente, em outras experiências, foi detectado que embora a água escoada no telhado contivesse excesso de coliformes, os valores das concentrações de ferro e chumbo eram consideravelmente menores à superfície, detectando-se concentrações altas nos sedimentos. No ponto de tomada de água, perto do fundo do reservatório, foram encontrados valores menores destes parâmetros. Outros autores apresentam resultados semelhantes (Bertolo & Simões, 2008).

Como foi referido anteriormente, os reservatórios de água da chuva devem ser equipados com malhas de filtragem nas tubagens de entrada e saída. A correcta conservação destas malhas de filtragem elimina o risco de doenças provocadas pela entrada de répteis e outros animais no reservatório. Além disso, o cuidado na construção e manutenção de um reservatório de água da chuva assegura que solos, folhas e detritos não entrem no reservatório e comprometam a qualidade da água (Bertolo & Simões, 2008).

Além das questões anteriores, vários processos contribuem para melhorar a qualidade da água do reservatório, por exemplo a acumulação de microrganismos na interface ar/água (microcamada na superfície da água), os processos de floculação e sedimentação que ocorrem no reservatório, e a acção de biofilmes (Bertolo & Simões, 2008).

Relativamente à micro-camada na superfície da água, relata-se que determinados tipos de bactérias concentram-se na micro-camada nela (Bertolo & Simões, 2008). Prescott *et al.* (1999, citado por Bertolo & Simões 2008) explica que, em ambientes com baixos níveis de nutrientes (como nos reservatórios de água da chuva), os microrganismos formam flocos para aumentar a superfície que permite capturar nutrientes. Os ambientes aquáticos contêm gradientes de microrganismos na coluna de água dependentes da concentração de oxigénio e de nutrientes.

Evidentemente, num reservatório de água da chuva os microrganismos aeróbios concentram-se à superfície, de forma a utilizar o oxigénio da atmosfera e os nutrientes, pois entram no reservatório pela superfície da água. A concentração de alguns microrganismos na superfície da água impede que sejam conduzidos até ao ponto de utilização, uma vez que a água é extraída de um ponto perto do fundo. Este procedimento pode eliminar a transferência, até ao ponto de utilização, de bactérias que colonizam a superfície de água, como *Legionella Spp* (Bertolo & Simões, 2008).

Relativamente aos processos de floculação e sedimentação, inevitavelmente são descarregados nos reservatórios materiais orgânicos provenientes da água da chuva escoada no telhado. Em ambientes aquáticos com baixa quantidade de nutrientes os microrganismos e os nutrientes tendem a acumular-se na superfície de materiais orgânicos, o que permite gerar flocos. Estes, por sua vez, assentam no fundo dos reservatórios de água removendo a contaminação da água (Prescott *et al.* 1999 citado por Bertolo & Simões 2008).

No que diz respeito aos biofilmes, estes formam-se quando os microrganismos se ligam a fibras de polissacarídeos para maximizar a capacidade de extrair nutrientes e acumular micróbios da água que os rodeiam. As bactérias frequentemente encontradas nos biofilmes são os Coliformes e as *Pseudomonas*. Mais de 99 % dos microrganismos da Terra vivem em biofilmes e a maioria das superfícies podem ser colonizadas por microrganismos, incluindo sedimentos e partículas suspensas (Bertolo & Simões, 2008).

Segundo Coombes (2002, citado por Bertolo & Simões 2008), em ambientes aquáticos com baixos níveis de nutrientes os microrganismos vão rapidamente aderir a superfícies de estruturas, de sedimentos e de materiais orgânicos para maximizar as possibilidades de

beneficiar de nutrientes, microrganismos e materiais orgânicos da água. O fluxo de água da chuva proveniente do telhado e a utilização periódica a partir do reservatório assegurarão que a água armazenada seja paulatinamente recirculada, aumentando o contacto entre os biofilmes e os nutrientes, microrganismos e materiais orgânicos e maximizando as possibilidades para os biofilmes extraírem estes últimos da água. É provável que a acção dos biofilmes melhore a qualidade da água nos reservatórios de água da chuva.

3.8.2. Filtração

O processo de filtração a instalar num SAAP pode ser muito simples, como por exemplo, o que é constituído por filtros de cartucho semelhantes aos utilizados em piscinas. No entanto, por questões de segurança, deve ser sempre assegurada a sua operação e manutenção adequada de acordo com as indicações do fabricante (Bertolo & Simões, 2008).

Uma vez que os detritos grandes são removidos através dos filtros geralmente associados aos sistemas de limpeza do telhado (*first-flush*), existem outros filtros que ajudam a melhorar a qualidade da água da chuva. A selecção dos filtros deve ser criteriosa, uma vez que muitos dos filtros existentes no mercado foram projectados para tratamento de água municipal ou de água de poços. O filtro de cartucho mais comum em sistemas de aproveitamento da água da chuva é um filtro de sedimentos que remove partículas com dimensões iguais ou superiores a 5µm. Os filtros de areia ou os filtros de cartucho utilizados em série, filtram as partículas de dimensões progressivamente mais pequenas (Texas Guide to Rainwater Harvesting 1997 citado por Bertolo & Simões 2008).

Os filtros de sedimentos são frequentemente utilizados como pré-filtros para outras técnicas de tratamento tais como desinfecção por radiação U.V ou filtração por osmose inversa, para evitar colmatação com partículas grandes (Bertolo & Simões, 2008).

Quando se desinfecta a água da chuva utilizando um desinfectante químico, por exemplo, cloro, pode utilizar-se um filtro de carvão activado para remover o cloro antes do ponto de consumo da água. No entanto, é importante ter em mente que os filtros de carvão activado

são locais favoráveis para crescimento bacteriano. Se for utilizado um sistema de desinfecção por radiação U.V. ou Ozono (O₃), este deve ser localizado após o filtro de carvão activado. Os filtros devem ser substituídos por recomendação programada e não apenas quando deixam de funcionar, pois a sua falha pode resultar em contaminação da água (Bertolo & Simões, 2008).

Os filtros devem ser duradouros, facilmente laváveis e substituídos e não deve colmatar facilmente. É muito importante que não hajam orifícios no reservatório para evitar a entrada de mosquitos. As redes (aço inoxidável ou sintéticas) são as mais simples e mais baratas. São ainda utilizados filtros mais finos para remover os sedimentos de menores dimensões, o que permite também remover bactérias, que podem ser filtros de areia, de gravilha ou redes muito finas (Sousa & Silva, 2006).

3.8.3. Desinfecção

A desinfecção regular da água da chuva contida em reservatórios não se considera necessária na maior parte das situações e geralmente só é recomendada como acção correctiva. Se a água da chuva recolhida for utilizada para lavar a roupa, para regar plantas, ou para outras tarefas que não envolvem consumo ou contacto humano directo, o tratamento para além da filtração e da remoção de sedimentos é opcional. Porém, se a água for para utilização geral, tal como para beber, para banhos e para cozinhar, a etapa de desinfecção é necessária (Texas Guide to Rainwater Harvesting 1997 citado por Bertolo & Simões 2008).

Relativamente à desinfecção com cloro, os sistemas privados de desinfecção por cloragem não fazem a desinfecção com a magnitude dos sistemas públicos, onde a ameaça de organismos patogénicos tais como *E. Coli* podem afectar muitas habitações (Bertolo & Simões, 2008).

Enquanto que a filtração é uma etapa comum nos sistemas privados de abastecimento de água, a desinfecção é menos comum, pelas seguintes razões: em sistemas privados não é obrigatório ter uma fonte de água fiável para beber, o cloro é repugnado devido ao seu

gosto e ao medo associado à formação de trihalometanos e a presença prolongada de cloro em água com matéria orgânica pode causar a formação de componentes orgânicos clorados (Bertolo & Simões, 2008).

Sempre que se utilizar o cloro como desinfectante, deve ter-se a certeza que todo o material orgânico do reservatório foi filtrado. O cloro é o desinfectante mais comum devido à sua eficiência, solubilidade em água, disponibilidade e facilidade de aplicação.

Não obstante, o cloro existe disponível em forma granular ou de pastilha (hipoclorito de cálcio), mas a forma recomendada para desinfecção da água da chuva é a forma líquida (hipoclorito de sódio). Quando se utiliza hipoclorito de cálcio é aconselhável fazer a mistura num recipiente de água limpo e verter esta mistura no reservatório. Deve adicionar-se sempre o desinfectante à água e não vice-versa. Depois de verter a mistura química concentrada para o reservatório, deve mexer-se completamente a água, promovendo a mistura e deve deixar-se actuar pelo menos uma hora antes da utilização.

A mistura ocorrerá naturalmente durante um ou dois dias, ou caso se pretenda acelerar o processo pode ser utilizada uma pá de mistura, mas deve-se evitar agitar os materiais que estão depositados no fundo do reservatório (Bertolo & Simões, 2008).

A lixívia doméstica (5 a 15% de solução de hipoclorito de sódio) é barata, obtém-se facilmente e está provado que é fidedigna para desinfecção. A dose recomendada para desinfectar a água da chuva é de cerca de 5/4 chávenas de lixívia por cada 4 500 litros de água da chuva recolhida. Quando se faz a desinfecção da água não se deve utilizar uma dose excessiva de lixívia. A mistura ocorre naturalmente ao longo de um dia, mas uma pá de mistura pode novamente ser utilizada para acelerar o processo (Texas Guide to Rainwater Harvesting 1997 citado por Bertolo & Simões 2008).

Quando a lixívia é adicionada directamente no reservatório, como se descreveu acima, o cloro tem um período de tempo mais longo para eliminar as bactérias, alcançando assim uma melhor taxa de desinfecção. Também podem ser utilizadas bombas que injectam a solução de hipoclorito de sódio enquanto a água está a ser bombada. As concentrações de cloro são facilmente medidas com um kit de piscina (fotómetro). É recomendada uma concentração entre 0.2 mg/l e 1.5 mg/l. Os kits de piscina possuem químicos tóxicos e não deve ser permitida a sua mistura com a água do reservatório. A medição do cloro deve ocorrer fora do reservatório de armazenamento (Bertolo & Simões, 2008).

A desinfecção com cloro inibe as bactérias mas a sua adição comporta riscos. Deve ser utilizada quando foi identificado o risco de existência de bactérias, não é possível vazar e limpar o reservatório ou se um animal ou matéria fecal entraram no reservatório. A dose de cloro é menos eficaz para um pH superior a 8,5 por isso é necessário verificá-lo antes de determinar o volume necessário para efectuar a desinfecção (Sousa & Silva, 2006).

Relativamente à desinfecção com ozono, este trata-se de um desinfectante escolhido em bastantes países europeus. É uma forma de oxigénio (O_3) produzida passando ar por um campo eléctrico. O ozono elimina imediatamente os microrganismos e oxida a matéria orgânica em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Recentemente têm-se produzido unidades compactas de ozonização para utilização em habitações. O ozono é produzido por equipamento no ponto de utilização, necessitando apenas de energia eléctrica. Muitos proprietários de sistemas de aproveitamento de água da chuva utilizam este processo para evitar manusear o cloro e outros produtos químicos. Quando utilizado como desinfectante final, deve ser adicionado antes da torneira, após o filtro de carvão activado, caso este seja utilizado (Bertolo & Simões, 2008).

Em relação à Desinfecção por Radiação Ultravioleta (U.V.) trata-se de um processo físico de desinfecção que destrói a maior parte dos organismos microbiológicos que existem na água que atravessa a câmara de desinfecção. É necessário fazer a pré-filtração da água antes da passagem no sistema de desinfecção por radiações U.V. Para determinar se a dosagem mínima de radiação está a ser distribuída ao longo da câmara de desinfecção, as unidades de tratamento por radiações U.V. devem estar equipadas com um medidor de intensidade U.V. Deve ser instalado um alarme automático audível para alertar sobre o mau funcionamento ou falha eminente do sistema; este é activado quando a água não recebe um nível adequado de radiações U.V, de forma a garantir que em caso de falha não haja qualquer risco para o consumidor final. As unidades U.V. devem ser correctamente calibradas e testadas depois da sua instalação, de forma a assegurar que a água está a ser devidamente desinfectada (Bertolo & Simões, 2008).

Relativamente à desinfecção por radiação U.V. é necessário salvaguardar a protecção e saúde dos técnicos que efectuam o apoio técnico a este sistema de desinfecção bem como a sua correcta manutenção, nomeadamente:

- a) Limpar a manga de quartzo das lâmpadas, pelo menos uma vez por mês;

- b) Deixar as lâmpadas UV aquecerem durante pelo menos 5 minutos antes de permitir a utilização da água tratada;
- c) As lâmpadas devem ser substituídas quando o medidor de intensidade indica menos de 70% da intensidade nominal da lâmpada; em água refrigerada, ou muito fria, as lâmpadas devem ser substituídas a 50 % da intensidade nominal;
- d) Esterilizar todo o sistema de desinfecção, incluindo o purificador e o sistema de água tratada, antes da sua utilização.

Este processo é muito mais dispendioso do que a cloração e, como tal, só encontrará aplicação em circunstâncias especiais que não permitam a utilização do cloro (Bertolo & Simões, 2008).

No que se refere à desinfecção por pasteurização/ esterilização, Coombes (2002, citado por Bertolo & Simões 2008) faz referência à experiência de Figtree Place, na Austrália, na qual este verificou que a qualidade microbiológica da água dos reservatórios com cargas bacterianas altas melhorou em serviços de água quente armazenada com temperatura num intervalo de 50°C a 65°C, respeitando sempre as Normas Australianas de Água Potável. Também verificou que a qualidade microbiológica da água do reservatório com baixas cargas bacterianas melhorou por passagem através de um dispositivo de água quente (experiência numa habitação em Maryville).

Muitos autores relatam que água quente a temperaturas relativamente baixas durante um certo período de tempo elimina as bactérias. Este processo é conhecido como Pasteurização/ Esterilização (Bertolo & Simões, 2008). Prescott *et al.* (1999, citado por Bertolo & Simões 2008) explicam que o calor húmido mata as bactérias, fungos e vírus. A Tabela 12 apresenta as condições em que o calor elimina os microrganismos.

Tabela 12 - Condições aproximadas para eliminação dos microrganismos através de calor húmido

Organismo	Temperatura e tempo requerido para eliminar	
	Células vegetativas	Esporos
Leveduras	5 minutos a 50-60 °C	6 minutos a 50-80 °C
Mofo	30 minutos a 62 °C	30 minutos a 80 °C
Bactérias mesofílicas	10 minutos a 60-70°C	2-800 minutos a 100°C
Vírus	30 minutos a 60°C	-

Fonte: Prescott *et al.* 1999 citado por Bertolo & Simões 2008, p. 59.

As condições aproximadas para eliminação dos microrganismos através de calor húmido apresentadas na Tabela 12, sugerem que a água armazenada nas instalações de água quente a 60°C removem a maioria das células vegetativas num período de 30 minutos, incluindo bactérias mesofílicas, mas podem não eliminar os esporos da água. A maioria dos microrganismos e quase todos os organismos patogénicos humanos são bactérias mesofílicas que vivem numa gama de temperaturas entre 20°C a 45°C (Prescott *et al.* 1999 citado por Bertolo & Simões 2008).

Segundo Coombes (2002, citado por Bertolo & Simões 2008), a resistência à pasteurização/esterilização dos esporos vegetativos na água pode indicar que existe possibilidade de crescimento bacteriano após a saída da água do sistema de abastecimento de água quente. Esta questão requer investigação adicional. As instalações de água quente de Figtree Place eliminaram a maioria das bactérias da água a temperaturas relativamente baixas (entre 50-65°C) e na experiência em Maryville eliminaram num curto período de tempo a maior parte das bactérias a uma temperatura baixa (55°C).

Prescott *et al.* (1999, citado por Bertolo & Simões 2008) revelam que o calor em condições ácidas rapidamente elimina microrganismos. Os serviços de água quente são mais eficazes a eliminar microrganismos em água da chuva ligeiramente ácida (pH entre 5.7-5.9). A resistência dos diferentes microrganismos sujeitos a aumento de temperatura varia extensamente. Por exemplo, *Salmonella Spp.* numa galinha é eliminada em 0.4 minutos a uma temperatura de 60°C, *E. Coli* é instável a temperaturas superiores a 45°C, *Pseudomonas Spp.* é instável a temperaturas superiores a 40°C e *Cryptosporidium* é eliminada em dois minutos a uma temperatura de 60°C.

A temperatura máxima que a maior parte dos organismos patogénicos humanos toleram é de 45°C; a temperaturas superiores a maioria começa a extinguir-se. A maior parte dos organismos patogénicos morre imediatamente a uma temperatura de 65°C (Benenson 1995 citado por Bertolo & Simões 2008).

Esta gama de temperatura é importante para avaliar a eficácia dos serviços de água quente na eliminação de organismos patogénicos. De realçar que os organismos patogénicos não são eliminados instantaneamente mediante a exposição a calor moderado, contrariamente,

espera-se que a morte da população patogénica seja exponencial (Prescott *et al.* 1999 citado por Bertolo & Simões 2008).

Demora mais tempo a eliminar uma população microbiana maior do que uma população menor. Uma população pequena de microrganismos é eliminada rapidamente expondo-a a uma dada temperatura, ou é eliminada a uma taxa mais lenta se for exposta a uma temperatura menor.

Prescott *et al.* (1999, citado por Bertolo & Simões 2008) apresentam um exemplo desta situação: *Salmonella Spp.* Em galinha é eliminada em 0.4 minutos a uma temperatura de 60°C ou em 4 minutos a uma temperatura de 55°C. A presença de materiais orgânicos aumenta a temperatura ou período de exposição necessários para eliminar as bactérias. As bactérias na água são rapidamente eliminadas por exposição ao calor. O serviço de água quente na habitação em Maryville foi eficaz a eliminar bactérias da água da chuva porque provavelmente a água quente teve um tempo de residência pequeno nas tubagens domésticas e a população de bactérias era pequena (valores médios: Coliformes Totais 18 UFC/100 mL, *Pseudomonas Spp.* 1673 UFC/100 mL e Heterotrophic Plate Count 784 UFC/mL).

Coombes (2002, citado por Bertolo & Simões 2008), com base nas experiências de Figtree Place e da habitação em Maryville, verificou que a utilização da água da chuva em serviços de água quente produz água que garante os parâmetros de qualidade das Normas Australianas de Água Potável. Acredita-se que as instalações de água quente pasteurizam/esterilizam a água da chuva, produzindo água quente com uma qualidade aceitável.

3.8.4. Controlo de pH

A composição e o pH da água da chuva diferem quimicamente da água fornecida pela rede pública (tratada) e da água do poço, rica em minerais. O controlo de pH da água da chuva pode ser facilmente realizado adicionando uma colher de sopa rasa de bicarbonato de sódio num reservatório de armazenamento por cada 450 litros de água. É aconselhável misturar

esta quantidade de bicarbonato de sódio num recipiente de água e vaziar esta mistura no reservatório. A mistura ocorrerá naturalmente durante um ou dois dias, ou caso se pretenda acelerar o processo pode ser utilizada, como já foi referido, uma pá de mistura mas deve evitar-se agitar os materiais que estão depositados no fundo do reservatório (Texas Guide to Rainwater Harvesting 1997 citado por Bertolo & Simões 2008). Seguidamente, a Tabela 13 mostra alguns critérios nacionais e internacionais sobre qualidade da água para fins não potáveis.

Tabela 13 - Critérios para a utilização não potável da água

Parâmetros	NBR 15.527/07 Brasil	EPA	Austrália	Canadá
Coliformes Totais (nmp/100ml)	Ausência	Ausência	-	-
Coliformes Termotolerantes (nmp/100ml)	Ausência	Ausência	< 150	< 200
Turbidez (ntu)	< 2,0 p/ usos menos restritivos < 5,0	≤ 2	-	50
Cor (Hz)	< 15 uH	-	-	-
pH	6,0 a 8,0 p/ tubulação de aço carbono ou galvanizado	6-9	6,5-8,5	6,5 – 8,5

Fonte: Bertolo & Simões, 2008

Em termos do SAAP, outro aspecto importante a considerar é o dimensionamento do reservatório da água. Neste sentido, é importante realizar uma análise holística dos fatores que envolvem o aproveitamento da água de chuva. Devem ser considerados os aspectos hidrológicos locais, o atendimento ao consumo, os aspectos sanitários e também a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica. Armazenar grandes volumes de água de chuva nas edificações, por longos períodos de tempo, pode comprometer a segurança sanitária da água armazenada e, ainda interferir no processo do ciclo do uso da água na bacia hidrográfica (Bertolo & Simões, 2008).

4. A ÁGUA EM MEIO HOSPITALAR

4.1. A UNIDADE HOSPITALAR

Um Hospital é um estabelecimento de saúde, com distintos níveis de diferenciação, em função dos meios tecnológicos e humanos envolvidos no atendimento ao doente. Este estabelecimento tem como objectivo principal a prestação de cuidados de saúde. A sua actividade desenvolve-se através do diagnóstico, da terapêutica e da reabilitação quer em regime de internamento, quer em ambulatório. Compete-lhe, igualmente, promover a investigação e o ensino, com vista a resolver problemas de saúde. A sua capacidade de organização deverá dar resposta às reais necessidades da população, de forma a que os resultados da sua prestação ou desempenho correspondam a ganhos em saúde. Os Estabelecimentos de Saúde compreendem clínicas especializadas com tecnologia específica, hospitais universitários equipados com tecnologia avançada, bem como unidades apenas com estruturas mais básicas, como as Unidades de Cuidados Continuados ou os Centros de Saúde. Apesar dos progressos na saúde pública e nos cuidados hospitalares, as Infecções Associadas aos Cuidados de Saúde (IACS) continuam a surgir nos doentes hospitalizados, podendo mesmo atingir os profissionais de saúde (a equipa hospitalar) (Direcção-Geral da Saúde, 1998).

De acordo com o PNCI (2007), a IACS é uma infecção adquirida pelos doentes em consequência dos cuidados e procedimentos de saúde prestados. Por vezes, estas infecções são também denominadas de infecções nosocomiais, apesar desta designação não ser inteiramente abrangente por excluir o ambulatório. No âmbito da IACS estão incluídas as infecções adquiridas no hospital que se detectam após alta, assim como as infecções ocupacionais nos profissionais de saúde.

A IACS, não sendo um problema novo, assume cada vez maior importância em Portugal e no mundo. O aumento do risco de desenvolver uma infecção é directamente proporcional ao aumento da esperança de vida, do recurso recorrente a tecnologias e tratamentos mais invasivos, da administração de terapêutica imunossupressora, e do aumento de doenças crónicas. Não obstante, estudos internacionais revelam que cerca de um terço das infecções

adquiridas no decurso da prestação de cuidados seriam seguramente evitáveis (PNCI, 2007). Na Figura 16 apresentam-se os factores influenciadores das IACS:

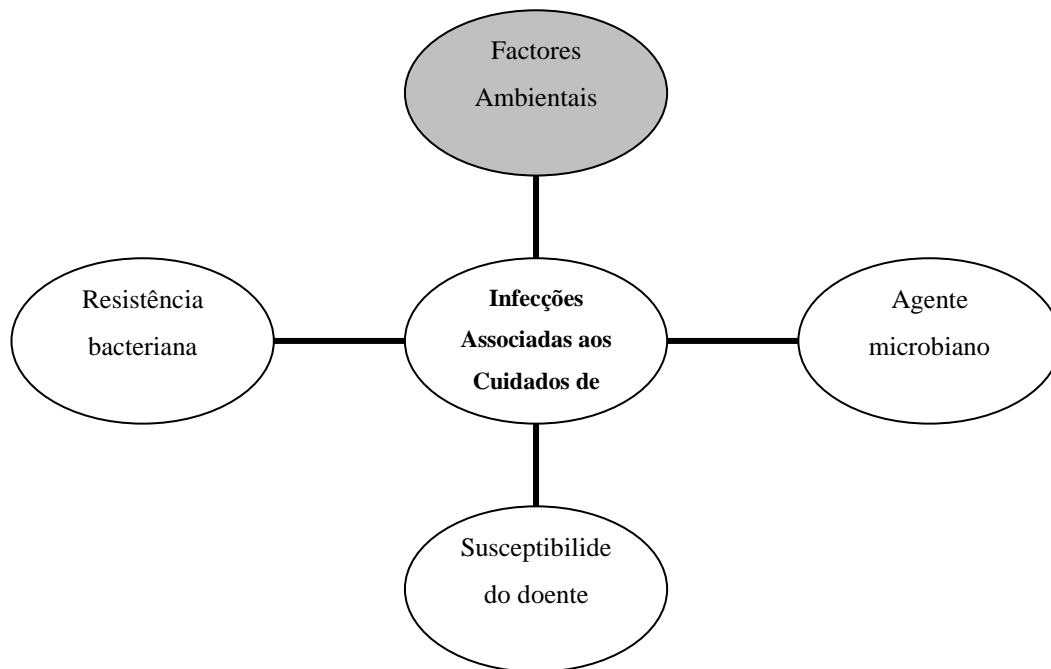


Figura 16 - Factores relacionados com as Infecções associadas aos Cuidados de Saúde.

Fonte: Adaptado PNCI, 2002, p. 8.

Durante a hospitalização o doente está exposto a uma grande variedade de microrganismos. No entanto, do contacto entre o doente e o agente microbiano não resulta obrigatoriamente o desenvolvimento de doença clínica. Este processo é condicionado por outros factores que influenciam a natureza e frequência das IACS, tais como: as características do microrganismo, incluindo a resistência aos agentes antimicrobianos, a sua virulência intrínseca e a quantidade de material infeccioso (PNCI, 2002).

Várias bactérias, vírus, fungos e parasitas podem estar na origem de uma IACS. Estas podem ser causadas pela exposição a microrganismos adquiridos a partir de outra pessoa no hospital (infecção cruzada), podem ser causadas pela própria flora do doente (infecção endógena) e podem ainda ser adquiridos através de objectos inanimados ou substâncias recentemente contaminadas por outra fonte humana (infecção ambiental) (PNCI, 2002).

Os factores intrínsecos relacionados com o doente (susceptibilidade do doente), que influenciam o desenvolvimento de infecção, incluem a idade (idades extremas), o estado imunitário (doente imunocomprometido), a doença de base (doente oncológico) e as intervenções diagnósticas e terapêuticas. Doentes crónicos, como o caso dos doentes oncológicos ou do doente com síndrome da imunodeficiência adquirida, têm uma susceptibilidade aumentada para desenvolver infecções por agentes oportunistas. Estas últimas são infecções por microrganismos que são normalmente inócuos, por exemplo, parte da flora bacteriana normal dos seres humanos, mas que se podem tornar patogénicos quando as defesas imunitárias estão comprometidas (PNCI, 2002).

A desnutrição, a administração de fármacos imunossupressores, a exposição a radiação e procedimentos em que é ultrapassada a barreira natural da pele condicionam a resistência à infecção (PNCI, 2002).

De entre as terapêuticas mais comumente utilizadas e nível hospitalar estão os fármacos antimicrobianos, que apesar dos seus benefícios terapêuticos inegáveis, têm evidenciado cada vez mais as suas limitações. Através da selecção e da troca de elementos genéticos de resistência, os antibióticos promovem a emergência de estirpes bacterianas multirresistentes; os microrganismos da flora humana normal sensíveis a um dado antimicrobiano são eliminados, enquanto as estirpes resistentes persistem e podem tornar-se endémicas no hospital. A utilização generalizada de antimicrobianos para terapêutica e profilaxia é a maior determinante da resistência uma vez que põe em causa a sua eficácia. Quando um antimicrobiano começa a ser mais amplamente utilizado emerge, eventualmente, a resistência bacteriana a esse fármaco, a qual pode disseminar-se na Instituição (PNCI, 2002).

No que diz respeito aos factores ambientais, as Instituições de Saúde constituem ambientes onde se congregam tanto pessoas com infecções activas, como pessoas com risco elevado de contrair infecção. Os doentes com infecções ou portadores de microrganismos patogénicos que são internados no hospital, representam fontes potenciais de infecção para os outros doentes e para os profissionais. Todos os doentes que contraíam uma infecção no hospital poderão ser uma fonte adicional na cadeia de transmissão de infecção (PNCI, 2002).

As situações que originam grande concentração de doentes (sobrelotação) no hospital, transferências frequentes de um serviço para o outro e a concentração, numa dada área, de doentes altamente susceptíveis à infecção (por exemplo: recém-nascidos, queimados, cuidados intensivos), contribuem para o desenvolvimento de infecções nosocomiais (PNCI, 2002).

A flora microbiana pode contaminar objectos, dispositivos e materiais que seguidamente irão contactar com locais susceptíveis do doente. Para além disso continuam a ser identificadas novas infecções associadas a bactérias, por exemplo, transmitidas pela água (micobactérias atípicas) e/ou vírus ou parasitas (PNCI, 2002).

Neste contexto, é útil fazer uma estratificação das áreas hospitalares por risco de desenvolvimento de infecção da população respectiva. Segundo Martins (2001) num hospital podem ser considerados três níveis de risco – Áreas críticas, Semi-críticas e Não críticas – de acordo com o risco potencial de transmissão de infecção. De acordo Couto e Pedrosa (2004):

- Áreas críticas: são aquelas onde há maior número de pacientes graves, maior número de procedimentos invasivos e maior número de infecções. Exemplos: Bloco Operatório, Neonatologia, Unidade de Cuidados Intensivos, Serviço de Urgência, Unidades de Isolamento, entre outros.
- Áreas semi-críticas: são aquelas onde se encontram pacientes internados, mas o risco de infecção é menor. Exemplos: Enfermarias, Cirurgia de Ambulatório, entre outros;
- Áreas não críticas: são áreas hospitalares onde não há risco de transmissão de infecção. Áreas não ocupadas por pacientes ou destinadas a exames clínicos. Exemplos: Áreas administrativas, gabinetes médicos, gabinetes de exames de radiologia, ultra-sonografia, entre outros.

4.2. ASPECTOS DE SEGURANÇA RELACIONADOS COM ÁGUA

Segundo a OMS (2011) existem uma série de riscos que podem pôr em causa o abastecimento de água potável. Todos estes riscos podem afectar os edifícios, através das fontes de abastecimento externas (sistema de abastecimento público), ou serem

introduzidos directamente na rede distribuição da água, no interior dos edifícios. Estes perigos podem ser:

- 1) Agentes patogénicos entéricos (bactérias, vírus e protozoários) provenientes de contaminação fecal podem entrar no sistema por duas vias: através de falhas no abastecimento externo de água fornecida aos edifícios ou no sistema de distribuição da água do próprio edifício.
- 2) Microrganismos presentes no ambiente, como a *Legionella* e *Pseudomonas*, podem crescer em sistemas de distribuição e dispositivos que utilizem água, tais como torres de arrefecimento, banheiras e piscinas de água quente. A proliferação é promovida por condições tais como baixo fluxo, água estagnada e temperatura da água (tépida). Em unidades hospitalares, uma série mais alargada de bactérias e fungos tais como *Acinetobacter spp.*, *Aeromonas spp.*, *Burkholderia cepacia* e *Aspergillus* foram identificados como causa de infecções nosocomiais.
- 3) Produtos químicos provenientes de fontes externas, tais como industriais e agrícolas, podem entrar no sistema de abastecimento de água. Além disso, os riscos químicos podem advir de produtos utilizados nos processos de tratamento da água, da libertação contínua de materiais inadequados, ou provenientes da corrosão da canalização e outros materiais (por exemplo, cobre, chumbo, cádmio e níquel) utilizados nas condutas do sistema. A corrosão pode ainda ser agravada pela estagnação da água.

Para além disso, de uma forma geral, os edifícios apresentam um conjunto de ambientes diferentes com especificações próprias, do que resulta uma ampla variedade de condições e situações (eventos que representam diferentes riscos, quer para profissionais quer para utentes). A probabilidade de eventos perigosos ocorrerem é influenciada pelo tamanho e complexidade dos edifícios, podendo ser agravada por uma deficiente concepção, construção, utilização e manutenção. Estes eventos perigosos incluem:

- Baixo fluxo e estagnação da água devido a:
 - deficiente concepção, incluindo canalizações longas e terminais (pontos mortos);
 - uso descontínuo da água ou períodos prolongados sem utilização (por exemplo, ocupação sazonal).
- Controlo ineficiente da temperatura, incluindo:
 - capacidade de aquecimento insuficiente e má concepção de sistemas de água quente, incluindo canalizações extensas;

- temperaturas mais altas em sistemas de água fria devido à proximidade de sistemas de água quente, com deficiente isolamento.
- Utilização de materiais inadequados na canalização:
 - produtos que libertam substâncias químicas perigosas ou que favoreçam o crescimento de microrganismos;
 - materiais incompatíveis com as características físico-químicas da água fornecida para o edifício (levando ao aumento da corrosão).
- Tanques de armazenamento de água sem cobertura, favorecendo a contaminação externa.
- conexão cruzada com sistemas de água independentes (por exemplo, água da chuva recolhida nos telhados), sistemas de água da rede de incêndios ou sistemas de água reciclada e uma inadequada prevenção anti-retorno em dispositivos que funcionam com água (por exemplo, torres de refrigeração, permutadores de calor, caldeiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar loiça) e de áreas em que haja armazenamento de líquidos.
- Inadequada gestão de água utilizada em dispositivos (por exemplo, torres de refrigeração, fontes de água potável, banheiras de água quente e duchas, piscinas).
- Inadequada gestão, manutenção e reparação dos sistemas de água, agravadas pela indevida concepção das mesmas (por exemplo, esquemas não actualizados após modificações) e canalização mal identificada (por exemplo, distinguindo água potável, sistemas de águas residuais e água reciclada).

Segundo a OMS (2011), para determinar o risco para a saúde associado com os perigos dos sistemas de água nos edifícios, é necessário considerar:

- 1) a vulnerabilidade das pessoas que trabalham, vivem ou visitam o edifício;
- 2) o número de ocupantes e visitantes;
- 3) a frequência e duração de visitas;
- 4) os tipos de utilização da água e exposição.

Os grupos populacionais com maior risco de desenvolverem doenças transmitidas pela água são os lactentes e crianças jovens, imunocomprometidos e os idosos. Na maioria dos edifícios, a saúde e a vulnerabilidade dos utilizadores, visitantes, residentes e trabalhadores pode ser representativa da população em geral. No entanto, alguns edifícios serão utilizados ou visitados por um número maior de pessoas que são mais vulneráveis a doenças transmitidas pela água, como por exemplo: hospitais pediátricos, unidades

hospitalares de oncologia, unidades de queimados, centros geriátricos, entre outros OMS (2011).

Os doentes com patologia respiratória grave podem estar mais susceptíveis a estes microrganismos, por inalação (por exemplo, *Legionella* e micobactérias). Nos doentes sujeitos a hemodiálise, à sua vulnerabilidade a microrganismos, acresce ainda a endotoxinas, toxinas e contaminantes químicos, incluindo os desinfectantes utilizados no tratamento da água (OMS, 2011).

Devido aos avanços nos cuidados médicos, a susceptibilidade das pessoas ao desenvolvimento de doenças está a aumentar, particularmente nos países desenvolvidos. Isto porque a sociedade está cada vez mais envelhecida, é maior a sobrevida dos doentes com cancro e transplantados, são cada vez mais utilizadas terapêuticas imunossupressoras e técnicas cada vez mais invasivas (OMS, 2011).

A exposição é influenciada pela duração da ocupação, a frequência e duração das visitas, a natureza do edifício e o tipo de utilizador. Nas unidades hospitalares, a duração da exposição varia em função de se tratem de doentes (de longo ou curto internamento, em ambulatório ou consulta pontual), de visitas, profissionais de saúde ou empresas de manutenção e prestadoras de serviços (OMS, 2011).

O tipo e a natureza da exposição também são variados, neste sentido, o consumo de água, que representa a maior via de exposição, e os outros meios de transmissão devem ser considerados. Desta forma a exposição poderá advir: da ingestão directa de água, ou indirecta através do consumo de alimentos e bebidas; do contacto com a água nas práticas de higiene pessoal, como por exemplo o banho, bem como através do uso de piscinas e banheiras de hidroterapia; e da inalação de aerossóis produzidos nos chuveiros, saídas de água quente e fria, banheiras de água quente, piscinas, torres de arrefecimento ou resultantes dos subprodutos de desinfecção (no caso de piscinas interiores) de fontes decorativas ou sistemas de rega de jardins (OMS, 2011).

Na Unidade Hospitalar, a exposição pode estar associada a equipamentos, tais como humidificadores e nebulizadores. Também pode ocorrer pelo uso inadequado de água proveniente da rede predial de abastecimento, por exemplo, a água para irrigar feridas e queimaduras ou para lavar e enxaguar equipamentos médicos, bem como a utilizada em

hemodiálise deve ser rigorosamente tratada para garantir que é segura em termos microbiológicos e químicos (OMS, 2011).

Os perigos potenciais e eventos perigosos devem ser identificados e avaliados os níveis de risco, para que se possam estabelecer prioridades em termos da sua gestão. As avaliações de risco precisam de considerar a probabilidade e a gravidade dos riscos e eventos perigosos no contexto da exposição (tipo, duração e frequência) e a vulnerabilidade das pessoas expostas. Embora muitos perigos possam ameaçar a qualidade da água, nem todos representarão um risco elevado. O objectivo deve visar a distinção entre altos e baixos riscos para que possa ser prestada atenção à redução dos riscos com maior probabilidade de causar danos (OMS, 2011).

4.3. UTILIZAÇÕES DE ÁGUA EM MEIO HOSPITALAR

Segundo a OMS (2011), as unidades hospitalares tanto podem ser edifícios de grandes dimensões, como ser constituídas por um complexo de edifícios mais pequenos. Em qualquer das situações são dotados de extensas redes de abastecimento de água.

Dada a vulnerabilidade de alguns utentes, os hospitais sentem necessidade de aplicar, no ponto de entrada do edifício, um tratamento adicional à água proveniente da rede pública. As formas mais comuns de tratamento incluem a filtração, a desinfecção, a descalcificação e a desionização (OMS, 2011).

O tratamento também é recomendado no caso dos hospitais que utilizem fontes próprias para o abastecimento de água (por exemplo poços, furos). Destes processos pode advir a contaminação da água pelos produtos químicos utilizados no seu tratamento (por exemplo coagulantes, desinfectantes e sub-produtos oriundos da desinfecção). Este risco pode ainda ser agravado pelo facto de que nos quartos e enfermarias nem sempre a taxa de ocupação ser de 100%, pelo que o fluxo de água será variável e eventualmente ocorrerá a estagnação da água em alguns pontos da rede predial de abastecimento (OMS, 2011).

A água para consumo humano deve ser adequada para ingestão e para quaisquer actividades equiparadas ao uso doméstico, nomeadamente para os cuidados de higiene,

para a maioria dos doentes. Todavia pode haver situações em que seja necessário um processamento ou tratamento acrescidos da água para que esta passe a ser adequada para os doentes com necessidades especiais (doentes em Unidades de Cuidados Intensivos, em Unidades de Oncologia, Unidades de Transplantes ou Unidades de doentes insuficientes renais, são exemplos de Unidades vocacionadas para doentes imunocomprometidos e com risco acrescido de desenvolver doenças associadas a microrganismos transmitidos pela água por ingestão, contacto ou inalação). Nas Unidades em que os doentes se encontram em ambiente protector (em quarto de isolamento com ar filtrado e com dieta modificada) deve igualmente dar-se atenção à água de consumo, nomeadamente com o intuito de prevenir a legionelose (Bartram *et al.* 2007 citado por OMS 2011).

A inalação de aerossóis nos chuveiros de água quente e fria, de nebulizadores e humidificadores, têm sido identificados como vias de transmissão da *Legionella*, enquanto que a inalação dos aerossóis libertados pelo gelo tem sido associada a infecções contraídas por doentes imunocomprometidos ou doentes com patologia respiratória grave (OMS 2007 citado por OMS 2011).

A água potável, de acordo com o Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto (Qualidade da água destinada ao consumo humano), pode conter uma variedade de microrganismos que não representam preocupação, em termos de saúde, quando consumida, para a maioria dos doentes. No entanto, alguns microrganismos (por exemplo, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter*, *Aspergillus*) podem causar infecções graves no doente imunocomprometido (OMS, 2011).

Estes microrganismos também podem causar infecções se presentes na água utilizada para a irrigação de feridas ou queimaduras; na descontaminação de dispositivos médicos, como endoscópios, instrumentos cirúrgicos, ou outros equipamentos, como nebulizadores e humidificadores. A água usada para esses fins necessita ter outros requisitos de qualidade e características de forma a dar resposta às necessidades de utilização. Pode exigir um tratamento adicional, como a microfiltração, desinfecção ou esterilização, dependendo do uso (OMS, 2011).

A hemodiálise exige grandes volumes de água, com características químicas e microbiológicas muito mais exigentes, em termos de qualidade, relativamente às

requeridas para a água de consumo humano. A água usada para hemodiálise exige um tratamento especial para minimizar a presença de microrganismos e substâncias químicas, incluindo os desinfetantes residuais (OMS, 2011).

Os sistemas de distribuição de água quente devem ser mantidos a temperaturas mais baixas (água tépida) ou ter instaladas válvulas termostáticas misturadoras antes do ponto de utilização, por forma a reduzir o risco de queimaduras (geralmente entre 41-45 °C). Contudo, a manutenção destas temperaturas tépidas é favorável ao crescimento de microrganismos patogénicos (OMS, 2011).

As Unidades Hospitalares devem ainda ter cuidados acrescidos com a água utilizada em piscinas de hidroterapia, onde se realizam tratamentos, com as máquinas de gelo e fontes de água ou “bebedouros” (OMS, 2011).

As unidades de cuidados pediátricos acolhem crianças muito jovens, mais susceptíveis ao desenvolvimento de doenças. A este facto acresce ainda que nem sempre a criança tem todos os seus hábitos de higiene bem desenvolvidos ou sedimentados pelo que as instalações sanitárias e pontos de utilização de água (torneiras) devem ser alvo de cuidados redobrados e serem frequentemente limpas. Em relação ao risco químico, as crianças mais pequenas são mais sensíveis a contaminantes como o chumbo, oriundo da corrosão e libertação prolongada de metais, que por sua vez pode ser exacerbada pelo uso descontínuo de água, ou estagnação (em períodos de férias ou desocupação). Em relação ao risco físico, os sistemas de água quente devem ser mantidos a baixas temperaturas ou dispor de válvulas termoestáticas de mistura para reduzir o risco de queimaduras (OMS, 2011).

De acordo com o PNCI (2002), as características físicas, químicas e bacteriológicas da água utilizada nas instituições de saúde, devem cumprir os regulamentos, nacionais e internacionais, em vigor. A Unidade Hospitalar é responsável pela qualidade da água após a sua entrada na sua rede de distribuição predial.

Para utilizações clínicas específicas pode ser necessário tratar a água retirada da rede pública (tratamento físico ou químico) uma vez que os critérios da água potável geralmente não são adequados (são insuficientes) para usos clínicos mais específicos (PNCI, 2002).

A água com qualidade para consumo humano deve ser segura para ingestão, nesse sentido, as normas nacionais e as recomendações internacionais definem os critérios apropriados. Se não for submetida a tratamento adequado, a contaminação fecal pode ser suficiente para causar infecção através da confecção de alimentos, da lavagem de equipamentos e materiais, nos cuidados gerais aos doentes e pode também haver infecção através da inalação de vapor ou de aerossóis (*Legionella pneumophila*) (PNCI, 2002).

Mesmo a água que está conforme os critérios estabelecidos pode transportar microrganismos patogênicos. Os microrganismos presentes na água da torneira têm sido frequentemente implicados em infecções nosocomiais (Figura 17) (PNCI, 2002).

Bactérias Gram negativas

Pseudomonas aeruginosa
Aeromonas hydrophila
Burkholderia cepacia
Stenotrophomonas maltophilia
Serratia marcescens
Flavobacterium meningosepticum
Acinetobacter calcoaceticus
Legionella pneumophila e outras

Micobactérias

Mycobacterium xenopi
Mycobacterium chelonae
Mycobacterium avium-intracellulare

Figura 17 - Alguns microrganismos causadores de infecção através da Água.

Fonte: PNCI, 2002, p. 75.

Apesar de já não ser prática corrente na actualidade, houve evidência no passado de infecção de feridas (queimaduras, feridas cirúrgicas), das vias respiratórias e outros locais (através de equipamento semicrítico, como endoscópios enxaguados com água da torneira após a desinfecção), associadas a microrganismos presentes na água. A *Legionella* spp. encontra-se nas redes de água quente, onde a temperatura favorece o seu desenvolvimento no interior dos fagossomas dos protozoários; os pulverizadores das torneiras facilitam a proliferação destes e outros microrganismos, como a *Stenotrophomonas maltophilia* (PNCI, 2002).

Os equipamentos que utilizam água da torneira podem constituir um risco: máquina de gelo, unidades dentárias, instalações para lavagem ocular ou do ouvido, entre outros (PNCI, 2002).

As banheiras podem ser utilizadas para a higiene (doentes, bebés) ou para fins específicos (queimados, reabilitação nas piscinas). A *Pseudomonas aeruginosa* é o agente infeccioso principal nas banheiras. Pode originar uma foliculite (geralmente benigna), otite externa, que pode atingir alguma gravidade (nos diabéticos, imunocomprometidos), e infecções de feridas. Também pode haver transmissão de outros microrganismos (*Legionella*, micobactérias atípicas – com granuloma das piscinas, enterobactérias, como o *Citrobacter freundii*) (PNCI, 2002).

As infecções virais podem também ser transmitidas em banheiras comunitárias (*Molluscum contagiosum*, papilomavirus), através do contacto com superfícies contaminadas podendo também haver transmissão de infecções parasitárias como criptosporidiose, giardíase e amebíase. As Unidades Hospitalares devem cumprir a regulamentação em vigor para as piscinas e banheiras. Para o efeito, deve haver protocolos escritos para a desinfecção de materiais e equipamentos, devendo-se monitorizar a adesão às práticas. São exemplos de boas práticas, a restrição de utilização de banheiras comunitárias por doentes com infecções activas assim como a protecção com penso oclusivo (impermeável) das portas de entrada de dispositivos percutâneos (PNCI, 2002).

Devem ser cumpridos os parâmetros físicos, químicos, bacteriológicos e biológicos na utilização de água para fins clínicos (PNCI, 2002). Segundo a Farmacopeia Portuguesa 9.0 (Infarmed, 2009), são consideradas águas de uso farmacêutico:

- 1) Água altamente purificada (líquido límpido e incolor) – água utilizada na preparação de medicamentos quando se requer uma água de elevada qualidade biológica, salvo nos casos em que se exige a utilização de “Água para preparações injectáveis”. É obtida por processos apropriados (por exemplo, osmose inversa de dupla passagem, associada a outras técnicas como a ultrafiltração e desionização) a partir da água para consumo humano, de acordo com o Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto;
- 2) Água purificada (líquido límpido e incolor) – água utilizada na preparação de formas farmacêuticas que normalmente não necessitam obrigatoriamente de ser estéreis nem isentas de pirogénios;
- 3) Água para preparações injectáveis (líquido límpido e incolor), que deve ser estéril: água destinada, quer à preparação de medicamentos para administração por via parentérica de veículo aquoso (água para preparações injectáveis a granel), quer

para a dissolução ou a diluição de substâncias ou preparações para administração por via parentérica (água esterilizada para preparações injectáveis). É obtida a partir da água para consumo humano ou da água purificada que é destilada em aparelho próprio que a torna isenta de pirogénios.

- 4) Água para diluição de soluções concentradas para hemodiálise (líquido límpido, incolor e insípido): água obtida a partir de água potável por destilação, por osmose inversa, por desionização ou por outro processo apropriada. As condições de transporte e de conservação deverão minimizar o risco de contaminação química e microbiana. Convém tomar em consideração a presença eventual de resíduos provenientes do tratamento da água (por exemplo, cloraminas) e de hidrocarbonetos hidrogenados voláteis.

No caso da diálise, a contaminação pode induzir infecção (as bactérias passam do dialisado para o sangue) ou reacções febris devido a endotoxinas pirogêneas, resultantes da degradação das membranas de bactérias Gram negativas. Segundo PNCI (2002), o Centers of Disease Control and Prevention recomenda que a água para diálise deve conter:

- menos de 200 coliformes/ml de água utilizada na diluição;
- menos de 2000 coliformes/ml de dialisado.

A Farmacopeia Portuguesa 9.0 estabelece, relativamente à contaminação microbiana, que água utilizada na diluição de soluções concentradas para hemodiálise satisfaz até ao limite do número total de germes aeróbios viáveis de 10^2 microrganismos por mililitro (determinado por contagem em placas de gelose). Relativamente à endotoxinas bacterianas, o limite máximo é de 0,25 U.I./ml (Infarmed, 2009).

Os níveis de microrganismos no dialisado devem ser monitorizados mensalmente. Os valores referentes aos coliformes irão baixando com as melhorias na produção da água, uso de membranas com melhor permeabilidade e melhor conhecimento do papel dos produtos bacterianos nas complicações da diálise prolongada. As novas técnicas (hemofiltração, filtração em linha) requerem normas mais rigorosas para água de diluição e das soluções para hemodiálise PNCI (2002).

Os regulamentos para a análise da água (nacionais, para a água potável; da Farmacopeia, para as águas de uso farmacêutico) definem os critérios, níveis de impurezas e técnicas de

monitorização. Para as situações em que não existem regulamentos, os parâmetros devem ser apropriados para a utilização prevista e para os requisitos dos utilizadores (incluindo factores de risco para os doentes) PNCI (2002).

Os métodos utilizados devem ajustar-se ao uso previsto. Os métodos bacteriológicos, clínicos e bioquímicos não se adaptam, necessariamente, às análises ambientais, podendo dar resultados falsamente seguros (PNCI, 2002).

Na análise dos ecossistemas da água devem ter-se em conta dois aspectos (PNCI, 2002):

1) o biofilme (consiste em microrganismos - vivos ou mortos - e macromoléculas de origem biológica que se acumulam em forma de um gel complexo nas superfícies das condutas e reservatórios.);

2) os níveis de “stress” para o microrganismo (nutrientes, exposição a agentes antibacterianos físicos ou químicos).

Trata-se de um ecossistema dinâmico com uma grande variedade de agentes (bactérias, algas, leveduras, protozoários, nemátodos, larvas de insectos, moluscos) iniciando-se com a matéria orgânica biodegradável da água. Este biofilme constitui um reservatório dinâmico para microrganismos (incluindo agentes patogénicos, como *Legionella* e *Pseudomonas aeruginosa*). Os microrganismos podem ser libertados para a circulação através da fricção na superfície do biofilme ou pelo impacto mecânico de vibrações (como as que ocorrem durante as obras) (PNCI, 2002).

Uma boa gestão da rede de distribuição de água inclui a identificação de todas as utilizações da água na totalidade do edifício. Sempre que existem várias fontes de abastecimento de água (por exemplo água fornecida pelo sistema de abastecimento público, através da recolha de água da chuva e águas recicladas), devem ser devidamente definidas as indicações de utilização dessas águas (OMS, 2011).

Portanto, devem estar bem definidos todas as reais e potenciais utilizações de água, bem como os requisitos de qualidade para os diferentes grupos de utilizadores do edifício. Esta análise pode ser feita com base numa lista que prevê os diferentes usos possíveis, por exemplo, água para beber, tomar banho, confecção de alimentos, lavar roupa, descargas de autoclismos, higiene e limpeza, usos técnicos, rega, combate a incêndios ou actividades de

lazer. Também devem ser identificados usos mais específicos (por exemplo, prestação de cuidados médicos e odontológicos) assim como para o abastecimento de outros equipamento (por exemplo, torres de arrefecimento, piscinas, refrigeradores de água, fontes de água ou “bebedouros”) (OMS, 2011).

Os diversos usos e as qualidades da água requeridas para esses usos devem ser descritos de forma clara, recorrendo a uma classificação rigorosa, particularmente em edifícios com utilizações múltiplas (por exemplo, Unidades Hospitalares e outras Unidades de Prestação de Cuidados de Saúde). Por exemplo, a Tabela 14 fornece uma descrição das utilizações da água em Centros de Saúde em França. O volume de água requerido em cada ponto de utilização determina os índices de fluxo, ou caudal, necessários. Partindo desta premissa, e em conjunto com a análise das capacidades da rede de abastecimento de água, é fundamental a identificação das áreas de menos fluxo e com maior probabilidade de haver estagnação de água (pelo risco de contaminação microbológica e química da água). Neste sentido, devem ser identificadas as zonas do edifício com ocupação variável ou sazonal (OMS, 2011).

Tabela 14 - Classificação das águas utilizadas em Edifícios de Prestação de Cuidados de Saúde em França.

Quality 1. Water not submitted to any treatment within the health-care building
1.1: Water dedicated to drinking and food preparation
1.2: Water for regular care
Quality 2. Specific water treated within a health-care setting complying with defined criteria in accordance with usages
2.1: Bacteriologically controlled water
2.2: Hot water
2.3: Water from hydrotherapy pools
2.4: Water from hot tubs and shower jets
2.5: Water for haemodialysis
2.6: Purified water (drug preparation)
2.7: Highly purified water (for injection)
2.8: Drinking-water from fountains
Quality 3. Sterile waters
3.1: Diluents for injections
3.2: Water for irrigation (pouring water)
3.3: Sterilized drinking-water
Quality 4. Water for technical use^a
4.1: Cooling network
4.2: Laundry
4.3: Boilers

^a Water used as feed water and so on in, for example, cooling networks, boilers and laundry machines.
 Note: only Quality 1, Quality 2 and Quality 3 are produced directly from the water network.
 Adapted from Ministry of Health (France) (2004).

Fonte: OMS, 2011, p. 35.

4.4. EFICIÊNCIA HÍDRICA EM MEIO HOSPITALAR: APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Em todo o mundo, as Instituições de Saúde dedicam-se à prestação de cuidados de saúde com elevados níveis de qualidade e de uma forma eficaz, em termos de custos. No entanto, no cumprimento desta grande missão, que é cuidar de pessoas, estas exercem impactes sobre o meio ambiente (Environment Science Center, s/d.).

Desde a utilização eficiente da água até à eliminação adequada dos resíduos hospitalares, as Instalações de Saúde têm vindo a descobrir que a máxima “do no harm” é aplicável, não apenas aos seus pacientes, mas aos seus Profissionais, ao Ambiente e às comunidades envolventes (Environment Science Center, s/d.).

Nos Estados Unidos, os Hospitais habitualmente consomem entre 300 a 550 litros de água por cama/dia. No entanto, na Alemanha os consumos atingem os 300 a 611 litros de água/cama/dia ou 300 a 1 000 litros por utente/dia (Environment Science Center, s/d.).

Segundo Silva-Afonso (2001), na década de 90 os valores registados nos Hospitais da Universidade de Coimbra correspondiam a 750 litros/cama/dia, valor este que subia para 900 litros/cama/dia quando se consideravam os espaços exteriores. Nas Instituições de Saúde os consumos de água dependem do número de pacientes internados e em regime de ambulatório, dos equipamentos utilizados, da dimensão e idade da Instituição/Edifício, do número e tipos de Serviços que alberga, e das necessidades de manutenção (Environment Science Center, s/d.).

Outros factores contribuem para estes consumos, como sejam, os esterilizadores a vapor (autoclaves), diversos procedimentos médicos, Sistema AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), sanitários, equipamentos de Raios-X e os Serviços de alimentação e lavandaria. É importante que estas áreas sejam avaliadas para identificação dos processos/utilizações onde seja viável reduzir o consumo de água ou recorrer a origens alternativas de água (Environment Science Center, s/d.).

A Figura 18 ilustra os consumos médios de água por Sector em sete Hospitais seleccionados aleatoriamente, cujas capacidades variavam entre as 130 e 500 camas e com consumos de água, aproximadamente, entre 56 milhões a 548 milhões de litros.

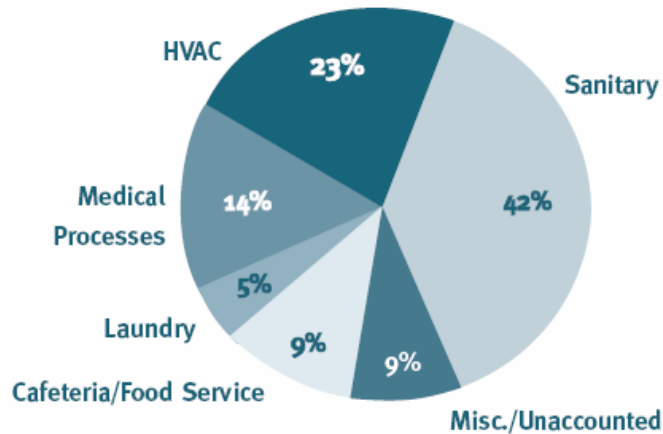


Figura 18 - Sectores hospitalares detentores de maiores consumos de água.

Fonte: Environment Science Center, s/d, p.12.

Como é expectável, os grandes hospitais consomem mais recursos e produzem mais emissões atmosféricas que os de menores dimensões, isto é, o seu impacte ambiental é maior. Neste sentido, a Figura 19 demonstra que existe uma relação directa entre o n.º de camas de uma Instituição hospitalar e o seu consumo de água e energia (Environment Science Center, s/d).

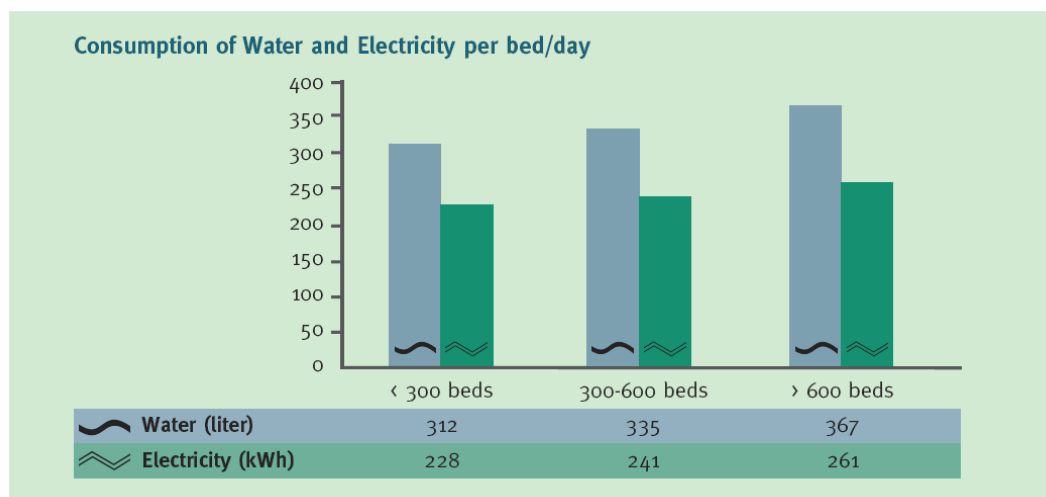


Figura 19 - Consumo de água e energia por cama nos Hospitais Europeus, à medida que o n.º de camas aumenta.

Fonte: Environment Science Center, s/d, p. 10.

De acordo com o Environment Science Center (s/d), estão disponíveis várias possibilidades para a redução do consumo de água nas Instituições de Saúde, incluindo:

- Autoclaves com injeção de ar;
- Torneiras de sensor (que comanda a abertura da água enquanto a pessoa lava as suas mãos e o seu encerramento quando a pessoa as retira);
- Válvulas redutoras de pressão que controlam a quantidade de água;
- Ciclos curtos nas válvulas temporizadas;
- Dispositivos de caudal reduzido (chuveiros, torneiras, entre outros);
- Autoclismos eficientes (de dupla descarga ou descarga interrompida);
- Recurso a métodos de limpeza sustentáveis;
- Aproveitamento da água da chuva.

Os edifícios, nomeadamente as Instituições de Saúde, podem usar fontes de água próprias ou aumentar o abastecimento externo de água recorrendo a fontes específicas, como por exemplo, as águas pluviais, poços, nascentes e furos (Figura 20). Se a água proveniente de fontes próprias não servir a finalidade do consumo humano (por exemplo, usada na descarga de autoclismos), devem ser previstas certas precauções (por exemplo, sinais de alerta) para evitar que esta água seja indevidamente usada como água com qualidade para consumo humano, ou de poder estar ligada a fontes de água para consumo humano (OMS, 2011).

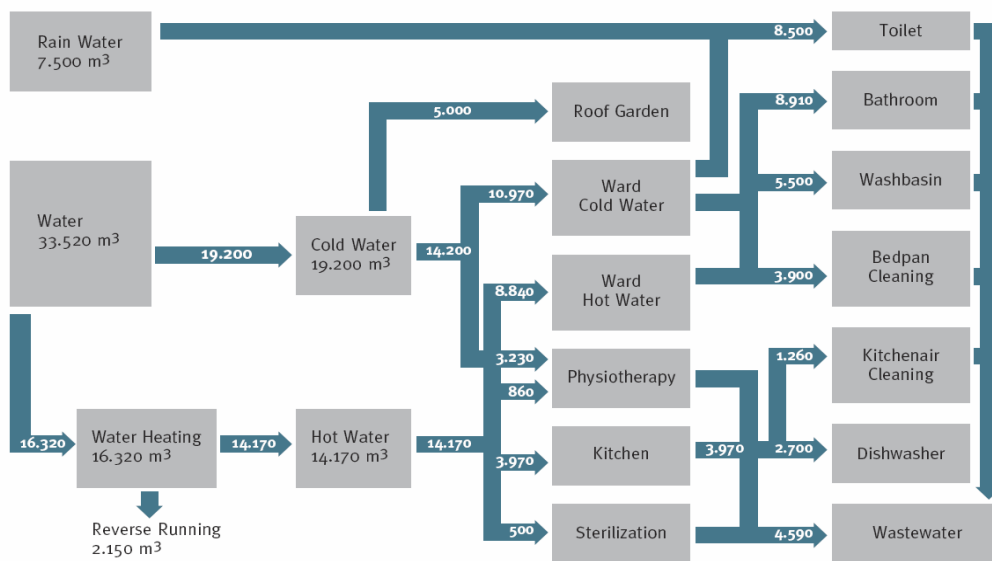


Figura 20 - Diagrama demonstrativo do circuito de utilização da água num Hospital.

Fonte: Environment Science Center, s/d, p. 39.

IV – APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM MEIO HOSPITALAR: ESTUDO DE CASO

1 – ESTUDO DE CASO: HOSPITAL DISTRITAL DA FIGUEIRA DA FOZ, E.P.E.

1.1 - CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE HOSPITALAR ESTUDADA

O Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E. (HDFE, E.P.E.) é um Estabelecimento de Saúde com Internamento - CAE n.º 86100, de acordo com o Decreto-lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro, que aprova a Classificação Portuguesa das Actividades Económicas (CAE). Tem a sua sede social na Gala, freguesia de São Pedro, concelho da Figueira da Foz (Figura 21).



Figura 21 - Localização geográfica do Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.

Fonte: Google maps [acesso em 2011 Ago 16]. Disponível em: <http://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl>.

Através do Decreto-Lei n.º 233/2005, de 29 de Dezembro, foi constituída pessoa colectiva de direito público de natureza empresarial dotada de autonomia administrativa, financeira e patrimonial nos termos do Decreto-Lei n.º 558/99, de 17 de Dezembro, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 300/2007, de 23 de Agosto, e do artigo 18.º do anexo da Lei n.º 27/2002, de 08 de Novembro (HDFE, E.P.E., 2011).

A sua actividade é regida de forma a assegurar a prestação de cuidados de saúde de qualidade à população em geral, acessíveis em tempo oportuno e a garantir a sustentabilidade económica e financeira do Hospital, promovendo a eficiência na utilização dos recursos e a eficácia nos resultados. Tendo em conta as expectativas e necessidades dos utentes, o HDFE, E.P.E. deverá ter como política de qualidade a melhoria contínua dos cuidados. Enquanto Instituição do Serviço Nacional de Saúde, o HDFE, E.P.E., deverá igualmente assumir os compromissos neste contexto, garantir o cumprimento das leis de base para a Saúde e concretizar as metas e objectivos estabelecidos com a Tutela (HDFE, E.P.E., 2011).

No desenvolvimento da actividade do HDFE, E.P.E. deverão estar presentes os critérios subjacentes à rede de referenciação dos doentes, à continuidade de cuidados, á articulação funcional com os cuidados primários e outras Instituições do Serviço Nacional de Saúde, numa dinâmica de actuação orientada para o doente e para os resultados (HDFE, E.P.E., 2011).

A Região Centro do País é caracterizada por múltiplas unidades de saúde públicas e privadas que concorrem directamente com o HDFE, E.P.E., sendo imprescindível a afirmação do HDFE, E.P.E. na região enquanto Unidade de Saúde de referência, prestadora de cuidados diferenciados e de qualidade (HDFE, E.P.E., 2011).

Dispõe actualmente de 144 camas e serve todo o concelho da Figueira da Foz e uma parte dos concelhos de Montemor-o-Velho, Soure, Cantanhede, Mira e Pombal (HDFE, E.P.E., 2011). O Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E. apresenta uma estrutura funcional e hierárquica bem definida, organizada em serviços que prestam cuidados de saúde aos doentes, serviços de suporte à prestação de cuidados de saúde e serviços de gestão logística, cujo organigrama se apresenta na Figura 22 (HDFE, E.P.E., 2011).

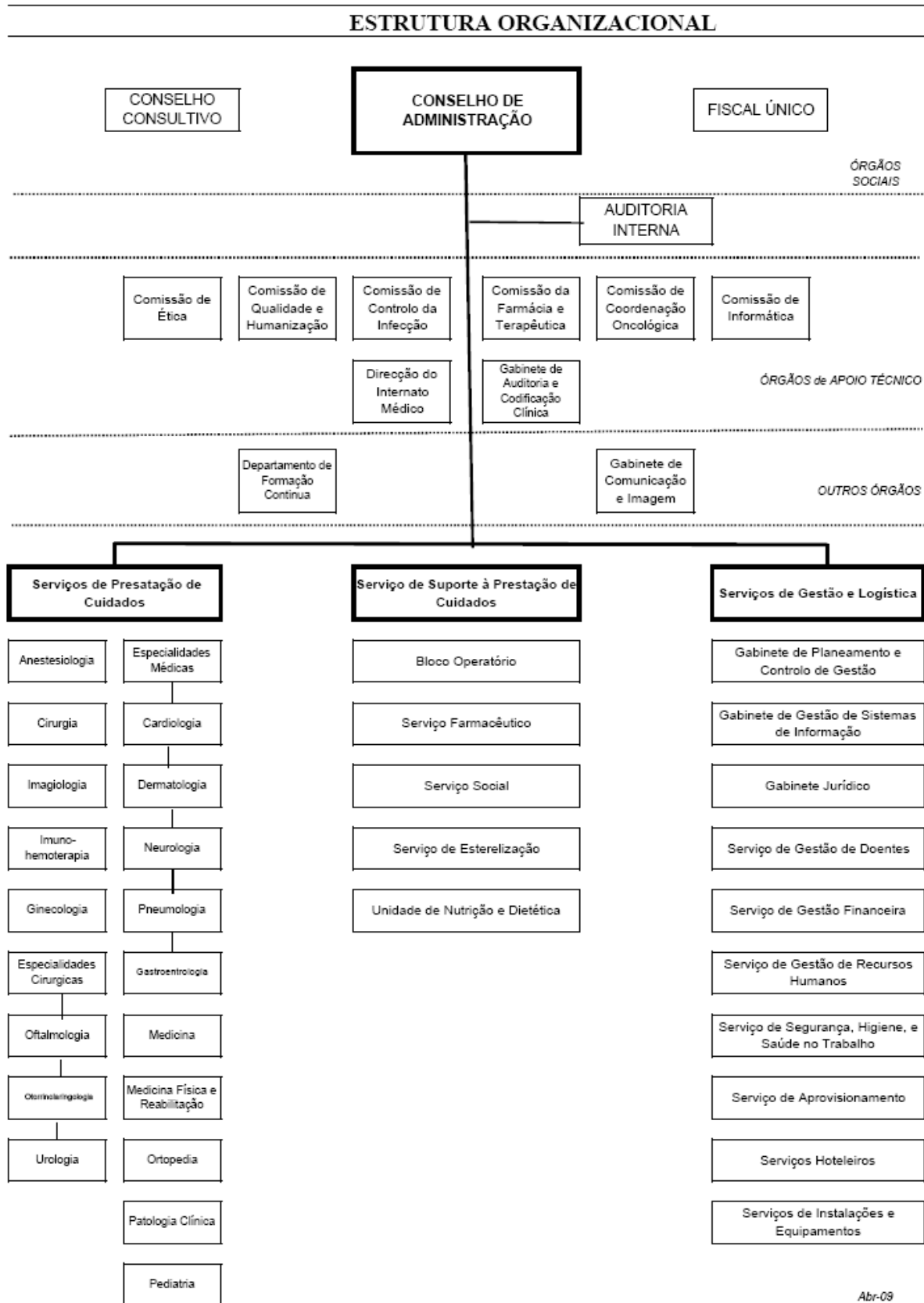


Figura 22 - Organigrama do HDFS, E.P.E.

Fonte: HDFS, E.P.E.

Em termos de Recursos Humanos, possui 656 trabalhadores (a 31 de Dezembro de 2010) pertencentes a diferentes grupos profissionais, como se apresenta na Tabela 15 (HDFE, E.P.E., 2011).

Tabela 15 - Número de trabalhadores do HDFE, E.P.E. por Grupo Profissional.

Grupos Profissionais do HDFE, E.P.E.	Nº de Trabalhadores
Membros do Conselho de Administração	5
Pessoal Dirigente	2
Pessoal Médico	147
Pessoal Técnico Superior de Saúde	8
Pessoal Técnico Superior	26
Pessoal de Informática	4
Pessoal de Enfermagem	197
Pessoal Técnico de Diagnóstico e Terapêutica	53
Assistente Técnico	64
Assistente Operacional	149
Pessoal Religioso – Capelão	1

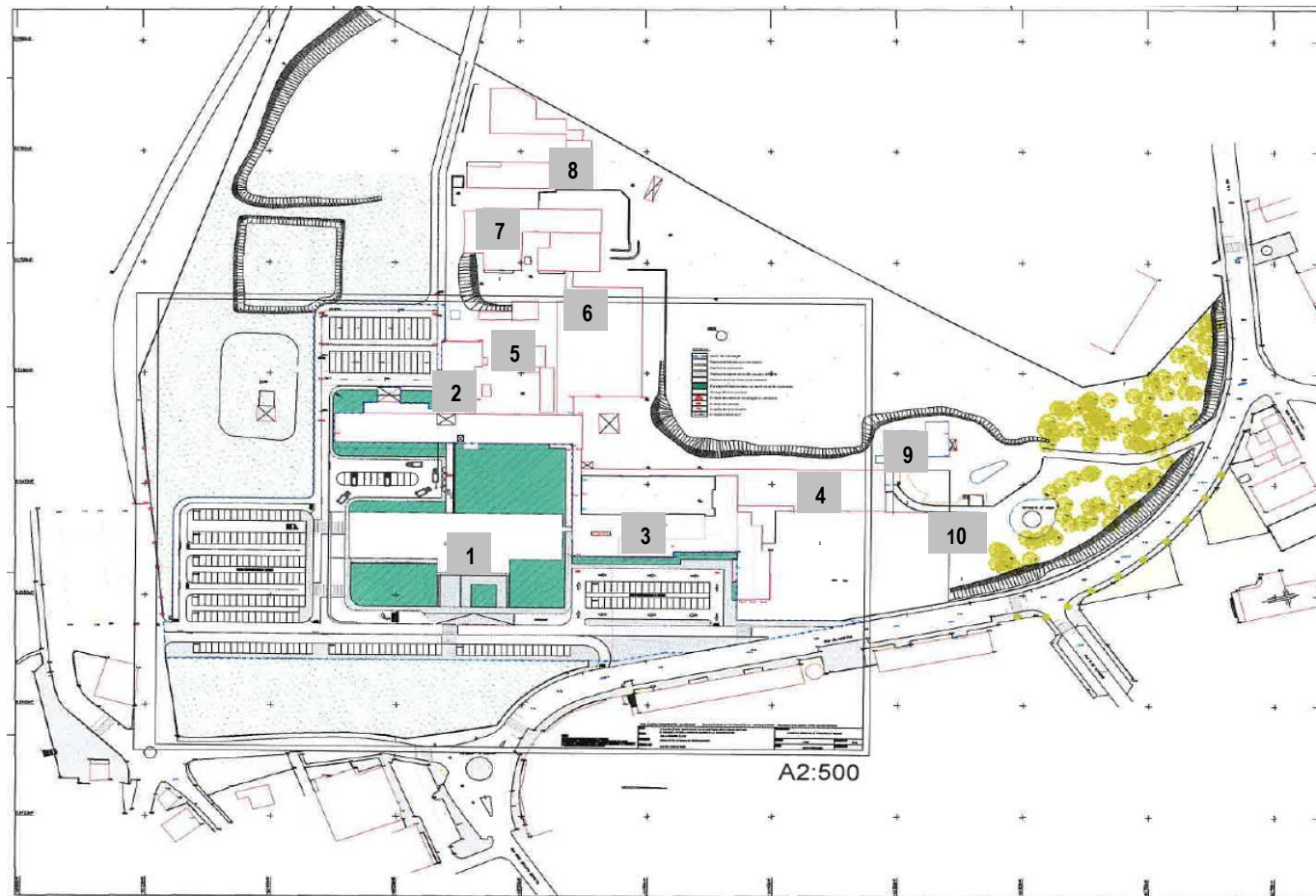
Fonte: HDFE, E.P.E., 2011.

Possui de área total do terreno 86.191 m², área bruta de construção 19.819 m² e área coberta 12.977 m². Relativamente ao tipo de construção, trata-se de um edifício de construção tradicional, com estrutura em betão armado, paredes em alvenaria de tijolo e cobertura plana em chapa de zinco. Relativamente ao edifício de Urgência e Consulta Externa, de construção mais recente, possui cobertura plana em gralilha.

Seguidamente, apresenta-se na Figura 23 a Planta Topográfica do HDFE, E.P.E. onde é possível identificar:

- a) O edifício recente de Urgência e Consulta Externa, constituído por dois pisos. (representado na Figura 23 pelo número 1);
- b) As instalações mais antigas no HDFE, E.P.E, representadas na Figura 23 pelos números:
 - 2- Edifício mais central, constituído por 4 pisos, onde ficam situados alguns Serviços de Internamento (nomeadamente a Ortopedia, Cirurgia, Pediatria), Serviços Administrativos e o Conselho de Administração, Bloco Operatório, Imagiologia, entre outros;

- 3- Serviço de Especialidades Médicas e espaço da antiga Pediatria, actualmente desocupado (piso térreo);
- 4- Serviço de Medicina (piso térreo);
- 5- Central Térmica (piso térreo);
- 6- Zona administrativa, de Gabinetes Médicos e Refeitório (piso térreo);
- 7- Arquivo, Rouparia, Zona Técnica (constituída por 2 pisos);
- 8- Aprovisionamento, Oficinas, INEM (piso térreo);
- 9- Morgue (piso térreo);
- 10- Arquivo morto (constituído por dois pisos).



Legenda: 1- Edifício de Urgência e Consulta Externa; 2- Edifício mais central, onde se localizam (Serviços de Internamento - por exemplo, Ortopedia, Cirurgia, Pediatria, Serviços Administrativos e o Conselho de Administração, Bloco Operatório, Imagiologia, entre outros; 3- Serviço de Especialidades Médicas e espaço da antiga Pediatria; 4- Serviço de Medicina; 5- Central Térmica; 6- Zona administrativa, de Gabinetes Médicos e Refeitório; 7- Arquivo, Rouparia, Zona Técnica; 8- Aproveitamento, Oficinas, INEM; 9- Morgue; 10- Arquivo morto

Figura 23 - Planta Topográfica do HDFS, E.P.E.

Fonte: HDFS, E.P.E

1.2 – CARACTERIZAÇÃO HÍDRICA DO HOSPITAL DISTRITAL DA FIGUEIRA DA FOZ, E.P.E.

Este bem essencial à vida reverte-se cada vez de maior importância. No Meio Hospitalar a sua utilização é intensa e imprescindível ao funcionamento do processo, quer de forma directa quer indirectamente. O abastecimento de água para todas utilizações existentes no HDFF, E.P.E. é efectuado através da rede pública pela Empresa Municipal Águas da Figueira, S.A (Entidade Gestora), e apresenta qualidade para consumo humano ao abrigo do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

Seguidamente, apresentam-se na Tabela 16, os consumos anuais de água no HDFF, E.P.E., de 2008 a 2010 e a média anual de consumo nesse período:

Tabela 16 - Consumos de água no HDFF, E.P.E. no período de 2008 a 2010.

Consumos de Água no HDFF, E.P.E (2008-2010)			
	2008	2009	2010
Janeiro	7.844	7.783	8.194
Fevereiro			
Março	6.594	4.676	2.968
Abril		7.953	7.454
Maio			3.425
Junho	7.609	13.640	3.653
Julho	3.639	4.993	10.024
Agosto	8.399	6.430	2.782
Setembro	3.793	9.423	3.784
Outubro	6.448	3.790	3.463
Novembro	9.033	6.280	3.591
Dezembro		2.888	3.093
Consumo anual (m³)	53.359	67.856	52.431
Média de consumo 2008-2010	57.882 m³		

Fonte: Facturação das Águas da Figueira, SA (Entidade gestora) – HDFF, E.P.E.

A percentagem de consumo de água por Serviços/ utilizações com contribuição significativa para o consumo total de água do HDFF, E.P.E., é exposta na Tabela 17 (com base na chave de imputação de consumos globais do HDFF, E.P.E. (%), apresentada no Anexo I).

Tabela 17 - Serviços/utilizações com consumos de água mais elevados no HDFF, E.P.E.

Serviço/utilização		% consumos por Serviços/ Utilizações relativamente ao consumo total de água	
Serviço de Instalações e Equipamentos	Central Térmica	42,4%	44%
	Oficinas	1,15%	
	Central de Gases medicinais	0,05%	
	Serviço de viaturas	0,2	
	Tamisador de águas residuais	0,1	
	Outros	0,1	
Serviços Hoteleiros – Nutrição e dietética		10%	
Serviço de Consulta Externa	Actos complementares de diagnóstico e terapêutica (Cardiologia, Pneumologia, Urologia, Pediatria, Ginecologia/Obstetrícia, Oftalmologia, Otorrino, Dermatologia, gastroenterologia, neurologia)	3,25%	5,85%
	Gabinetes médicos	2,6%	
Serviços Hoteleiros – Higiene e limpeza		5%	
Medicina Física e reabilitação (Tinas de Hidromassagem)		4%	
Serviço de Medicina (Enfermaria)		2,9%	
Serviço de Urgência (Urgência Cirúrgica, Pediátrica, Ortopédica, de Medicina, de Urologia, de Otorrino)		2,85%	
Laboratório de Patologia Clínica		2,5%	
Serviço de Cirurgia (Enfermaria)		2,4%	
Serviço de Ortopedia (Enfermaria)		2,3%	
Esterilização		1,5%	
Bloco Operatório		1,4%	
Serviços hoteleiros – Gestão de parques verdes e espaços exteriores		1,3%	
Oficinas		1,15%	
Serviço de Especialidades Médicas (Enfermaria)		0,8%	
Laboratório de Imunohemoterapia		0,7%	
Imagiologia		0,6%	
Morgue		0,6%	

Fonte: Adaptado de HDFF, E.P.E.

Apresenta-se de seguida, na Tabela 18, o levantamento das várias utilizações de água por Serviço.

Tabela 18 - Utilizações de Água no HDFS, E.P.E. por Serviço.

Utilizações de Água Zonas do HDFS, E.P.E.	Descargas de bacias de retrete/ pias de despejo	Higiene pessoal (lavagem das mãos e banhos)	Higiene e limpeza do Ambiente hospitalar	Higiene e Descontaminação de dispositivos médicos	Rega de zonas verdes	Lavagem de pavimentos exteriores	Lavagem mecânica de roupas (material de limpeza)	Ingestão de Água	Piscina e Tinas de hidromassagem	Usos Industriais (redes de incêndio, AVAC e Central Térmica) (1)	Equipamentos Analisadores	Usos farmacêuticos	Confecção de Alimentos	Lavagem de Automóveis
Bloco Operatório	✓	✓	✓	✓				✓						
SIE - Central Térmica (Casa das máquinas)	✓	✓	✓					✓		✓				
Cirurgia de Ambulatório	✓	✓	✓	✓				✓						
Consulta Externa	✓	✓	✓	✓				✓						
Enfermarias*	✓	✓	✓	✓				✓						
Esterilização	✓	✓	✓	✓				✓						
Farmácia	✓	✓	✓					✓				✓		
Hospital de Dia	✓	✓	✓	✓				✓						
Imagiologia	✓	✓	✓	✓				✓						
Laboratório de Imunohemoterapia	✓	✓	✓	✓				✓			✓			
Laboratório de Patologia Clínica	✓	✓	✓	✓				✓			✓			
Medicina Física e Reabilitação	✓	✓	✓	✓				✓	✓					
Morgue	✓	✓	✓	✓				✓						
SIE - Oficinas	✓	✓	✓					✓		✓				✓
Serviço de Urgência	✓	✓	✓	✓				✓						
Serviços Administrativos **	✓	✓						✓						
Serviços hoteleiros – Gestão de jardins e parques exteriores	✓	✓			✓	✓		✓						
Serviços hoteleiros – Higiene e Limpeza hospitalar	✓	✓	✓				✓	✓						
Serviços hoteleiros – Rouparia	✓	✓	✓					✓						
Serviços hoteleiros – Alimentação e dietética (Cozinha, Refeitório e Bares)	✓	✓	✓					✓					✓	

* - As Enfermarias referidas dizem respeito aos internamentos de Pediatria, Cirurgia, Ortopedia, Especialidades Médicas, Especialidades Cirúrgicas, Medicina e Cirurgia de Ambulatório;

** - Os Serviços Administrativos referidos dizem respeito à Biblioteca, Arquivo, Aprovisionamento, Recursos Humanos, Administração, Serviço Jurídico, Serviços Financeiros, Serviço de Controlo de Gestão, Auditoria Interna, Gestão de Risco, Serviço de Admissão de Doentes, Pré-facturação clínica, Comissão de Controlo de Infecção, Serviço de Higiene, Segurança e Medicina no Trabalho, Gabinete de Qualidade e Acreditação, Serviço Social, Serviço Religioso, Departamento de Formação contínua, Serviço de Informática, Serviços Gerais;

✓ - Existe utilização de água para a finalidade descrita;

Sombreado - Não utilização da água para a finalidade descrita;

(1) – Embora exista Rede de Incêndio Armada (RIA) no HDFS, E.P.E., esta não se apresenta funcional porque é alimentada directamente pela rede pública de abastecimento de água, devendo estar ligada a um reservatório equipado com grupo de bombagem.

SIE – Serviço de Instalações e Equipamentos.

1.3. METODOLOGIA DO ESTUDO

1.3.1. Oportunidades de poupança de água através recolha da águas pluviais

Efectuou-se o levantamento das áreas dos telhados do HDFF, E.P.E. (área coberta) disponível para recolha das águas pluviais. Segundo ANQIP (2009), não se devem considerar como superfícies de recolha aquelas que estejam em contacto periódico com fontes poluidoras (como por exemplo, zonas técnicas). Assim, para o estudo, considerou-se toda a área coberta do HDFF, E.P.E. (12.977m²) com excepção dos telhados da Central Térmica (350 m²), representados na Figura 23 – Planta Topográfica do HDFF pelo número 5 da respectiva Legenda, uma vez que é nestes que se localiza a chaminé das caldeiras cujo combustível utilizado é a nafta.

A quantificação da água da chuva foi efectuada através do Mapa da Pluviosidade Média em Portugal, elaborado pela ANQIP com base em dados do Instituto de Meteorologia (1961-1990).

Assim, o volume anual da água da chuva a aproveitar determinar-se-á com recurso à expressão:

$$V_a = C \times P \times A \times \eta f$$

onde

V_a - Volume anual de água da chuva aproveitável (litros)

C - Coeficiente de *run off* da cobertura

P – Precipitação média acumulada anual (mm)

A - Área de captação (m²)

ηf - Eficiência hidráulica da filtragem

O valor de C a utilizar é de 0,6 no caso do edifício de urgência e consulta externa e 0,8 para os telhados da restante parte do edifício, que se tratam de coberturas planas em gravilha e impermeáveis (cobertura plana forrada com placas de zinco), respectivamente (ANQIP, 2009).

Considerou-se este cálculo um sistema com eficiência hidráulica (η_f) de valor 0,9 (filtros com manutenção e limpeza regulares) (ANQIP, 2009). O valor da precipitação média acumulada anual considerado foi de 850 mm (Mapa da Pluviosidade Média Anual em Portugal) (ANQIP, 2009).

Assim, para o Edifício Novo de Urgência e Consulta Externa (que possui 2.381m² de área coberta):

$$V_a \text{ (Edifício de Urgência e C. Externa)} = 0,6 \times 850 \times 2.381 \times 0,9 = 1.092.879 \text{ litros}$$

Relativamente ao restante edifício (10.289m²) e não considerando para o cálculo a área coberta referente aos telhados da Central Térmica:

$$V_a \text{ (Edifício mais antigo)} = 0,8 \times 850 \times 10.596 \times 0,9 = 6.484.752 \text{ litros}$$

Assim, o volume anual total de água da chuva que é possível recolher nos telhados do HDFF, E.P.E. será de 7.577.631 litros ($\simeq 7.600 \text{ m}^3$).

1.3.2. Dimensionamento do Reservatório da Água Chuva

As cisternas devem ser dimensionadas de acordo com critérios económicos, técnicos e ambientais, considerando sempre as boas práticas de engenharia (ANQIP, 2009). Para efeitos de dimensionamento do reservatório de água potável, foi utilizado o Método Simplificado Espanhol, sendo este um método que pondera precipitações e consumos, considerando um valor médio, e um período de reserva de 30 dias. Com este método, o volume útil deve ser, no mínimo:

$$V_u = \frac{(V_a + C_g)}{2} \times \frac{30}{365}$$

onde

V_u – Volume útil (m³)

V_a – Volume anual aproveitável (m³)

C_e – Consumos anuais estimados (m^3)

Assim, aplicando a fórmula,

$$V_u = \frac{(7.600 + 57.882)}{2} \times \frac{30}{365} = 2.691 \text{ litros}$$

Assim, o reservatório a utilizar no SAAP para o caso do HDFF, E.P.E. deverá possuir, no mínimo, um volume útil (V_u) de 2.691 litros.

1.3.3. Amostragem da Água da Chuva

Os SAAP realizados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP - ETA 0701, têm instalado um dispositivo de funcionamento automático para o desvio do escoamento inicial (*first flush*), isto é, para o escoamento das primeiras águas pluviais captadas pela cobertura em cada chuvada, e que devem ser desviadas do SAAP por razões de qualidade da água captada. O volume a desviar poderá ser determinado com base em critérios de tempo ou com base na área da cobertura e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que poderá variar entre 0,5 e 8,5 mm, conforme as condições locais. Quando se opte pelo critério de tempo, deverá ser desviado um volume mínimo correspondente aos primeiros 10 minutos de precipitação, podendo adoptar-se um valor mais baixo (não inferior a 2 minutos) quando o intervalo entre precipitações não exceda quatro dias (ANQIP, 2009).

Simulando o que acontece num SAAP, a recolha da água da chuva para o estudo foi realizada num tubo de escoamento da caleira do telhado do Serviço de Medicina, considerando-se o critério de tempo (primeiros 10 minutos de precipitação) para fazer o desvio das primeiras águas. A amostragem foi realizada por um técnico de um Laboratório acreditado, onde foram realizadas as análises da água recolhida. O respectivo Boletim Analítico com os resultados apresenta-se no Anexo II.

Os resultados do estudo físico-químico e microbiológico da água da chuva captada nos telhados do Edifício do HDFF, E.P.E. são os que se exibem na Tabela 19.

Tabela 19 - Caracterização físico-química e microbiológica da água da chuva recolhida nos telhados do Edifício do HDFS, E.P.E.

Parâmetros analisados na água da chuva	Unidades	Resultados
Azoto amoniacal (Amónio)	mg/l NH_4	<0,14 (LQ)
Carência Bioquímica em Oxigénio (CBO_5)	mg/L O_2	<25 (LQ)
Chumbo	μ g/l Pb	<7.0 (L.Q.)
Cloretos	mg/l Cl	<15 (LQ)
Bactérias Coliformes fecais	UFC/100ml	0
Bactérias coliformes totais	N/100 ml	0
Condutividade a 20°C	μ S/cm a 20°C	61,5
Cor	mg/l $PtCo$	18
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/L O_2	<40 (LQ)
Crómio	μ g/l Cr	<5.0 (LQ)
Dureza	mg/l $CaCO_3$	18
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	0
Enterococos	UFC/100ml	5
Ferro	μ g/l Fe	133
Fósforo total	mg/L	0,61
<i>Legionella spp</i>	UFC/L	Não detectado
Nitratos	mg/l NO_3	<4,4 (LQ)
Nitritos	mg/l NO_2	0,17
Oxigénio dissolvido (oxidabilidade)	mg/l O_2	a)
pH	Unidades de pH	6.8
Sólidos Suspensos	mg/L	13
Sólidos totais	mg/L	48
Sulfatos	mg/l SO_4	<19 (LQ)
Temperatura	-	a)
Turbidez (Turvação)	UNT	1,3
Zinco	mg/L	4,5
Microrganismos a 22°C	UFC/ml	163
Microrganismos a 37°C	UFC/ ml	30
Teor em sódio (salinidade)	mg/l Na	7,2

Legenda: a) Parâmetro não avaliado; LQ – Limite de Quantificação.

V – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

1. RESULTADOS

1.1. CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA DA ÁGUA DA CHUVA RECOLHIDA

O estudo analítico da água da chuva recolhida nos telhados do Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E., permitiu caracterizar a água recolhida após o contacto com a superfície de recolha. Realizou-se uma análise comparativa entre os valores paramétricos apresentados pela água da chuva e os parâmetros de qualidade da água definidos para a água de consumo humano, no Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto; águas balneares, no Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho; águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, no DL n.º 236/98, de 1 de Agosto; e águas de rega no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto e Norma Portuguesa 4434. Na Tabela 20 apresenta-se essa análise.

Tabela 20 – Análise comparativa dos parâmetros da água da chuva com os valores paramétricos que definem a qualidade de água para consumo humano, águas doces destinadas à produção de água para consumo humano, águas balneares e para rega.

Parâmetros analisados	Unidades	Resultados	Qualidade da Água para Consumo Humano (DL n.º 306/2007) Valor paramétrico	Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (DL n.º 236/98, de 1 de Agosto)						Qualidade das Águas Balneares (DL n.º 135/2009) Valor paramétrico	Qualidade das Águas de Rega (DL n.º 236/98, de 1 de Agosto – Anexo XVI e Norma Portuguesa 4434)	
				A1		A2		A3			VMR	VMA
				VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA			
Azoto amoniacal (Amónio)	mg/l NH_4	<0,14 (LQ)	0,50	0,05	-	1,00	1,50	2,00	4,00	---	---	---
Bactérias Coliformes fecais	UFC/100ml	0	0	20/100ml	-	2000/100ml	-	20000/ml	-	---	100/100ml	---
Bactérias coliformes totais	N/100 ml	0	0	50/100ml	-	5000/100ml	-	50000/100ml	-	---	---	---
Carência Bioquímica em Oxigénio (CBO ₅)	mg/L O ₂	<25 (LQ)	c)	3	-	5	-	7	-	---	---	---
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/L O ₂	<40 (LQ)	c)	-	-	-	-	30	-	---	---	---
Chumbo	µg/l Pb	<7.0 (L.Q.)	25 (de 25.12.2003 até 25.12.2013).	-	0,05 mg/l Pb (*)	-	0,05 mg/l Pb (*)	-	0,05 mg/l Pb (*)	---	5,0 mg/l(*)	20 mg/l(*)
Cloretos	mg/l Cl	<15 (LQ)	250	200	-	200	-	200	-	---	70 mg/l	---
Condutividade a 20°C	µS/cm a 20°C	61,5	2 500	1000	-	1000	-	1000	-	---	---	---
Cor	mg/l $PtCo$	18	20	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Crómio	µg/l Cr	<5.0 (LQ)	50	-	0,05 mg/l Cr (*)	-	0,05 mg/l Cr (*)	-	0,05 mg/l Cr (*)	---	0,1 mg/l(*)	20 mg/l(*)
Dureza	mg/l $CaCO_3$	18	150-500	-	-	-	-	-	-	---	---	---
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	0	c)	-	-	-	-	-	-	250 e)	---	---
Enterococos	UFC/100ml	5	0	20/100ml	-	1000/100ml	-	10000/100ml	-	100 e)	---	---
Ferro	µg/l Fe	133	200	0,1 mg/l Fe (*)	0,3 mg/l Fe (*)	1,0 mg/l Fe (*)	2,0 mg/l Fe (*)	1,0 mg/l Fe (*)	-	---	5,0 mg/l(*)	---
Fósforo total	mg/L	0,61	c)	0,4	-	0,7	-	0,7	-	---	---	---

Tabela 20 (continuação) - Análise comparativa dos parâmetros da água da chuva com os valores paramétricos que definem a qualidade de água para consumo humano, águas doces destinadas à produção de água para consumo humano, águas balneares e para rega.

Parâmetros analisados	Unidades	Resultados	Qualidade da Água para Consumo Humano (DL n.º 306/2007) Valor paramétrico	Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (DL n.º 236/98, de 1 de Agosto)						Qualidade das Águas Balneares (DL n.º 135/2009) Valor paramétrico	Qualidade das Águas de Rega (DL n.º 236/98, de 1 de Agosto – Anexo XVI e Norma Portuguesa 4434)	
				A1		A2		A3			VMR	VMA
				VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA			
<i>Legionella spp</i>	UFC/L	Não detectado	c)	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Microrganismos a 22°C	UFC/ml	163	100 d)	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Microrganismos a 37°C	UFC/ ml	30	20 d)	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Nitratos	mg/l NO ₃	<4,4 (LQ)	50	25	50	-	50	-	50	---	50 mg/l	---
Nitritos	mg/l NO ₂	0,17	0,5	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Oxigénio dissolvido (oxidabilidade)	mg/l O ₂	a)	5	70% saturação O ₂	-	50% saturação O ₂	-	30% saturação O ₂	-	---	---	---
pH	Unidades de pH	6,8	≥ 6,5 e ≤ 9	6,5 – 8,5	-	5,5 – 9,0	-	5,5 – 9,0	-	---	6,5- 8,4	4,5 – 9,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	13	c)	25	-	-	-	-	-	---	60 mg/l	---
Sólidos totais	mg/L	48	c)	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Sulfatos	mg/l SO ₄	<19 (LQ)	250	150	250	150	250	150	250	---	575 mg/l	---
Temperatura	°C	a)	-	22	25	22	25	22	25	---	---	---
Turbidez (Turvação)	UNT	1,3	4	-	-	-	-	-	-	---	---	---
Zinco	mg/L	4,5	c)	0,5	3,0	1,0	5,0	1,0	5,0	---	2,0 mg/l	10,0mg/l
Teor em sódio (salinidade)	mg/l Na	7,2	200	-	-	-	-	-	-	---	CE – 1 dS/m	SDT – 640mg/l

Legenda:

LQ – Limite de Quantificação; VMR – Valor máximo recomendado, segundo o DL n.º 236/98, de 1 de Agosto; VMA - Valor máximo admissível, segundo o DL n.º 236/98, de 1 de Agosto; CE – Condutividade eléctrica; SDT – Sólidos dissolvidos totais; UFC – Unidades formadoras de colónias.

a) – Parâmetro não avaliado;

b) - É desejável que a dureza total em carbonato de cálcio esteja compreendida entre 150 mg e 500 mg/l CaCO₃;

c) – Parâmetro não definido como valor paramétrico para a qualidade da água de consumo humano (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto);

d) - Não é desejável que o número de colónias a 22°C e a 37°C seja superior a 100 e 20 UFC/ml, respectivamente;

e) - Com base numa avaliação de percentil 95 (DL n.º 135/2009, de 3 de Junho);

(*) - Factor de conversão: µg/l * 0,001= mg/l.

Da análise realizada à água pluvial recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. é possível verificar que esta apresenta qualidade físico-química e microbiológica para dar resposta às exigências requeridas para as águas com a finalidade de rega ou para fins balneares.

No entanto, quando comparados os seus valores paramétricos com os exigidos para a água de consumo humano (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto) pode afirmar-se que a mesma apresenta contaminação microbiológica.

É exigido que a água para consumo humano que seja isenta de Enterococos, bem como não é desejável que o número de colónias a 22°C e a 37°C seja superior a 100 e 20 UFC/ml, respectivamente. Os resultados analíticos da água da chuva revelam que esta apresenta para os parâmetros: Enterococos - 5 UFC/100ml, Microrganismos a 22°C - 163 UFC/ml e Microrganismos a 37°C - 30 UFC/ ml.

Comparando a sua composição físico-química e microbiológica com os requisitos de qualidade exigidos para águas de rega, verifica-se que aquela cumpre o valor máximo recomendado (VMR), segundo o DL n.º 236/98, de 1 de Agosto, para o parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SST). Concentrações elevadas de SST na água de rega poderão ocasionar colmatagem em solos e assoreamento nas redes de rega, bem como entupimentos nos sistemas de rega gota a gota e aspersão. Neste último sistema a água poderá provocar depósitos sobre as folhas e frutos.

No entanto, os SST correspondem a um parâmetro para o qual não é definido um valor paramétrico em termos de qualidade da água de consumo humano (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto). Esta situação encontra-se salvaguardada uma vez que um SAAP construído de acordo com as Especificação Técnica ETA 0701 – ANQIP, garante a filtragem da água da chuva recolhida e a sua decantação no reservatório.

Nos sistemas realizados de acordo com aquela Especificação Técnica, admite-se a realização de tratamentos básicos de filtragem (no filtro de montante) e de sedimentação (na cisterna). Poderão ainda ocorrer na cisterna processos de precipitação e processos de decomposição biológica, com efeito geralmente favorável na qualidade da água (ANQIP, 2009). O *first-flash*, realizado pelos SAAP, foi simulado aquando da realização da amostragem das águas da chuva, de acordo com o critério tempo definido na ETA 0701-ANQIP.

Quando comparada a sua composição físico-química e microbiológica com os requisitos de qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, de acordo com o DL n.º 236/98, de 1 de Agosto, e tendo por base a sua classificação em categorias de qualidade A1, A2 e A3 (às quais correspondem esquemas de tratamento tipo distintos para as tornar aptas ao consumo humano), verifica-se para os parâmetros avaliados que:

- Os resultados da CBO₅ (Carência Bioquímica de Oxigénio)³ e CQO (Carência Química de Oxigénio)⁴ obtidos são <25 mg/L O₂ e <40 mg/L O₂, respectivamente, por se encontrarem abaixo do limite de quantificação do ensaio realizado pelo Laboratório, factor que é limitativo para o estudo pois não permite identificar com rigor/exactidão que categoria (A1, A2 ou A3) estes parâmetros satisfazem. É igualmente limitativo para a avaliação da relação CBO₅/CQO, que indica o grau de biodegradabilidade que a água apresenta e indirectamente, o tipo de tratamento que necessita (se CBO₅/CQO > 1, significa que apresenta fácil biodegradabilidade e por isso o tratamento biológico é eficaz; se CBO₅/CQO < 1, significa que apresenta difícil biodegradabilidade e neste caso é necessário aplicar um tratamento de correcção química);

- Relativamente ao resultado do parâmetro azoto amoniacal (<0,14 mg/l NH₄) também é limitativo para a análise da água da chuva, por também se encontrar abaixo do limite de quantificação do ensaio realizado pelo Laboratório, não permitindo concluir que categoria de qualidade satisfaz;

Por segurança microbiológica e físico-química, sugere-se a realização de nova análise à água da chuva, cujos ensaios admitam limites de detecção mais baixos, e assim forneçam dados exactos destes parâmetros.

- Os valores de todos os parâmetros analisados, com excepção do fósforo total, e não tendo em consideração os resultados da CBO₅, CQO e azoto amoniacal pelas razões anteriormente descritas, satisfazem os requisitos de qualidade (VMR ou VMA) de uma água doce superficial de categoria A1. O valor do parâmetro fósforo total satisfaz a categoria de qualidade A2. Assim, fazendo uma análise mais genérica e tendo sempre

³ CBO₅- define-se como a quantidade de oxigénio dissolvido, expresso em mg/l O₂, que é consumido na oxidação biológica, em condições aeróbias, da matéria orgânica contida numa amostra, durante 5 dias. Quanto mais elevado for este valor, maior é o nível de poluição orgânica da água.

⁴ CQO – permite quantificar a quantidade de oxidante químico necessário para reagir, em condições controladas, com a fracção orgânica e inorgânica da amostra, passível de ser oxidada por via química. A quantidade de oxidante gasto durante a reacção de oxidação é expressa em termos de oxigénio.

presente a necessidade de garantir a segurança na utilização, a água da chuva recolhida nos telhados no HDFF, E.P.E. é classificada na categoria A2, segundo o anexo I do DL n.º 236/98, de 1 de Agosto. Desta forma, consegue garantir-se o tratamento adequado de todos os parâmetros (os que se enquadram na categoria A1 e categoria A2).

Para a água da chuva recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. ser usada com a finalidade de produzir água para consumo humano seria necessário sujeitá-la a tratamento físico, químico e desinfecção (esquema tipo de tratamento da classe A2).

De uma forma global, analisando os resultados da amostra da água da chuva, pode verificar-se que esta apresenta contaminação microbiológica possivelmente resultante da contaminação a que é sujeita pelo contacto com superfície de recolha (nomeadamente através de matéria orgânica fecal de gaivotas e pássaros) e que se reflecte na análise pelos valores dos parâmetros (Microrganismos a 22 e 37°C, Coliformes fecais, Coliformes totais, Sólidos Suspensos Totais e Enterococos). A sua composição química é reflexo da localização geográfica do HDFF, E.P.E. (proximidade da zona costeira), onde a influência do “spray” marinho se faz sentir claramente na sua composição. Tal facto é reflectido na água analisada através dos parâmetros teor em sódio (*Na*) e sulfatos (*SO₄*). Este último é inclusive um dos principais agentes responsáveis pela formação de chuvas ácidas (*H₂SO₄*), com repercussões no estado dos materiais (corrosividade dos metais), mais evidentes portanto nas zonas costeiras.

Relativamente à possível contaminação resultante do material da superfície de recolha (placas de zinco), pode afirmar-se, através dos parâmetros do ferro, zinco e chumbo analisados, que esta tem influência diminuta em termos de composição química da água da chuva.

1.2. IDENTIFICAÇÃO DAS POTENCIAIS UTILIZAÇÕES DA ÁGUA DA CHUVA NO HDFF, E.P.E.

A definição das utilizações da água da chuva, para fins não potáveis, no HDFF, E.P.E., por se tratar de uma Unidade Hospitalar, realizou-se através da associação matricial dos seguintes factores:

1) Exigências de qualidade da água requeridas por cada utilização:

- 1) Com qualidade para consumo humano, de acordo com o Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto;
- 2) Não potável para consumo humano;
- 3) Outras exigências em termos de composição físico-química ou microbiológica tendo em conta cada caso, em situações mais específicas;

2) Risco combinado com as infecções nosocomiais (tendo em conta a divisão hospitalar, em termos de Controle de Infecção, por áreas de risco: áreas críticas, semi-críticas e não críticas):

- Exclusão da utilização das águas pluviais nas áreas classificadas como Críticas e Semi-críticas por risco hospitalar;
- O tipo de Utilizadores (Doentes, Profissionais de Saúde e/ou Visitantes) e respectivas vulnerabilidades estão implícitos nesta classificação.

Tabela 21 - Definição das utilizações da água da chuva, para fins não potáveis, no HDFF, E.P.E.

Utilizações		Descargas de bacias de retrete/ pias de despejo	Higiene pessoal (lavagem das mãos e banhos)	Higiene e limpeza do Ambiente hospitalar	Higiene e Descontaminação de dispositivos médicos	Rega de zonas verdes	Lavagem de pavimentos exteriores	Lavagem mecânica de roupas (material de limpeza)	Ingestão de Água	Piscina e Tinas de hidromassagem	Usos Industriais (redes de incêndio, AVAC e Central Térmica)	Equipamentos analisadores	Usos farmacêuticos	Confeção de Alimentos	Lavagem de Automóveis
		NP	QCH	QCH	QCH	NP	NP	NP	QCH	QCH	NP	QCH	QCH	QCH	NP
Bloco Operatório	C	✓	✓	✓	✓				✓						
SIE - Central Térmica	NC	✓	✓	✓					✓		✓(b)				
Cirurgia de Ambulatório	SC	✓	✓	✓	✓				✓						
Consulta Externa	SC	✓	✓	✓	✓ (a)				✓						
Enfermarias*	SC	✓	✓	✓	✓				✓						
Esterilização	C	✓	✓	✓	✓				✓						
Farmácia	SC	✓	✓	✓					✓				✓		
Hospital de Dia	C	✓	✓	✓	✓				✓						
Imagiologia	SC	✓	✓	✓	✓				✓						
Laboratório de Imunohemoterapia	SC	✓	✓	✓	✓				✓			✓(a)			
Laboratório de Patologia Clínica	SC	✓	✓	✓	✓				✓			✓(a)			
Medicina Física e Reabilitação	SC	✓	✓	✓	✓				✓	✓					
Morgue	SC	✓	✓	✓	✓				✓						
Oficinas	NC	✓	✓	✓					✓		✓				✓
Serviço de Urgência	C	✓	✓	✓	✓				✓						
Serviços Administrativos**	NC	✓	✓						✓						
Serviços hoteleiros – Gestão de jardins e parques exteriores	NC	✓	✓			✓	✓	-	✓						
Serviços hoteleiros – Higiene e Limpeza hospitalar	NC	✓	✓	✓				✓	✓						

Tabela 21 (continuação) - Definição das utilizações da água da chuva, para fins não potáveis, no HDFS, E.P.E.

Utilizações		Descargas de bacias de retrete/ pias de despejo	Higiene pessoal (lavagem das mãos e banhos)	Higiene e limpeza do Ambiente hospitalar	Higiene e Descontaminação de dispositivos médicos	Rega de zonas verdes	Lavagem de pavimentos exteriores	Lavagem mecânica de roupas (material de limpeza)	Ingestão de Água	Piscina e Tinas de hidromassagem	Usos Industriais (redes de incêndio, AVAC e Central Térmica)	Equipamentos analisadores	Usos farmacêuticos	Confecção de Alimentos	Lavagem de Automóveis
		NP	QCH	QCH	QCH	NP	NP	NP	QCH	QCH	NP	QCH	QCH	QCH	NP
Zonas do HDFS, E.P.E.															
Serviços hoteleiros – Rouparia	SC	✓	✓	✓					✓						
Serviços hoteleiros - Alimentação e dietética (Cozinha, Refeitório e Bares)	SC	✓	✓	✓					✓					✓	

Legenda:

* - As Enfermarias referidas dizem respeito aos internamentos de Pediatria, Cirurgia, Ortopedia, Especialidades Médicas, Especialidades Cirúrgicas, Medicina e Cirurgia de Ambulatório;

** - Os Serviços Administrativos referidos dizem respeito à Biblioteca, Arquivo, Aprovisionamento, Recursos Humanos, Administração, Serviço Jurídico, Serviços Financeiros, Serviço de Controlo de Gestão, Auditoria Interna, Gestão de Risco, Serviço de Admissão de Doentes, Pré-facturação clínica, Comissão de Controlo de Infecção, Serviço de Higiene, Segurança e Medicina no Trabalho, Gabinete de Qualidade e Acreditação, Serviço Social, Serviço Religioso, Departamento de Formação contínua, Serviço de Informática, Serviços Gerais;

SIE – Serviço de Instalações e Equipamentos;

C – Área crítica, segundo a divisão das áreas hospitalares tendo em conta o risco ambiental de transmissão de infecção inerente;

SC – Área semi-crítica, segundo a divisão das áreas hospitalares tendo em conta o risco ambiental de transmissão de infecção inerente;

NC – Área não crítica, segundo a divisão das áreas hospitalares tendo em conta o risco ambiental de transmissão de infecção inerente.

QCH – Qualidade para consumo humano, e acordo com o Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto;

NP – Não potável para consumo humano⁵.

(a) – Utilização que exige qualidade para consumo humano, no entanto, é necessária a correcção de alguns parâmetros químicos (descalcificação, desionização, ou outros);

(b) – Embora não seja exigida uma água com qualidade para consumo humano, é necessária a correcção de parâmetros físico-químicos (descalcificação, desionização, ou outros).

⁵ Água não potável - água que, tendo em atenção as utilizações previstas, não cumpre os valores paramétricos de qualidade exigidos na legislação aplicável (ANQIP, 2009).

Do cruzamento das variáveis apresentadas na Tabela 21, serão avaliadas apenas as possibilidades de utilização de água nos usos não potáveis (NP) em zonas hospitalares não críticas (NC), nomeadamente nas situações a seguir identificadas: Rega, Lavagens exteriores (por exemplo, pavimentos), Descargas de autoclismos de instalações sanitárias situadas em zonas hospitalares não críticas, Central Térmica (Caldeiras), Sistema AVAC, Oficinas (Lavagem de automóveis), Redes de Incêndio Armadas e Lavagem mecânica do material de limpeza.

1.3. AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Seguidamente vão avaliar-se as necessidades de tratamento da água da chuva tendo em conta os riscos associados a cada possível utilização/uso e os resultados analíticos (composição físico-química e microbiológica) das águas pluviais recolhidas nos telhados do HDFS, E.P.E., para que seja garantida a segurança na sua utilização.

Tabela 22 - Avaliação das necessidades de tratamento da água da chuva recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. tendo em conta cada possível utilização.

Possibilidades de Utilização das Águas Pluviais	Riscos associados à sua utilização em Meio Hospitalar	Caracterização analítica das águas pluviais	Parâmetros a corrigir na água/ Necessidades de tratamento (Tabela 23)
1- Rega	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação das águas superficiais ou subterrâneas com águas pluviais contaminadas, escoadas superficialmente ou infiltradas no solo. O HDFF, E.P.E. localiza-se próximo do mar o que indica que este risco tem significado acrescido; - Contacto de Utentes, Profissionais de Saúde e visitantes, bem como animais, plantas e jardins regados com a água da chuva; - Arrastamento, pelo vento, de gotas de água e subsequente deposição das mesmas em plantas, jardins, espaços envolventes (parques de estacionamento) ou massas de água contíguas (lagos ou fontes ornamentais) ou até mesmo a sua dispersão para interior da Unidade Hospitalar nas situações em que existem Enfermarias e Unidades de Consultas Externas (situadas em piso térreo) com comunicação directa, por porta ou janela, para jardins e espaços verdes; - Inalação de aerossóis produzidos pelo equipamento de rega, por pessoas (Utentes, Profissionais de Saúde e Visitantes) ou animais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta composição físico-química e microbiológica que responde às exigências de qualidade requeridas para as águas balneares e águas de rega; - Não cumpre os valores paramétricos, Enterococos, Microrganismos a 22 e 37°C, requeridos para a qualidade da água para consumo humano; também apresenta SST; 	<ul style="list-style-type: none"> - Não há necessidade de tratamento, se o método de rega utilizado não produzir aerossóis (por exemplo, rega no solo). - Necessidade de tratamento (desinfecção ⁽¹⁾) se o método de rega produzir aerossóis. - Correção de parâmetros microbiológicos.
2- Lavagens exteriores (por exemplo, pavimentos e varandas)	<ul style="list-style-type: none"> - A exposição vai depender do tipo de lavagem/limpeza utilizado. Mas há risco de contacto de funcionários da limpeza com a água da chuva através da utilização directa desta, bem como de utentes, profissionais de saúde e visitantes, através de eventuais salpicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - É classificada na categoria de qualidade A2 das águas superficiais, águas de captação para produção de água para consumo humano (“água bruta”). 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de tratamento (desinfecção ⁽¹⁾) se o método de limpeza produzir aerossóis. - Correção de parâmetros microbiológicos.
3- Descargas de Autoclismos de Instalações sanitárias das zonas não críticas	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto dos Profissionais de Saúde, Utentes e visitantes com a água da chuva através de possíveis salpicos na descarga dos autoclismos. 		<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de tratamento (desinfecção), dado tratar-se de uma Unidade Hospitalar, para prevenção de riscos que possam advir de possíveis contactos directos. - Correção de parâmetros microbiológicos.

Tabela 22 (continuação): Avaliação das necessidades de tratamento da água da chuva recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. tendo em conta cada possível utilização.

Possibilidades de Utilização das Águas Pluviais	Riscos associados à sua utilização em meio Hospitalar	Caracterização analítica das águas pluviais	Parâmetros a corrigir na água/ Necessidades de tratamento (Tabela 23)
4 - Central Térmica (Caldeiras)	- Não apresenta riscos para a saúde humana (não há manipulação, nem exposição à água). - Os tratamentos eventualmente necessários serão para proteger as tubagens e /ou o equipamento. Devem ser cumpridos os requisitos de qualidade da água a ser usada, definidos pelo fabricante do equipamento.	- Apresenta composição físico-química e microbiológica que responde às exigências de qualidade requeridas para as águas balneares e águas de rega;	Necessidade de tratamento ⁽²⁾ Correcção de parâmetros químicos.
5 - Sistema AVAC	- Possibilidade de desenvolvimento de <i>Legionella</i> nos sistemas de arrefecimento. No caso do HDFF, E.P.E. no Sistema AVAC, não há contacto da água com o ar, como acontece por exemplo nas torres de arrefecimento; trata-se de um sistema em circuito fechado. A refrigeração da água é feita através de Chiller's. Desta forma, o risco de desenvolvimento de <i>Legionella</i> ocorre nas águas estagnadas dos tabuleiros de condensados e biofilme dos filtros. Poderão ainda, de acordo com as indicações de fabricante do equipamento, ser necessários tratamentos (correção de parâmetros físico-químicos) para proteger as tubagens e /ou o equipamento.	- Não cumpre os valores paramétricos, Enterococos, Microrganismos a 22 e 37°C, requeridos para a qualidade da água para consumo humano; também apresenta SST.	- Necessidade de tratamento (desinfecção) para prevenção de <i>Legionella</i> . - Correção de parâmetros microbiológicos.
6 - Oficinas (Lavagem de automóveis)	- A exposição vai depender do tipo de lavagem/limpeza utilizado. Mas há risco de contacto de funcionários/operadores com a água da chuva.	- É classificada na categoria de qualidade A2 das águas superficiais, águas de captação para produção de água para consumo humano (“água bruta”).	- Necessidade de tratamento (desinfecção ⁽¹⁾) se o método de limpeza produzir aerossóis. - Correção de parâmetros microbiológicos.
7 - Redes de Incêndio	- O risco para a saúde humana decorre do contacto com a água nas situações que é necessário utilizar as redes de incêndio (em caso de incêndio, simulacros ou realização de manutenções), no entanto é maior o risco (ou prejuízo) que decorre do facto de ser necessário usar a rede de incêndio e não haver água disponível, do que utilizar água contaminada para extinguir um incêndio.		Sem necessidade de tratamento.

Tabela 22 (continuação): Avaliação das necessidades de tratamento da água da chuva recolhida nos telhados do HDFF, E.P.E. tendo em conta cada possível utilização.

Possibilidades de Utilização das Águas Pluviais	Riscos associados à sua utilização em meio Hospitalar	Caracterização analítica das águas pluviais	Parâmetros a corrigir na água/ Necessidades de tratamento (Tabela 23)
8 - Lavagem mecânica do material de limpeza	<p>- Não apresenta riscos para a saúde humana (não há manipulação, contacto ou exposição dos funcionários da limpeza com a água); No HDFF, E.P.E., todo o material utilizado na limpeza é sujeito a descontaminação térmica em máquinas de lavar existentes na Unidade Hospitalar (sujeito a 65°C no mínimo durante 10 minutos, condição, segundo o PNCI, para assegurar a descontaminação térmica do material). Desta forma, as máquinas cumpririam uma dupla função: descontaminação do material de limpeza e desinfecção térmica da água.</p>	<p>- Apresenta composição físico-química e microbiológica que responde às exigências de qualidade requeridas para as águas balneares e águas de rega;</p> <p>- Não cumpre os valores paramétricos, Enterococos, Microrganismos a 22 e 37°C, requeridos para a qualidade da água para consumo humano; também apresenta SST;</p> <p>- É classificada na categoria de qualidade A2 das águas superficiais, águas de captação para produção de água para consumo humano (“água bruta”).</p>	Sem necessidade de tratamento.

(1) – Trata-se da prevenção de riscos de inalação de aerossóis (*Legionella Pneumophila*), por dispersão, e eventual prevenção da exposição ou contacto directo com a água; garantir que o valor do cloro residual presente na água é <1mg/l.

(2) - Este tratamento (correção dos parâmetros químicos) já existe, e processa-se da seguinte forma: é efectuada a análise da água (por empresa externa) que é injectada nas Caldeiras periodicamente; é sujeita a tratamento, de modo a adequar as características da água às exigências de funcionamento desta infra-estrutura/ equipamento.

A segurança da utilização decorre do tipo de procedimento, equipamento e exposição, que nada tem directamente a ver com o facto de se tratar de uma Unidade Hospitalar. Mas tão somente com os fins normais de uma dada actividade, após a análise que consta da Tabela 22.

Tabela 23 - Tratamentos possíveis para a água da chuva de forma a torná-la adequada aos usos previstos (ou definidos).

	Parâmetros a corrigir na Água da Chuva		
	Físicos	Químicos	Microbiológicos
Tratamentos possíveis	- Filtração; - Sedimentação.	- Desmineralização; - Descalcificação.	- Desinfecção química (com cloro); - Desinfecção por UV; - Desinfecção térmica.

Dentro das preocupações de sustentabilidade, convém recordar que a qualidade deve ser ajustada às necessidades das utilizações, pois um tratamento “excessivo” da água de abastecimento implica consumos desnecessários de recursos (energia, reagentes, entre outros). No caso particular dos edifícios, dado que existem diferentes usos da água aos quais podem corresponder diferentes requisitos de qualidade, torna-se evidente que existem oportunidades para utilizar, de forma adequada, origens alternativas (Silva-Afonso, 2008).

1.4. AVALIAÇÃO DAS POUPANÇAS ASSOCIADAS À RECOLHA E UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS DA CHUVA

Paralelamente, realizou-se uma análise em termos de poupanças associadas ao aproveitamento da água da chuva no HDFF, E.P.E.. Os investimentos dizem respeito ao SAAP (instalação e manutenção) para desta forma ser possível efectuar o aproveitamento da água da chuva. Este deverá ser pensado em função de cada caso em concreto.

Segundo a ANQIP (2009), por razões técnicas e de saúde pública, é recomendável a certificação das instalações para o aproveitamento de águas pluviais (Certificação ANQIP de Instalações SAAP) nos termos da Especificação Técnica ANQIP ETA 0702. Esta certificação exige a apreciação prévia do projecto pela ANQIP, a realização de vistorias à obra e a certificação das empresas instaladoras.

Tabela 24 - Avaliação das poupanças associadas à recolha e utilização das águas da chuva

Água Fornecida pelo Sistema de Abastecimento Público (Águas da Figueira, S.A.)		Aproveitamento das Água Pluviais	
Consumo médio anual (2008-2010) (m ³)	Custos (tarifa /m ³ praticada pela Entidade Gestora de 1,38€/ m ³)	Oportunidades de poupança	
57.882 m³/ano	79.877 €/ano	7.600 m³/ano	10.488 €/ano

Dos dados apresentados na Tabela 24 pode verificar-se que o HDFF, E.P.E. realizando o aproveitamento de águas pluviais, conseguiria recolher 7.600m³ de água/ano, o que significava uma poupança de 10.488€/ano.

2. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

2.1. DISCUSSÃO

2.1.1. Viabilidade de utilização da Água da Chuva no HDFF, E.P.E.

Seguidamente analisou-se a viabilidade de utilização da água da chuva em cada uma das utilizações possíveis (Tabela 25), tendo em conta:

- 1) Análise custo - benefício (consumos, poupanças previsíveis, e condicionalismos relativos à implementação ao SAAP);
- 1) Riscos associados à utilização (risco de exposição dos utilizadores, contaminação do espaço envolvente);
- 2) Risco decorrente das condições de aplicabilidade (factores climáticos sazonais são condicionantes);
- 3) Necessidade de tratamento.

a) Rega

Relativamente à possibilidade de utilização das águas pluviais para rega, observadas as especificações técnicas de instalação de SAAP, de acordo com ETA 0701-ANQIP, pode não ser necessário qualquer tratamento complementar físico-químico ou microbiológico (ANQIP, 2009). No entanto, em Meio Hospitalar, especificamente no HDFF, E.P.E. é necessário ter em atenção os riscos já referidos para os utentes, profissionais de saúde e visitantes, decorrentes desta utilização.

Relativamente aos riscos para o Ambiente, como a água da chuva varia, em termos de composição, de zona para zona, por assumir a composição atmosférica característica de cada região, podemos afirmar que a água da chuva será compatível com a vegetação existente nos jardins e espaços verdes do HDFF, E.P.E. (uma vez que o “spray” marinho também influencia, de forma selectiva, no tipo de vegetação que consegue crescer e subsistir, ou não, na zonas próximas do mar).

A proximidade com o mar, condiciona um ambiente mais salino, provoca a contaminação dos telhados pela brisa marinha (“spray” marinho) e agrava a deposição, por via húmida, de partículas. Relativamente à salinidade, este parâmetro de qualidade da água de rega, depende muito da resistência (tolerância) das culturas, bem como do clima, do método de rega e da textura do solo.

Face aos riscos decorrentes da utilização da água da chuva para rega, e os resultados analíticos da água recolhida nos telhados do HDFS, E.P.E. podemos concluir que para garantir a segurança da utilização esta necessitaria de ser sujeita a tratamento por desinfecção química (com cloro) caso o sistema de rega utilize sprinkler’s, de modo a eliminar os riscos microbiológicos (inclusive deve ser contemplada a desinfecção das cabeças dos sprinkler’s no início da época de funcionamento). De acordo com ANQIP (2009), a desinfecção deve ser prevista a jusante do sistema de bombagem, antes da entrada da água da chuva na rede não potável.

Para minimizar os riscos de inalação de aerossóis do sistema de rega, é preferível a adopção do método de rega gota-a-gota (no solo, sem formação de aerossóis), e neste caso a água da chuva não carece de tratamento, em detrimento dos sistemas que utilizam sprinkler’s (formação de aerossóis inaláveis).

No HDFS, E.P.E. a rega trata-se de uma prática sazonal, que ocorre predominantemente nos meses mais quentes (entre Maio a Setembro), enquanto que o período de pluviosidade mais elevada acontece no Inverno, nos meses de Dezembro e Janeiro, sendo os meses de Julho e Agosto os mais secos. Face a este factor climatérico, que condiciona significativamente a utilização da água da chuva para rega, será muito importante prever um suprimento (sistema suplementar de abastecimento) para que seja assegurada esta utilização/uso quando não exista na cisterna água da chuva no volume necessário.

Contrariamente, nos meses de Inverno, altura de maior pluviosidade, é expectável que não seja utilizada água com a finalidade de rega, devendo ser prevista outra(s) utilização(ões) para escoamento da água armazenada. Inclusive, os SAAP estão dimensionados para que os períodos de reserva da água na cisterna não sejam superiores a 30 dias (ANQIP, 2009), embora estudos mais recentes apontem para a possibilidade de períodos de utilização superiores.

Na Unidade Hospitalar, não é viável fazer o aproveitamento da água da chuva exclusivamente para a finalidade da rega (o recurso seria subaproveitado), no entanto o alargamento a outras utilizações implica maiores custos devido à necessidade de aumentar o sistema de distribuição de água.

De acordo com ANQIP (2009), por questões de segurança, os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem estar identificados e sinalizados com identificação sinalética adequada, onde conste um texto com uma das possíveis advertências “Água não potável para consumo humano”. Para além disso, as torneiras de lavagem ou rega deverão ser dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança), para evitar usos inadequados.

b) Lavagem de Espaços exteriores e Automóveis

Relativamente à possibilidade de utilização das águas pluviais para lavagem de espaços exteriores (como terraços, passadiços e varandas) e automóveis, observadas as especificações técnicas de instalação de SAAP, de acordo com ETA 0701-ANQIP, estas podem não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou microbiológico (ANQIP, 2009). No entanto para a sua utilização em Meio Hospitalar, especificamente no HDFF, E.P.E., é necessário ter em atenção os riscos já referidos na Tabela 22 para os funcionários da limpeza ou operadores, e desta forma, por questões de segurança seria conveniente ser sujeita a tratamento por desinfecção química (com cloro) para correcção dos parâmetros microbiológicos.

À semelhança do que acontece para a rega, a importância dos riscos associados a esta utilização tem a ver com método de limpeza/lavagem usado para esta finalidade e a possibilidade, ou não, de formação de aerossóis.

Na Unidade Hospitalar, não é vantajoso fazer o aproveitamento da água da chuva exclusivamente para esta finalidade (o recurso seria subutilizado), bem como o alargamento a outras utilizações implica maiores custos, em termos de SAAP, devido à necessidade de aumentar o sistema de distribuição de água. Igualmente, seria necessário prever um suprimento de água dada a condicionante climatérica associada à disponibilidade da água da chuva.

c) Descargas de autoclismos em zonas hospitalares não críticas

Relativamente à possibilidade de utilização das águas pluviais para descargas de autoclismos em zonas hospitalares não críticas, de acordo com os critérios que vêm definidos na ETA 0701 -ANQIP, a utilização de água da chuva, sem tratamento, para esta finalidade, apenas deve ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da Legislação Nacional e das Directivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Directiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12) (ANQIP, 2009).

As águas pluviais em estudo cumprem os requisitos de qualidade exigidos para as águas balneares, no entanto, dados os riscos inerentes a esta utilização, e atendendo ao facto da entidade estudada ser uma Unidade Hospitalar, esta necessitaria de ser sujeita a tratamento por desinfecção química (com cloro) por forma a eliminar os riscos microbiológicos e a garantir a segurança da utilização. Segundo ANQIP (2009), no caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção, é recomendado que o cloro residual livre se situe entre 0,2 e 0,6 mg/l.

Em termos de SAAP exige um maior investimento no que diz respeito à rede de condutas de distribuição da água da chuva, que necessita ser mais extensa e com mais ramificações, para abastecimento dos autoclismos de casas-de-banho situados nas zonas não críticas (por exemplo, a possibilidade de instalação de rede separativa para descargas de autoclismos).

A utilização das águas pluviais para descargas de autoclismos em zonas hospitalares não críticas, diz respeito a uma utilização continuada de água, pelo que requer água sempre disponível para essa finalidade, assim, e para os períodos (por exemplo, os mais secos ou de maior consumo) em que não exista na cisterna água da chuva no volume necessário, será necessário estar previsto um abastecimento de água suplementar (por exemplo, água da rede). Segundo ANQIP (2009), nestas situações é recomendável a instalação de sistemas que façam, de forma automática e segura, a gestão e a comutação das fontes de abastecimento, sem que o suprimento de água seja interrompido.

d) Alimentação das caldeiras da Central Térmica

Relativamente à possibilidade e utilização da água da chuva para alimentar as Caldeiras da Central Térmica, a ETA 0701 ANQIP, define que nos usos industriais, os tratamentos eventualmente necessários deverão ser analisados caso a caso.

Esta utilização consome água em contínuo, e dado que a disponibilidade da água da chuva está condicionada por factores meteorológicos, seria necessário prever um suprimento de água suplementar, de forma a que o fornecimento de água não seja interrompido para esta finalidade. Inclusive, o volume da água da chuva que é possível recolher nos telhados da entidade estudada, não é suficiente para dar resposta à totalidade dos consumos de água da central térmica (24.310m³/ano). No entanto, a utilização da água da chuva para alimentar as caldeiras, tem a vantagem de não necessitar de qualquer tipo de tratamento adicional, uma vez que não apresenta riscos para a saúde humana (não há manipulação, nem exposição à água).

O tratamento necessário será apenas aquele (de correcção de parâmetros químicos) que já é feito para protecção das superfícies internas das mesmas, no que respeita a problemas de incrustações e corrosões (que formam subprodutos que se depositam), de acordo com as indicações do fabricante destes equipamentos.

E neste aspecto, a água da chuva traz vantagens nesta utilização por se tratar de uma água, naturalmente, pouco dura (dureza - CaCO₃), diminuindo o risco associado à formação de depósitos e incrustações do interior das tubagens e conseqüentemente minimiza a necessidade de sujeição a tratamentos para correcção destes aspectos químicos.

Em termos de SAAP, apresenta vantagens económicas porque é necessário apenas instalar uma conduta para a distribuição da água da chuva recolhida. Esta finalidade, dados os consumos, absorve toda a água que é possível recolher nos telhados do HDFF, E.P.E., sem necessidade de prever outras utilizações, para o seu encaminhamento, por existir risco de ficar subaproveitada.

e) Alimentação do Sistema AVAC

No que diz respeito à possibilidade de utilização das águas pluviais no Sistema AVAC, a ETA 0701 ANQIP, define que para usos industriais, os tratamentos eventualmente necessários deverão ser analisados caso a caso. Para esta utilização em concreto, é necessário ter em consideração os riscos de desenvolvimento de *Legionella* nos sistemas de arrefecimento (torres de arrefecimento ou outro equipamento de arrefecimento).

No caso do HDFF, E.P.E. o Sistema AVAC funciona em circuito fechado, não existindo contacto da água com o ar., como acontece por exemplo nas torres de arrefecimento, assim o risco de formação de aerossóis é diminuto. O risco de desenvolvimento de *Legionella* ocorre nas águas estagnadas dos tabuleiros de condensados e biofilme dos filtros.

Para salvaguardar estes aspectos, decorre a necessidade de correcção de parâmetros físico-químico e microbiológicos na água da chuva para poder ser utilizada nesta finalidade.

De acordo com Comissão Sectorial para Água (CS/04) (2010), é importante estabelecer alguns critérios ou medidas que permitam um efectivo controlo e prevenção da saúde pública:

1. Limpar e desinfetar os filtros de ar a cada três meses, podendo a frequência ser mais apertada em função das condições ambientais da zona envolvente e segundo as instruções do fabricante;
2. É importante manter os sistemas devidamente limpos e inspeccioná-los com uma frequência mensal;
3. Para que o programa de tratamento seja eficaz todas as superfícies molhadas devem ser mantidas num elevado estado de limpeza;
4. Nos sistemas pequenos de ar condicionado, a adição de biocidas está directamente relacionada com o volume da água que o sistema comporta. No entanto, os químicos utilizados na desinfecção da água não são recomendados para os humidificadores e sistemas de renovação de ar quando os edifícios se encontram ocupados, devendo-se realizar fora destes períodos.

Caso se suspeite da presença da *Legionella*, deve-se recolher amostras no tabuleiro de condensados e no biofilme desenvolvido nos filtros, procedendo-se de seguida à sua limpeza e desinfecção (CS/04, 2010).

A utilização das águas pluviais como fluido refrigerante do sistema AVAC, diz respeito a uma utilização continuada de água, mas com consumos insignificantes relativamente ao consumo global de água no HDFS, E.P.E., e decorrem da reposição de água no circuito interno do sistema, para compensar eventuais fugas. Desta forma, requer água sempre disponível para essa finalidade, assim, e para os períodos (por exemplo, os mais secos ou de maior consumo) em que não exista na cisterna água da chuva no volume necessário, deverá estar previsto um abastecimento de água suplementar. No entanto, não é viável fazer o aproveitamento da água da chuva exclusivamente para esta finalidade, pelo que deveriam ser pensadas utilizações alternativas para este recurso, garantindo que não ficaria subaproveitado.

Em termos de SAAP, o alargamento a outras utilizações para além desta, implica maiores custos devido à necessidade de aumentar a rede de distribuição da água.

f) Rede de Incêndio Armada

Relativamente à possibilidade de utilização da água da chuva nas redes de incêndio armadas, e tendo presentes os resultados do estudo analítico da água da chuva recolhida nos telhados do HDFS, E.P.E., é uma utilização que não representa riscos em Meio Hospitalar, inclusive, o risco para a saúde é maior se não houver água para combater um incêndio do que o resultante da sua utilização sem tratamento. Desta forma, não necessita de qualquer tipo de tratamento adicional.

No entanto, como referido anteriormente, embora exista Rede de Incêndio Armada (RIA) no HDFS, E.P.E., esta é alimentada directamente pela rede pública de abastecimento de água, não é alimentada por um reservatório equipado com grupo de bombagem.

No entanto, e por outra perspectiva, o reservatório da água da chuva representa uma oportunidade para contornar este inconveniente (funcional e legal) relacionado com a RIA,

desde que a ele seja possível acoplar o grupo de bombagem e todos os equipamentos que satisfaçam os requisitos legais da Segurança contra Incêndios em Edifícios.

A utilização da água da chuva exclusivamente para esta finalidade não se torna viável, uma vez que só é utilizada pontualmente (em caso de incêndio, simulacros ou realização de manutenções), e o recurso ficaria, desta forma, subaproveitado se não forem previstas outras utilizações para escoamento da água armazenada.

Em termos de SAAP, o alargamento a outras utilizações, tem o inconveniente de implicar maiores custos, devido à necessidade de aumentar a rede de distribuição da água.

g) Lavagem mecânica de material de higiene e limpeza hospitalar (panos e mopas)

No que diz respeito à possibilidade de utilização das águas pluviais na lavagem mecânica de material de higiene e limpeza hospitalar (panos e mopas), a ETA 0701 ANQIP, define, de uma forma mais global, que a lavagem de roupas com água da chuva sem tratamento específico apenas deve ser considerada quando a temperatura de lavagem atingir, no mínimo, 55°C.

No entanto, no HDFS, E.P.E. todo o material (panos e mopas) utilizado na limpeza é sujeito a descontaminação térmica (sujeito a 65°C durante no mínimo 10 minutos, condição, segundo o PNCI, para assegurar a descontaminação térmica do material), em máquinas de lavar existentes na própria Unidade Hospitalar. Desta forma, as máquinas cumpririam uma dupla função: descontaminação do material de limpeza e desinfecção térmica da água.

Segundo a ANQIP (2009), para esta utilização, deve ser prevista a aplicação, no SAAP, de um microfiltro com malha mínima de 100 µm (que deve ser alvo de manutenção adequada).

Esta utilização consome água de forma continuada, pelo que requer água sempre disponível para esta finalidade, assim, e para os períodos que não exista na água da chuva, na cisterna, no volume necessário (dada a sazonalidade deste fenómeno meteorológico), será necessário estar previsto um abastecimento de água suplementar, de forma a que o suprimento de água não seja interrompido.

À semelhança do que acontece para a rega, não é viável fazer o aproveitamento da água da chuva exclusivamente para a finalidade da lavagem mecânica de material de higiene e limpeza hospitalar, pois o consumo anual de água para esta finalidade (2.894m³/ano) é muito inferior ao volume de água que seria possível recolher nos telhados do HDFF, E.P.E. através dum SAAP (7.600m³/ano) devendo ser prevista outra(s) utilização(ões) para escoamento da água armazenada.

Em termos de SAAP, o alargamento a outras utilizações para além desta, implica maiores custos devido à necessidade de aumentar a rede de distribuição da água.

É pertinente ainda enumerar as questões de segurança relacionadas com os SAAP que são transversais a todas as possíveis utilizações da água da chuva:

- É necessário também garantir, caso o suprimento seja realizado à cisterna, a impossibilidade de conexões cruzadas. Quando a alimentação suplementar consista num dispositivo ligado directamente à rede de água para consumo humano com descarga na cisterna, deve garantir-se que a distância entre a saída desse dispositivo e o nível máximo possível de água na cisterna não seja inferior a 30 mm. O suprimento de água com qualidade para consumo humano deve ser pré-estabelecido de acordo com os consumos nos fins não potáveis previstos e não de acordo com o volume da cisterna, de modo a minimizar o consumo de água potável;
- As redes de água não potável, incluindo elementos acessórios, devem ser claramente diferenciadas das redes de água potável, através, por exemplo, da utilização de fita adesiva colorida preferencialmente com a inscrição “rede não potável” ou “água não potável”;
- É recomendado um controlo da qualidade da água na cisterna com uma periodicidade máxima de seis meses, prazo este que poderá ser alargado até um ano, caso o suprimento seja efectuado unicamente a partir da rede pública de água de consumo humano ANQIP (2009).

Tabela 25 - Análise da viabilidade das possíveis utilizações da Água da Chuva no HDFF, E.P.E.

Possibilidades de Utilização das Águas Pluviais	Consumos (%) (Média 2008-2010: 57.882m ³ /ano)	Disponibilidade da Água da Chuva (m ³ /ano)	Condições de Utilização	Riscos associados à sua utilização em meio Hospitalar	Parâmetros a corrigir na água/ Tratamento	Viabilidade
1- Rega	1,3% (752m ³ /ano)	7.600m ³ /ano	Utilização sazonal	Não (se não houver formação de aerossóis)	Sem necessidade de tratamento	Moderada
				Sim (se houver formação de aerossóis)	Correcção de parâmetros microbiológicos	Moderada
2- Lavagens exteriores (Pavimentos e varandas)			Utilização frequente	Sim	Correcção de parâmetros microbiológicos	Moderada
3 - Descargas de Autoclismos de Instalações sanitárias das zonas não críticas	Dados não disponíveis		Utilização continuada	Sim	Correcção de parâmetros microbiológicos	Baixa
4 - Central Térmica (Caldeiras)	42,4% (24.310m ³ /ano)		Utilização continuada	Não	Sem necessidade de tratamento	Elevada
5 - Sistema AVAC	Dados não disponíveis		Utilização continuada	Sim	Correcção de parâmetros microbiológicos	Baixa
6 - S.I.E. – Oficinas (Lavagem de automóveis)	1,15% (665m ³ /ano)		Utilização frequente	Sim	Correcção de parâmetros microbiológicos	Baixa
7 - Redes de Incêndio	Dados não disponíveis		Utilização pontual	Não	Sem necessidade de tratamento	Baixa
8 - Lavagem mecânica do material de limpeza	5% (2.894m ³ /ano)		Utilização continuada	Não	Sem necessidade de tratamento	Modelara

2.2. CONCLUSÃO

Atendendo às exigências legais, aos consumos reais e considerando os benefícios decorrentes de uma utilização continuada, que careça de um investimento mínimo para rentabilização/recuperação rápida, minimizando riscos, garantido a máxima segurança, conclui-se que a utilização na Central Térmica é a que melhor atinge os objectivos.

Numa perspectiva de sustentabilidade, a produção de energia na Central Térmica é igualmente a opção correcta.

De forma a ser possível apresentar uma análise económica dos investimentos e poupanças associadas à recolha e utilização da água da chuva para alimentar a Central Térmica (a mais viável), solicitou-se um orçamento, a uma Empresa certificada, de instalação de um SAAP adequado a essa utilização, e que se apresenta no Anexo III.

Tabela 26 - Análise económica dos investimentos e poupanças associadas à recolha e utilização da água da chuva para alimentar a Central Térmica.

Água Fornecida pelo Sistema de Abastecimento Público (Águas da Figueira, S.A.)		Aproveitamento das Águas Pluviais		
Consumo médio anual (2008-2010) (m ³)	Custos (tarifa /m ³ praticada pela Entidade Gestora de 1,38€/ m ³)	Oportunidades de poupança		Orçamento de instalação de SAAP*
57.882m³/ano	79.877€/ano	7.600m³/ano	10.488€/ano	40.000,00€ (Anexo III)

* - Orçamento inclui 30% para instalação e montagem do SAAP, circuitos de água não potáveis e os trabalhos de construção civil necessários.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 26, para a utilização definida, o investimento em termos de SAAP, seria de 40.000,00€. Desta forma, o retorno do investimento inicial, seria evidente ao fim de 4 anos, aproximadamente. Segundo a ANQIP (2009), o tempo de vida útil dos SAAP pode ir até 15 anos. O valor da manutenção anual do SAAP é 5% do valor do investimento inicial (2.000€).

BIBLIOGRAFIA

- Abecassis F. Água - o Desafio Vital: Apontamentos sobre a economia da água. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas; 1999.
- Alumasc. Rainwater Management Systems Harmer Kessel [Internet]. United Kingdom: Alumasc; 2009 [acesso em 2011 Jun 30]. Disponível em: <http://www.alumascrainwater.co.uk/pdf/rwsBrochure.pdf>.
- Assembleia da República. Declaração de Rectificação n.º 11-A/2006, de 23 de Fevereiro de 2006, Diário da República - I Série-A, N.º 39, 23 de Fevereiro de 2006.
- Assembleia da República. Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, Diário da República - I Série-A, N.º 249, 29 de Dezembro de 2005.
- Assembleia da República. Resolução da Assembleia da República n.º 10/2011, de 1 de Fevereiro de 2011, Diário da República, 1.ª Série, N.º 22, 1 de Fevereiro de 2011.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas/CEET-00.001.77. Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas; 2007.
- Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Especificação Técnica ANQIP – ETA 0701: Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP). Aveiro: ANQIP; 2009.
- Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Especificação Técnica ANQIP – ETA 0702: Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais. Aveiro: ANQIP; 2009.
- Bertolo E, Simões V. Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial. [local desconhecido]: ANQIP, 2008.

- Comissão Sectorial para Água (CS/04) – Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. Prevenção e Controlo de *Legionella* nos Sistemas de Água [Internet]. Caparica: Instituto Português da Qualidade; 2010 [acesso em 2011 Ago 30]. Disponível em: <http://www.ipq.pt/backFiles/PrevencaoControloLegionella.pdf>.
- Couto R, Pedrosa T. Guia Prático de Controle de Infecção Hospitalar – Epidemiologia, Controle e Terapêutica. 2.^a Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.; [data desconhecida].
- Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Paleocanografia – Geologia Marinha [Internet]. Lisboa: Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa; [data desconhecida] [acesso em 2011 Ago 16]. Disponível em: http://geologia.fc.ul.pt/Aulas/Geologia%20Marinha/Teoricas_MC/TeoricaGM_1MC.pdf.
- Direcção-Geral da Saúde (DGS). O Hospital Português. Lisboa: Ministério da Saúde; 1998.
- Direcção-Geral da Saúde (DGS). Plano Nacional de Controlo de Infecção [Internet]. Lisboa: Ministério da Saúde; 2007 [acesso em 2011 Jun 9]. Disponível em: http://srsdocs.com/parcerias/publicacoes/diversos/programa_nacional_infeccao.pdf.
- Environment Science Center, University Augsburg. Greener Hospitals – Improving Environmental Performance. Germany: University Augsburg; [data desconhecida].
- Ferreira FA. Moderna Saúde Pública. 6.^a Edição. Lisboa: Edição Fundação Calouste Gulbenkian; 1990.
- Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E. Relatório e Contas 2010. Figueira da Foz: Hospital Distrital da Figueira da Foz, E.P.E.; 2011.
- Ilhéu M. Melhorar cada vez mais a gestão da água e o estado dos ecossistemas aquáticos [Internet]. Évora: Departamento de Ecologia da Universidade de Évora, Universidade de Évora; [data desconhecida] [acesso em 2011 Jun 9]. Disponível em:

<http://www.alentejolitoral.pt/Downloads/Ambiente/Sistemas%20de%20Gestão%20Ambienta/Melhorar%20cada%20vez%20mais%20a%20gestão%20da%20água%20e%20o%20estado%20dos%20ecossistemas%20aquáticos.pdf>.

- Infarmed. Farmacopeia Portuguesa 9.0 – Edição Oficial 2008 [CD-ROM]. Lisboa: Ministério da Saúde; 2009.

- Instituto Português de Relações Internacionais e Segurança. O desafio da água no Século XXI – entre o conflito e a cooperação. Almada: Editorial Notícias; 2003.

- Lança I. Aproveitamento de Águas - Aspectos de Saúde Pública [Internet]. Coimbra: Departamento de Saúde Pública e Planeamento da Administração Regional de Saúde do Centro; 2011 [acesso em 2011 Ago 30]. Disponível em: www.regiaodeaveiro.pt/Download.aspx?id=30498.

- Lima A. Contributo dos aerossóis marinhos e continentais para a composição química da precipitação atmosférica na região do Minho (NW de Portugal). Braga: Universidade do Minho; 2007.

- Martins M. Manual de Infecção Hospitalar – Epidemia, Prevenção e Controle. 2.^a Edição. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, Lta.; 2001.

- Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. Decreto-Lei n.º 29/2011, de 28 de Fevereiro, Diário da República, 1.^a Série, N.º 41, 28 de Fevereiro de 2011.

- Ministério da Saúde. Despacho n.º 1729/2011 do Gabinete do Secretário de Estado da Saúde, Diário da República, 2.^a Série, N.º 15, 21 de Janeiro de 2011.

- Ministério de Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, Diário da República, 1.^a Série, N.º 164 - 27 de Agosto de 2007.

- Ministério de Ambiente. Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, Diário da República - I Série-A, N.º 176, 1 de Agosto de 2008.

- Oliveira A. *Optimização do Uso da Água na Indústria - O Caso de Estudo da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A.* [dissertação]. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa; 2009.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). *Safe use of Wastewater, Excreta and Greywater- Policy and Regulatory Aspects.* Switzerland: Organização Mundial da Saúde; 2006. Volume I.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). *Water safety in buildings* [Internet]. Switzerland: Organização Mundial da Saúde; 2011 [acesso em 2011 Jun 30]. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548106_eng.pdf.
- Organização Mundial de Saúde (OMS). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health* [Internet]. Switzerland: Organização Mundial de Saúde; 2003 [acesso em 2011 Jun 18]. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf.
- Organização Mundial de Saúde (OMS). *Guidelines for Drinking-water Quality* [Internet]. Fourth Edition. Switzerland: Organização Mundial de Saúde; 2011a [acesso em 2011 Jun 30]. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf.
- Plano Nacional de Controlo de Infecção (PNCI). *Prevenção de Infecções adquiridas no hospital – um Guia prático* [Internet]. Lisboa: Plano Nacional de Controlo de Infecção; 2002 [acesso em 2011 Jun 9]. Disponível em: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd49/man_oms.pdf.
- Presidência do Conselho de Ministros. *Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30 de Junho de 2005.* Diário da República, I Série-B, N.º 124, 30 de Junho de 2005.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Relatório do Desenvolvimento Humano 2006 - A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água.* USA: Communications Development Incorporated; 2006.
- Rodrigues M, Calado L, Benguela Z, *et al.* *Gestão Integrada da Água – Teses em Gestão e Conservação da Natureza.* Parede: Principia Editora, Lda.; 2009.

- Silva-Afonso A. Repensar o uso da água no ciclo predial – contributos para a sustentabilidade. Aveiro: Universidade de Aveiro; 2008.
- Soromenho-Marques V. Pobreza e Água – relações recíprocas – Coleção Economia e Democracia. Cascais: Suru, produções culturais, Lda.; 2010.

- Sousa A, Silva J. Tratamento dos Efluentes Líquidos gerados e aproveitados da Água da Chuva: I – Requisitos de Tratamento, Aveiro Domus, Sub-projecto de Águas Interiores. Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro; 2006.

- Yarra Valley Water. Best practice guidelines – Reuse and Recycling [Internet]. Austrália: Yarra Valley Water; [data desconhecida] [acesso em 2011 Ago 12]. Disponível em: <http://www.yvw.com.au/yvw/groups/public/documents/document/yvw000620.pdf>.

ANEXOS

ANEXO I - CHAVE DE IMPUTAÇÃO DE CONSUMOS DE ÁGUA POR SERVIÇO/UTILIZAÇÃO NO HDEF, E.P.E. (%)

ÁGUA		Mês/Ano
CÓDIGO	SERVIÇO	Unidades de Obra
111012	Anestesia - consulta externa	0,050%
111013	Anestesia - urgência	0,050%
1110117	Anestesia - cirurgia ambulatorio	0,050%
111021	Cirurgia - internamento	2,000%
1110211	Cirurgia - Unidade funcional de tratamento cirúrgico da obesidade	0,100%
111022	Cirurgia - consulta externa	0,100%
111023	Cirurgia - urgência	0,200%
111024	Cirurgia - Unidade Internamento Curta Duração	0,100%
111025	Cirurgia - sala de Observações	0,100%
1110217	Cirurgia - cirurgia ambulatorio	0,100%
111031	Ginecologia/Obstetrícia - internamento	2,000%
111032	Ginecologia/Obstetrícia - consulta externa	0,400%
111033	Ginecologia/Obstetrícia - urgência	0,200%
111037	Ginecologia/Obstetrícia - hospital de dia	0,200%
1110317	Ginecologia/Obstetrícia - cirurgia ambulatorio	0,200%
111051	Oftalmologia - internamento	0,500%
111052	Oftalmologia - consulta externa	0,100%
111053	Oftalmologia - urgência	0,100%
111057	Oftalmologia - hospital de dia	0,100%
1110517	Oftalmologia - cirurgia ambulatorio	0,100%
111061	Urologia - internamento	0,500%
111062	Urologia - consulta externa	0,100%
111063	Urologia - urgência	0,100%
111067	Urologia - hospital de dia	0,100%
1110617	Urologia - cirurgia ambulatorio	0,100%
111071	Ortopedia - internamento	2,000%
111072	Ortopedia - consulta externa	0,200%
111073	Ortopedia - urgência	0,200%
111074	Ortopedia - Unidade Internamento Curta Duração	0,100%
111075	Ortopedia - sala de Observações	0,100%
1110717	Ortopedia - cirurgia ambulatorio	0,100%
111081	ORL - internamento	0,400%
111082	ORL - consulta externa	0,100%
111083	ORL - urgência	0,100%
1110817	ORL - cirurgia ambulatorio	0,100%
112011	Cardiologia - internamento	0,300%
112012	Cardiologia - consulta externa	0,200%
112013	Cardiologia - urgência	0,200%
112022	Dermatologia - consulta externa	0,050%
112023	Dermatologia - urgência	0,050%
112027	Dermatologia - hospital de dia	0,050%
112031	Gastrenterologia - internamento	0,100%
112032	Gastrenterologia - consulta externa	0,200%
112033	Gastrenterologia - urgência	0,200%
112041	Medicina - internamento	2,000%
112042	Medicina - consulta externa	0,300%
112043	Medicina - urgência	0,500%
112044	Medicina - Unidade Internamento Curta Duração	0,300%

112045	Medicina - sala de Observações	0,300%
112047	Medicina - hospital de dia	0,300%
112052	MFR - consulta externa	0,200%
112061	Neurologia - internamento	0,300%
112062	Neurologia - consulta externa	0,200%
112063	Neurologia - urgência	0,200%
112071	Pediatria - internamento	0,500%
112072	Pediatria - consulta externa	0,150%
1120722	Pediatria - Unidade funcional de psiquiatria da infância e adolescência	0,050%
112073	Pediatria - urgência	0,300%
112074	Pediatria - Unidade Internamento Curta Duração	0,300%
112075	Pediatria - sala de Observações	0,200%
112077	Pediatria - hospital de dia	0,200%
1120712	Pediatria - neonatologia	0,200%
112081	Pneumologia - internamento	0,300%
112082	Pneumologia - consulta externa	0,200%
112083	Pneumologia - urgência	0,200%
112091	Medicina (Esp. Médicas) - internamento	0,800%
121022	Imunohemoterapia - consulta externa	0,100%
121027	Imunohemoterapia - hospital de dia	0,100%
130112	Consulta Externa - consulta externa	0,200%
130123	Urgências - urgência	0,500%
130124	Urgências - Unidade Internamento Curta Duração	0,100%
130125	Urgências - sala de Observações	0,200%
1301215	Urgências - VMER	0,100%
130137	Hospital de Dia - hospital de dia	0,100%
1301514	Serviço Domiciliário - ambulatório externo - Geral	0,100%
1301519	Serviço Domiciliário - ambulatório externo - C.Geriátrico Luís V.Nascimento	0,000%
130162	Medicina do trabalho - consulta externa	0,100%
1301717	Cirurgia do Ambulatório - cirurgia ambulatório	0,200%
210122	Serviços farmacêuticos - produtos cedidos ao exterior	0,000%
210132	Serviço Social - ajudas técnicas	0,000%
111018	Anestesia - bloco operatório	0,050%
111019	Anestesia - recobro	0,100%
111028	Cirurgia - bloco operatório	0,200%
111036	Ginecologia/Obstetrícia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,200%
111038	Ginecologia/Obstetrícia - bloco operatório	0,200%
111056	Oftalmologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,100%
111058	Oftalmologia - bloco operatório	0,200%
111066	Urologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,100%
111068	Urologia - bloco operatório	0,200%
111078	Ortopedia - bloco operatório	0,200%
111086	ORL - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,100%
111088	ORL - bloco operatório	0,200%
112016	Cardiologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%
112026	Dermatologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,050%
112036	Gastrenterologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%
112046	Medicina - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%
112056	MFR - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	4,000%
112066	Neurologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%
112076	Pediatria - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,200%
112086	Pneumologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%
121016	Imagiologia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,600%
121026	Imunohemoterapia - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,500%

121036	Patologia Clínica - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	2,500%
121046	Outros SCDT's - actos complementares de diagnóstico e terapêutica	0,020%
130148	Bloco Operatório - bloco operatório	0,200%
210111	Esterilização - esterilização	1,500%
210121	Serviços farmacêuticos - serviços farmacêuticos	0,100%
210131	Serviço Social - serviço social	0,050%
310111	S.I.E. - oficinas	1,150%
310112	S.I.E. - central de tratamento de água	0,100%
310113	S.I.E. - central de vapor/térmica	42,400%
310114	S.I.E. - central eléctrica de emergência	0,000%
310115	S.I.E. - central de gases medicinais	0,050%
310117	S.I.E. - serviço de viaturas	0,200%
310118	S.I.E. - serviços de instalações e equipamentos - geral	0,100%
310121	Serviços Hoteleiros - serviços hoteleiros - geral	0,100%
310122	Serviços Hoteleiros - alimentação e dietética	10,000%
310123	Serviços Hoteleiros - tratamento de roupa	0,100%
310124	Serviços Hoteleiros - higiene e limpeza	5,000%
310125	Serviços Hoteleiros - segurança e apoio	0,050%
310126	Serviços Hoteleiros - parques e jardins	1,300%
310127	Serviços Hoteleiros - barbearia	0,050%
310128	Serviços Hoteleiros - casa mortuária	0,600%
310129	Serviços Hoteleiros - ambiente e gestão de resíduos	0,200%
3101211	Serviços Hoteleiros - morgue	0,000%
310131	Serviços Religiosos - serviços religiosos	0,050%
310141	Serviços Administrativos - financeiros	0,150%
310142	Serviços Administrativos - aprovisionamento	0,200%
310143	Serviços Administrativos - pessoal	0,100%
310144	Serviços Administrativos - serviço de doentes	0,200%
310145	Serviços Administrativos - arquivo clínico	0,200%
310146	Serviços Administrativos - controlo de gestão - estatística	0,100%
310147	Serviços Administrativos - pré-facturação - codificação clínica	0,050%
310148	Serviços Administrativos - informática	0,050%
310149	Serviços Administrativos - biblioteca	0,030%
3101411	Serviços Administrativos - serviços jurídicos	0,050%
3101412	Serviços Administrativos - reprografia	0,050%
3101413	Serviços Administrativos - Auditoria Interna	0,100%
310151	Administração e Direcções Técnicas - conselho de administração	0,100%
310152	Administração e Direcções Técnicas - direcção clínica	0,100%
310153	Administração e Direcções Técnicas - direcção de enfermagem	0,100%
310154	Administração e Direcções Técnicas - administração geral	0,100%
310161	Comissões - comissão de ética	0,050%
310162	Comissões - comissão da qualidade	0,050%
310163	Comissões - comissão de controlo da infecção hospitalar	0,050%
310164	Comissões - comissão de farmácia e terapêutica	0,050%
310165	Comissões - comissão técnica de certificação	0,050%
310166	Comissões - comissão de coordenação oncológica	0,050%
310171	Formação - formação interna	0,250%
310174	Formação - projecto de acreditação do Hospital	0,000%
3101754	Formação - Plano de Formação 2011- Tipol 3.6	0,000%
310181	Projectos - Projectos- Região de saúde digital da Figueira da Foz	0,030%
310182	Projectos - Construção de edifício p/reinstalação e requalificação do serv. Urgência	0,020%
Totais		100,000%

ANEXO II - BOLETIM ANALÍTICO COM OS RESULTADOS DA ÁGUAS PLUVIAIS RECOLHIDAS NOS TELHADOS DO HDFF, E.P.E.



EQUILIBRIUM

Laboratório de
Controlo de
Qualidade e de
Processos
Lda



Boletim Analítico Nº: 20112204	Versão: 3.0
Âmbito: Determinações em Amostras de Águas naturais	

Boletim Definitivo

Requisitante: Daniela Joana Conde Santos
Morada: Rua da Sra. da Conceição, 21 - 3220-193

Designação da Amostra: Água da chuva

COLHEITA DE AMOSTRAS

Data:	18-05-2011	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	---	Tipo de Análise:	MB + FQ
Método de Recolha:	---	Origem:	Chuva
Tratamento:	Sem tratamento		

ANÁLISE

Data de Entrada: 18-05-2011	Período de Análise: 18-05-2011 a 05-07-2011	Ref. Amostra: 20112204
------------------------------------	--	-------------------------------

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados	Lim. lei	VMR (a)
Quantificação de Bactérias Coliformes totais	MI1 (2008-02-26) (ISO 9308-1:2000)	UFC/100mL	0	---	---
Quantificação de E.coli	MI2 (2008-02-26) (ISO 9308-1:2000)	UFC/100mL	0	---	---
Quantificação de Microrganismos a 22°C	ISO 6222:1999	UFC/mL	163	---	---
Quantificação de Microrganismos a 37°C	ISO 6222:1999	UFC/mL	30	---	---
Cor (após filtração simples)	NP 627:1972	mg/L Pt-Co	18	---	---
pH, a 18°C	SMEWW 4500-H-B *	Escala de Sorensen	6,8	---	---
Ferro	SMEWW 3500 Fe-B *	µg/L	133	---	---
Turvação	NP EN 27027:1997	NTU	1,3	---	---
Quantificação de Bactérias Coliformes fecais	MI2 (2008-02-26) (ISO 9308-1:2000)	UFC/100mL	0	---	---
Legionella spp.	ISO 11731:1998 *	UFC/L	Não Detectado	---	---
Azoto amoniacal	MI 106 (Método de Nessler)	mg/L	<0,14(LQ)	---	---
Carência Bioquímica em Oxigénio (CBO5)	SMEWW 5210 B *	mg/L O2	<25(LQ)	---	---

Obs.: O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação. A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. NP: Norma Portuguesa; SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed; ISO: International Standard Organization; NF: Norma Francesa; EN: Norma Europeia; MI: Método Interno; DIN: Norma Alemã; LQ: Limite de Quantificação. a) Valor Máximo Recomendado.	EMISSÃO Porto, 05 de Julho de 2011 O Director do Laboratório <i>Márcia Antão S.C.</i> Mária Cristina Antão, S.C., Dra. <small>(Este Boletim Analítico foi assinado digitalmente)</small>
--	--

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra designada neste Boletim Analítico.
O Boletim Analítico não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do Laboratório.



Boletim Analítico Nº: 20112204	Versão: 3.0
Âmbito: Determinações em Amostras de Águas naturais	

Boletim Definitivo

Requisitante: Daniela Joana Conde Santos
Morada: Rua da Sra. da Conceição, 21 - 3220-193

Designação da Amostra: Água da chuva

COLHEITA DE AMOSTRAS			
Data:	18-05-2011	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	---	Tipo de Análise:	MB + FQ
Método de Recolha:	---	Origem:	Chuva
Tratamento:	Sem tratamento		

ANÁLISE		
Data de Entrada: 18-05-2011	Período de Análise: 18-05-2011 a 05-07-2011	Ref. Amostra: 20112204

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados	Lim. lei	VMR (a)
Chumbo	SMEWW 3111-B *	µg/L	<7.0(LQ)	---	---
Cloretos	SMEWW4500-CI-D *	mg/L	<15(LQ)	---	---
Condutividade a 20°C	MI 55 (2008-05-29) * (SMEWW2510-B)	µS/cm	61.5	---	---
Carência química de oxigénio (CQO)	SMEWW 5220 D	mg/L O ₂	<40(LQ)	---	---
Crómio	SMEWW 3113-B *	µg/L	<5.0(LQ)	---	---
Dureza total	SMEWW 2340 - C *	mg/L CaCO ₃	18	---	---
Fósforo total	SMEWW 4500 - P- D *	mg/L	0.61	---	---
Nitratos	SMEWW 4500 NO ₃ -B	mg/L	<4.4(LQ)	---	---
Nitritos	SMEWW 4500-NO ₂ -B *	mg/L	0.17	---	---
Sólidos suspensos totais	SMEWW 2540 D *	mg/L	13	---	---
Sólidos Totais	SMEWW 2540-B *	mg/L	48	---	---
Sulfatos	SMEWW 4500-SO ₄ -E *	mg/L SO ₄	<10(LQ)	---	---
Zinco	SMEWW 3111 B *	mg/L	4.5	---	---
Salinidade	SMEWW 3111 B *	mg/L Na	7.2	---	---
Quantificação de Enterococos	ISO 7899-2 : 2000 *	UFC/100mL	5	---	---

Obs.: O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação. A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. NP: Norma Portuguesa; SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed; ISO: International Standard Organization; NF: Norma Francesa; EN: Norma Europeia; MI: Método Interno; DIN: Norma Alemã; LQ: Limite de Quantificação. a) Valor Máximo Recomendado.	EMISSÃO Porto, 05 de Julho de 2011 <i>O Director do Laboratório</i> Maria Cristina Antão, S.C., Dra. <small>(Este Boletim Analítico foi assinado digitalmente)</small>
--	---

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra designada neste Boletim Analítico.
O Boletim Analítico não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do Laboratório.

ANEXO III - ORÇAMENTO DE INSTALAÇÃO DE SAAP**GRAF EM PORTUGAL**

Rua 31 de Janeiro, 71, 1º Esqº
6300-769 GUARDA
Tel.: +351 271 098 083

www.graf.pt
info@graf.pt
Fax: +351 271 225 479



Proposta nº	110811_1805	Cliente	Daniela Joana Santos
Data	11-08-2011	Contacto	

PROPOSTA

Artigo	Descrição	Quant	Preço	Total
340035	Optimax industrial filtro externo transitável a peões	8	€ 1.599,00	€ 12.792,00
GESFF	Sistema de First Fluh automático	1	€ 3.750,00	€ 3.750,00
	Sistema de controlo e Bombagem duplo	1	€ 5.700,00	€ 5.700,00
Total Ilíquido				€ 22.242,00
IVA 23%				€ 5.115,66
Total				€ 27.357,66

Validade da Proposta: 30 dias
Condições de Pagamento:

Exclusões:

Instalação e montagem
Circuitos de água não potáveis
Meios de elevação no local da obra
Todos os trabalhos de construção civil

Observações:

--