

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

USO EFICIENTE DA ÁGUA EM INSTALAÇÕES COLECTIVAS E SIMILARES

Contributo para a caracterização do uso e aumento da eficiência

Por:

Susana Margarida Mendes Camacho Ferreira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Sanitária

Orientadora: Professora Doutora Maria do Céu de Sousa Teixeira de Almeida

Co-orientador: Professor Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira

Lisboa

2009

Agradecimentos

Professora Maria do Céu Almeida, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pela orientação, disponibilidade, indispensável apoio na realização desta dissertação. Muito obrigada pela sua atenção, amizade e incentivo.

Professor Francisco Ferreira, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pela orientação, disponibilidade e apoio ao longo da elaboração desta dissertação.

Doutora Maria Helena Veríssimo Colaço Alegre, Chefe do Núcleo de Engenharia Sanitária e Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Núcleo de Engenharia Sanitária, pela possibilidade de realização do caso de estudo no LNEC e pelos meios disponibilizados.

Engenheira Filipa Santos, responsável pelo *Campus Verde*, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Nova de Lisboa, pela disponibilidade, partilha de informação e apoio na aplicação da metodologia ao caso de estudo na FCT/UNL.

Engenheira Dália Loureiro, Engenheira Rita Ribeiro e Engenheira Paula Vieira, do Núcleo de Engenharia Sanitária, pelo apoio, esclarecimentos de dúvidas e sugestões.

Técnico João Vale, do Núcleo de Engenharia Sanitária, por toda a colaboração prestada na aplicação da metodologia ao caso de estudo no LNEC.

Engenheiro Filipe Vitorino, pela amizade e pela partilha de conhecimentos, dúvidas e opiniões.

Engenheira Catarina Canha, da Câmara Municipal de Óbidos, pela disponibilidade, apoio e partilha de informação em relação ao complexo escolar dos Arcos.

Engenheira Sara Ramos (Quercus) e Engenheira Sara Duarte (Águas do Oeste) pela disponibilidade e partilha de informação.

Engenheira Cláudia Beirão Lopes, Engenheira Susana Sabino, Dr. João Carreira, Dr. João Jesus e Técnico Coordenador José Ilídio Bento, pela disponibilidade demonstrada e pela informação fornecida.

Engenheiro Nuno Banza e Dr. Bruno Vitorino, pelo incentivo na realização desta dissertação.

Nélson e Carla pelo apoio na aplicação da metodologia ao caso de estudo do complexo escolar dos Arcos.

Aos meus pais, irmãos, familiares e amigos, pelo apoio que sempre me deram, por me terem ouvido nos momentos de desalento e por me terem encorajado a não desistir.

Ao meu marido por toda a compreensão, ajuda, amparo imprescindível e incondicional apoio em todos os momentos.

*“A água não é somente uma herança dos nossos predecessores,
ela é sobretudo um empréstimo aos nossos sucessores.
A sua protecção constitui uma necessidade vital,
assim como uma obrigação moral do Homem
para as gerações presentes e futuras.”*

(ONU, 1992)

*Never doubt that a small group of thoughtful,
committed citizens can change the world.
Indeed, it's the only thing that ever has.”*

Margaret Mea

(Vickers, 2001)

Resumo

A necessidade de actuar na promoção do uso eficiente da água é hoje uma prioridade reconhecida, tanto a nível nacional como internacional, dado ser um recurso essencial não só à qualidade de vida das populações, como ao desenvolvimento económico e aos ecossistemas. As perspectivas das alterações climáticas e as pressões sobre este recurso apontam também para o agravamento da situação a nível global.

Em Portugal, a necessidade e oportunidades para melhorar a eficiência no uso da água estão expressas no Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (RCM 113/2005, de 30 de Junho). Embora se tenha vindo a actuar neste sentido no sector urbano, observa-se uma lacuna importante em grandes instalações, nomeadamente em instalações de uso colectivo e similares (ICS), frequentemente grandes consumidores com grande diversidade de tipos, tanto na caracterização dos consumos como na identificação das oportunidades de actuação.

Nesta dissertação pretende-se contribuir para a caracterização do consumo da água em ICS, e para uma melhoria da utilização da água, propondo-se uma metodologia de auditoria para proceder à avaliação de instalações deste tipo e para identificação de oportunidades de intervenção não só para melhorar o uso da água mas que resultem também na redução das águas residuais e do consumo energético.

A metodologia apresenta três níveis de análise para permitir melhor adaptação às características das ICS e aos dados disponíveis para a realização deste diagnóstico ao uso da água. Propõe-se um conjunto de indicadores de consumo para diferentes tipos de instalações, a identificação de usos tipo e o cálculo de padrões de consumo adimensionais, importantes para aferir a eficiência de instalações do mesmo tipo e os impactos na rede de abastecimento. Esta metodologia foi aplicada e validada em diferentes casos de estudo, com diferentes tipos de dados disponíveis. São também identificadas medidas e acções de uso eficiente da água para ICS, sistematizadas por usos-tipo.

Palavras-chave: conservação da água, uso eficiente da água, consumos colectivos e similares, instalações colectivas e similares

Abstract

Nowadays, the need to promote the efficient use of water is recognised as a priority, both in Portugal and abroad, since water is essential not only to ensure human quality of life, but also for economic development and ecosystems functioning. Climate change as well as the increasing pressure over water resources are evidence will aggravate the situation globally.

In Portugal, the need and opportunities for improvement of the efficient use of water are expressed in the National Program for the Efficient Use of Water (RCM 113/2005, 30th June). Despite the developments in the urban sector, an important gap exists concerning large installations, namely installations for collective usage or similar (ICS), which are large water consumers of various types, between consumption characterization and the identification of opportunities for improvement.

This dissertation aims to contribute to the characterisation of water consumption in ICS and to improve water use efficiency, by proposing a methodology consisting of auditing procedures to evaluate installations and identify opportunities for intervention, including the contribution for reduction of wastewater production and energy consumption.

The methodology has three levels of analyses to allow adaptation to ICS characteristics and available data to carry out a diagnosis of water usage. Water consumption indicators are proposed for different types of installations as well as an identification of typical uses and consumption patterns in each type, important to evaluate efficiency in installations of similar types, and potential impacts on public water supply systems. The methodology has been applied and validated in case-studies with different levels of data availability. Measures and actions for the efficient use of water in ICS are also presented, arranged by type of use.

Key-words: water conservation, efficient use of water, consumption in collective installations, installations for collective use

Simbologia e Notações

AEA	Agência Europeia do Ambiente (<i>European Environment Agency EEA</i>)
ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
APDA	Associação Portuguesa dos Distribuidores de Água
ARH	Administração da Região Hidrográfica
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
AWE	<i>Alliance for Water Efficiency</i>
CEMEI	Centro Municipal de Educação Infantil
CHPS	<i>Collaborative for High Performance Schools</i>
DCEA	Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente (FCT-UNL)
DCV	Departamento de Ciências da Vida (FCT-UNL)
DHA	Departamento de Hidráulica e Ambiente (LNEC)
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
DL	Decreto-Lei
DR	Decreto Regulamentar
DQ	Departamento de Química (FCT-UNL)
DQA	Directiva Quadro da Água
EC	<i>European Commission</i> (Comissão Europeia CE)
EIA	Estudo de Impacte Ambiental
EMAS	<i>EU Eco-Management and Audit Scheme</i> (Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria)
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
EMABESA	Empresa Municipal de Águas de Benalmádena
EPAL	Empresa Portuguesa de Águas Livres SA
ESC	<i>Environment Science Center</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FCT-UNL	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
GDEH	Grupo de Disciplinas de Ecologia da Hidrosfera (FCT-UNL)
GGHC	<i>Green Guide for Health Care</i>
GH	<i>Green Hotel</i>
IA	Instituto do Ambiente
ICS	Instalações Colectivas e Similares

INAG	Instituto da Água
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)
IRAR	Instituto Regulador de Águas e Resíduos
ISA	Instituto Superior de Agronomia
IWA	<i>International Water Association</i>
LABES	Laboratório de Análises de Águas e Resíduos
LBA	Lei de Bases do Ambiente
LEHid	Laboratório de Ensaios Hidráulicos
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MAOTDR	Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
MWRA	<i>Massachusetts Water Resource Authority</i>
NES	Núcleo de Engenharia Sanitária (DHA-LNEC)
ONU	Organização das Nações Unidas
PANCD	Plano de Acção Nacional de Combate à Desertificação
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PEAASAR I	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006
PEAASAR II	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional da Água
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PTE	Escudos Portugueses
RASARP	Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
REA	Relatório de Estado do Ambiente
SAS	Serviços de Acção Social (FCT-UNL)
SEI-FCT	Secção de Econmato e Inventário (FCT-UNL)

SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SMAS	Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
STO-FCT	Oficinas dos Serviços Técnicos e Oficiais (FCT-UNL)
UE	União Europeia (<i>European Union</i> EU)
UEA	Uso Eficiente da Água
UN	<i>United Nations</i> (Nações Unidas)
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WRI	World Resources Institute
WSAA	<i>Water Services Association of Australia</i>
WWDR	<i>World Water Development Report</i>
WWC	<i>World Water Council</i>
ZMC	Zona de Medição e Controlo

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO E RELEVÂNCIA DO TEMA	1
1.2 OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO	4
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
2. O USO DA ÁGUA: ESTADO DA ARTE	7
2.1 ENQUADRAMENTO	7
2.2 A PROBLEMÁTICA DA DISPONIBILIDADE DA ÁGUA	8
2.2.1 Nota introdutória	8
2.2.2 Alguns desenvolvimentos estratégicos internacionais	10
2.3 USO DA ÁGUA EM PORTUGAL	12
2.3.1 Iniciativas promotoras do UEA	12
2.3.2 Procura de água por sectores em Portugal	15
2.3.3 Conceito de uso eficiente da água	17
2.3.4 O PNUEA e as metas a atingir	19
2.4 CARACTERIZAÇÃO DE USOS-TIPO EM INSTALAÇÕES COLECTIVAS E SIMILARES (ICS)	20
2.4.1 Considerações gerais	20
2.4.2 Instalações de ensino	26
2.4.3 Instalações de saúde	30
2.4.4 Instalações hoteleiras	34
2.4.5 Centros comerciais	37
2.4.6 Edifícios de serviços e escritórios	44
2.4.7 Instalações desportivas	45
2.4.8 Outras instalações colectivas	47
2.5 USO EFICIENTE DA ÁGUA EM ICS	48
2.5.1 Nota introdutória	48
2.5.2 Medidas e acções comportamentais	49
2.5.3 Medidas e acções tecnológicas mais eficientes	53
2.5.4 Mecanismos	55
2.5.5 Origens de água alternativas para usos compatíveis e sistemas de reaproveitamento	64
2.5.6 Indicadores de consumo	68
2.6 SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE	70
3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS USOS E CONSUMOS DE ÁGUA EM ICS	73
3.1 JUSTIFICAÇÃO DA ABORDAGEM METODOLÓGICA	73
3.2 DIAGNÓSTICO AO USO DA ÁGUA	74
3.3 NÍVEL DE ANÁLISE I – AGREGADO	76
3.3.1 Tarefas principais ao nível agregado	76
3.3.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos	76
3.3.3 Tarefa 2 - Recolha de informação documental e verificação <i>in situ</i>	77
3.3.4 Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico	78
3.4 NÍVEL DE ANÁLISE II – INTERMÉDIO	78

3.4.1	Tarefas principais ao nível intermédio.....	78
3.4.2	Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos	79
3.4.3	Tarefa 2 - Recolha e compilação de informação documental	79
3.4.4	Tarefa 3 - Recolha e verificação de informação <i>in situ</i>	80
3.4.5	Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico	81
3.5	NÍVEL DE ANÁLISE III – DETALHADO	83
3.5.1	Tarefas principais ao nível intermédio.....	83
3.5.2	Tarefas 1, 2 e 3	83
3.5.3	Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos.....	84
3.5.4	Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico	86
3.6	DESENVOLVIMENTO DE PLANO DE ACÇÃO.....	88
3.6.1	Considerações gerais	88
3.6.2	Lista de medidas e acções de UEA para ICS.....	89
3.6.3	Avaliação de medidas e selecção de acções	91
3.6.4	Programação temporal, técnica e orçamental de implementação das medidas	93
3.6.5	Apreciação de procedimentos e monitorização	93
3.6.6	Estratégia de comunicação e formação	94
4.	CASOS DE ESTUDO	97
4.1	ENQUADRAMENTO	97
4.2	CASO DE ESTUDO A - EDIFÍCIO DEPARTAMENTAL DA FCT/UNL.....	98
4.2.1	Enquadramento	98
4.2.2	Tarefa 1 - Definição de objectivos e do plano de trabalhos	98
4.2.3	Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental	99
4.2.4	Tarefa 3 – Recolha e verificação da informação <i>in situ</i>	108
4.2.5	Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico	113
4.2.6	Síntese do caso de estudo.....	118
4.3	CASO DE ESTUDO B - EDIFÍCIOS DO DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE DO LNEC....	120
4.3.1	Enquadramento	120
4.3.2	Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos	120
4.3.3	Tarefa 2 – Informação documental	121
4.3.4	Tarefa 3 – Informação <i>in situ</i>	126
4.3.5	Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico	131
4.3.6	Síntese do caso de estudo.....	135
4.4	CASO DE ESTUDO C – COMPLEXO ESCOLAR DOS ARCOS EM ÓBIDOS	137
4.4.1	Enquadramento	137
4.4.2	Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos	137
4.4.3	Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental	137
4.4.4	Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação <i>in situ</i>	139
4.4.5	Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos.....	141
4.4.6	Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e diagnóstico	145
4.4.7	Síntese do caso de estudo.....	150
4.5	CASO DE ESTUDO D – INSTALAÇÃO HOSPITALAR	152
4.5.1	Enquadramento	152
4.5.2	Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos	152

4.5.3	Tarefa 2 – Recolha de informação documental e verificação <i>in situ</i>	152
4.5.4	Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico.....	154
4.5.5	Síntese do caso de estudo	157
4.6	CASO DE ESTUDO E – ANÁLISE DE PERFIS DE CONSUMO DE ICS EM OEIRAS	158
4.6.1	Enquadramento	158
4.6.2	Análise dos perfis de consumo	158
4.6.3	Síntese do caso de estudo	182
4.7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	185
5.	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	189
	BIBLIOGRAFIA.....	193
	ANEXOS	201
	Anexo I - Ficha de levantamento de dados para auditoria	203
	Anexo II - Procedimento para aferir a uniformidade da rega de aspersores e pulverizadores	223
	Anexo III - Ficha para o cálculo potencial de poupança de água	225
	Anexo IV - Padrões adimensionais de caudal para cada dia da semana	227
	Anexo V – Resultados estatísticos da aplicação TradebXL4.0	237
	Anexo VI – Caso de Estudo A: Exemplo das medições de quantificação do volume médio em dispositivos	247
	Anexo VII – Caso de Estudo B: Exemplo das medições de quantificação do volume médio em dispositivos	249
	Anexo VIII – Caso de Estudo C: Exemplo das medições de quantificação do volume médio em dispositivos	251
	Anexo IX – Critérios obrigatórios pelo Rótulo Ecológico para Hotéis e Parques de Campismo	253

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Estimativa da distribuição do consumo urbano de água total no país	2
Figura 2.1 – Disponibilidade de água doce (m ³ /hab/ano) em 2007.....	9
Figura 2.2 – Procura e ineficiências estimadas no uso da água em Portugal	16
Figura 2.3 - Estrutura de consumos de água	25
Figura 2.4 – Consumo de água por usos antes e depois da intervenção nos dispositivos de uso da água.....	26
Figura 2.5 – Consumo de água e de electricidade por cama e por dia nos hospitais	32
Figura 2.6 – Consumo de água nos diferentes sectores dos hospitais	33
Figura 2.7 – Distribuição dos centros comerciais nacionais por escalões dimensionais	39
Figura 2.8 – Torneiras de sensores nas instalações sanitárias de um dos centros comerciais nacionais	40
Figura 2.9 – Sensores de descarga nos urinóis de um dos centros comerciais nacionais	40
Figura 2.10 – Distribuição dos consumos de água nos centros comerciais por tipo de uso (2005)	43
Figura 2.11 – Rótulo de eficiência para dispositivos de uso da água proposto pela ANQIP	63
Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia geral.....	74
Figura 3.2 - Níveis de análise no diagnóstico ao uso da água em ICS	75
Figura 3.3 - Tarefas do procedimento de diagnóstico ao uso da água	75
Figura 3.4 - Informação a recolher na tarefa 2 do nível I	77
Figura 3.5 - Informação a recolher na tarefa 2 do nível II	80
Figura 3.6 – Esquema de procedimento para utilização do TradebXL4.0	86
Figura 3.7 – Esquema do procedimento para elaboração do balanço hídrico.....	87
Figura 3.8 – Exemplo de conteúdo para plano de acção.....	89
Figura 4.1 - Esquema dos edifícios que fazem parte do <i>Campus</i> da FCT-UNL.....	100
Figura 4.2 - Fotografias do edifício Departamental	101
Figura 4.3 - Distribuição da área útil ocupada pelas principais unidades instaladas no edifício Departamental.....	104
Figura 4.4 - Áreas afectas às diferentes actividades no edifício Departamental	104
Figura 4.5 – Contador <i>Bruno Janz</i> existente na entrada do edifício Departamental.....	106
Figura 4.6 – Reservatórios do Serviço de Incêndios nas traseiras do edifício Departamental.....	107
Figura 4.7 – Estimativa do consumo efectivo de água no <i>Campus</i> da FCT/UNL (1999)	108
Figura 4.8 – Dispositivos e equipamentos de uso da água existentes nas instalações sanitárias do edifício Departamental.....	109
Figura 4.9 – Dispositivos e equipamentos de uso da água existentes no laboratório do edifício Departamental.....	110
Figura 4.10 – Consumo mensal de água para o <i>Campus</i> da FCT/UNL em 2007 e 2008	113
Figura 4.11 – Consumo mensal de água para o edifício Departamental em 2007 e 2008	113
Figura 4.12 – Contribuição do consumo de água no edifício Departamental para o consumo total da FCT/UNL entre 2007 e 2008.....	114

Figura 4.13 – Contribuição das várias actividades para o consumo de água no edifício Departamental	115
Figura 4.14 - Esquema dos edifícios que fazem parte do LNEC	121
Figura 4.15 - Fotografias dos dois edifícios em análise.....	122
Figura 4.16 – Fotografias dos quatro contadores instalados no LNEC	123
Figura 4.17 – Distribuição dos copos de medição.....	126
Figura 4.18 – Dispositivos de utilização da água nas instalações sanitárias e copa no edifício do NES	127
Figura 4.19 – Dispositivos de utilização da água nas salas do Laboratório de Análises de Águas e Resíduos do edifício do NES.....	128
Figura 4.20 – Dispositivos de utilização da água nas instalações sanitárias, balneários e copa do edifício DHA.....	129
Figura 4.21 – Dispositivos de utilização da água nas salas de trabalho do edifício DHA	129
Figura 4.22 – Substituição das tubagens de abastecimento de água da EPAL ao LNEC	130
Figura 4.23 - Consumo mensal de água entre 2001 e 2008 para o <i>campus</i> do LNEC.....	131
Figura 4.24 - Consumo mensal de água por contador em 2007.....	132
Figura 4.25 – Fotografias do espaço exterior e interior do complexo escolar dos Arcos em Óbidos .	138
Figura 4.26 – Fotografias de alguns dos dispositivos de uso da água do complexo escolar dos Arcos onde foram realizadas medições do volume médio de água por unidade de tempo	139
Figura 4.27 – Fotografias mostrando as características de alguns dos dispositivos de uso da água do complexo escolar dos Arcos.....	140
Figura 4.28 – Complexo escolar dos Arcos: Caudal médio e envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia	143
Figura 4.29 – Complexo escolar dos Arcos: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo.....	144
Figura 4.30 – Consumo mensal de água no complexo escolar dos Arcos.....	145
Figura 4.31 – Consumo médio diário de água no complexo escolar dos Arcos	146
Figura 4.32 – Consumo médio diário de água por dia da semana no complexo escolar dos Arcos ..	147
Figura 4.33 – Consumo médio de água por hora no complexo escolar dos Arcos.....	148
Figura 4.34 – Fotografias do sistema de abastecimento de água pela rede pública	153
Figura 4.35 – Sala técnica onde está instalado o sistema de aquecimento de água do hospital.....	153
Figura 4.36 – Sistema de produção de água gelada (A) e chiller para climatização (B).....	154
Figura 4.37 – Consumo anual de água do hospital entre 2003 e 2008.....	154
Figura 4.38 – Consumos bimensais de água do hospital entre 2004 e 2008	155
Figura 4.39 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para as instalações de ensino	159
Figura 4.40 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para as instalações de investigação	159
Figura 4.41 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para a instalação desportiva.....	160
Figura 4.42 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para o escritório	160
Figura 4.43 – Instalação de ensino ID8: caudal médio diário no período e envolventes de caudal instantâneo diário e horário	162

Figura 4.44 – Instalação de ensino ID8: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo	163
Figura 4.45 – Instalação de ensino ID9: Caudais médio diário e envolventes do caudal instantâneo ao longo da semana e do dia	165
Figura 4.46 – Instalação de ensino ID9: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo	166
Figura 4.47 – Instalação de ensino ID38: Caudais médio diário e envolventes do caudal instantâneo ao longo da semana e do dia.....	167
Figura 4.48 – Instalação de ensino ID38: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo	168
Figura 4.49 – Instalação de investigação ID50: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia considerado.....	169
Figura 4.50 – Instalação de investigação ID50: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo.....	171
Figura 4.51 – Instalação de investigação 54: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia.....	173
Figura 4.52 – Instalação de investigação ID54: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo.....	174
Figura 4.53 – Instalação de investigação ID59: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia.....	176
Figura 4.54 – Instalação de investigação ID59: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo.....	177
Figura 4.55 – Instalação desportiva ID13: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e ao longo do dia	178
Figura 4.56 – Instalação desportiva ID13: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo	179
Figura 4.57 – Escritórios ID39: Caudal médio diário ao longo do período e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e ao longo do dia	181
Figura 4.58 – Escritórios ID39: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo	182

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Valores de capitação de água no Decreto Regulamentar nº 23/95	21
Tabela 2.2 – Consumos de água quente para diversos tipos de instalações.....	22
Tabela 2.3 – Caracterização das quatro escolas em análise.....	28
Tabela 2.4 – Caracterização das quatro escolas em análise.....	29
Tabela 2.5 - Valores de caudais unitários de água para instalações de ensino	29
Tabela 2.6 - Valores de caudais unitários de água para instalações de saúde	33
Tabela 2.7 - Valores de caudais unitários de água para instalações hoteleiras e similares.....	36
Tabela 2.8 - Valores de caudais unitários de água para centros comerciais.....	38
Tabela 2.9 – Escalões dimensionais dos centros comerciais nacionais	38
Tabela 2.10 - Características de alguns Centros Comerciais nacionais	40
Tabela 2.11 - Consumos de água nos centros comerciais identificados acima por tipo de uso.....	42
Tabela 2.12 – Indicadores de consumo de água nos centros comerciais	43
Tabela 2.13 - Valores de caudais unitários de água para escritórios.....	44
Tabela 2.14 - Valores de caudais unitários de água para instalações desportivas.....	47
Tabela 2.15 - Valores de caudais unitários de água para outras instalações colectivas	48
Tabela 2.16 - Comparação de consumos entre dispositivos e equipamentos.....	53
Tabela 2.17 – Programas de gestão e certificação ambiental para algumas ICS	57
Tabela 2.18 – Regulamentações técnicas existentes para equipamentos e dispositivos em termos de uso da água.....	63
Tabela 3.1 – Indicadores de consumo gerais.....	78
Tabela 3.2 – Classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água	82
Tabela 3.3 – Indicadores de consumo aplicáveis.....	83
Tabela 3.4 – Lista de medidas e acções comportamentais de UEA para ICS.....	90
Tabela 3.5 – Lista de medidas e acções tecnológicas de UEA para ICS.....	91
Tabela 4.1 – Caracterização do nível de análise e métodos específicos para os casos de estudo	97
Tabela 4.2 – Docentes, funcionários e alunos da FCT/UNL (2006/2007)	99
Tabela 4.3 – Espaços do edifício Departamental segundo as suas fases de construção	102
Tabela 4.4 – Distribuição de docentes, não docentes e alunos do edifício Departamental por unidade (2006).....	102
Tabela 4.5 – Características do edifício Departamental	103
Tabela 4.6 - Distribuição da área útil do edifício Departamental.....	104
Tabela 4.7 - Redes existentes no edifício Departamental	105
Tabela 4.8 – Dispositivos e equipamentos existentes no edifício Departamental	109
Tabela 4.9 – Quantificação dos caudais médios determinados para as torneiras analisadas	110
Tabela 4.10 - Consumo de água para limpeza dos espaços interiores do edifício Departamental	111
Tabela 4.11 - Estimativa do consumo de água por descarga de autoclismos no edifício Departamental	111
Tabela 4.12 - Estimativa do consumo de água em lavagem das mãos no edifício Departamental....	111

Tabela 4.13 - Estimativa das perdas de água nos autoclismos no edifício Departamental	112
Tabela 4.14 - Estimativa do consumo nos laboratórios no edifício Departamental	112
Tabela 4.15 – Estatísticas relativas ao consumo mensal no edifício Departamental (2007-2008).....	114
Tabela 4.16 – Indicadores de consumo calculados para o edifício Departamental	116
Tabela 4.17 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água	117
Tabela 4.18 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do edifício Departamental	117
Tabela 4.19 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do edifício Departamental	118
Tabela 4.20 – Dispositivos e equipamentos existentes no edifício NES e DHA	127
Tabela 4.21 – Quantificação dos caudais médios determinados para os dispositivos do edifício NES	128
Tabela 4.22 – Quantificação dos volumes médios determinados para os dispositivos do edifício DHA	130
Tabela 4.23 – Estatísticas relativas ao consumo mensal no <i>Campus</i> do LNEC (2001-2008)	132
Tabela 4.24 – Indicadores de consumo calculados para o <i>Campus</i> do LNEC.....	133
Tabela 4.25 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos do edifício NES e DHA com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água	133
Tabela 4.26 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do edifício NES e DHA.....	134
Tabela 4.27 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do edifício NES e DHA	134
Tabela 4.28 – Dispositivos e equipamentos existentes no complexo escolar dos Arcos.....	139
Tabela 4.29 – Quantificação dos caudais médios determinados para os dispositivos do complexo escolar dos Arcos	141
Tabela 4.30 – Estatísticas relativas ao consumo diário no complexo escolar dos Arcos	146
Tabela 4.31 – Estatísticas relativas ao consumo diário por dia da semana no complexo escolar dos Arcos.....	147
Tabela 4.32 – Indicadores de consumo calculados para o complexo escolar dos Arcos	149
Tabela 4.33 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água	149
Tabela 4.34 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do complexo escolar dos Arcos	150
Tabela 4.35 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do complexo escolar dos Arcos	150
Tabela 4.36 – Estatísticas relativas ao consumo bimensal neste hospital (2004-2008).....	155
Tabela 4.37 – Indicadores de consumo de água no hospital.....	156
Tabela 4.38 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do hospital.....	156

Tabela 4.39 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do hospital	157
Tabela 4.40 - Caso de estudo D: Identificação das ICS em análise	158
Tabela 4.41 – Indicadores de consumo das ICS em análise, concelho de Oeiras	161
Tabela 4.42 – Indicadores de consumo genéricos das ICS nos diferentes casos de estudo	186
Tabela 4.43 – Comparação de indicadores de consumo das ICS nos diferentes casos de estudo ...	188

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e relevância do tema

O consumo de água, nos diferentes sectores de actividade em Portugal, tem atingido valores bastante elevados comparativamente às necessidades reais do país, existindo uma parcela importante associada a ineficiência de uso e a perdas, relativamente à água que é efectivamente captada (Baptista *et al.*, 2001a).

A preocupação com a ineficiência no uso e com as perdas ganha ainda uma importância acrescida em anos de seca. O ano hidrológico de 2004/2005 foi um exemplo recente desta situação onde os períodos prolongados de temperaturas elevadas, conjugados com precipitação inferior ao normal, conduziram a reduções significativas na disponibilidade de água, nomeadamente das reservas nas albufeiras das barragens para abastecimento, que se reflectiu na redução da capacidade para fornecimento de água aos sistemas de abastecimento. Nesta situação foi necessário recorrer a meios de emergência para apoiar algumas populações do país e adoptar medidas de restrição do uso. O uso eficiente da água (UEA) é também determinante para minimizar os riscos de stress hídrico¹.

No seguimento desta problemática, foi aprovado, em Junho de 2005, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), já disponível desde 2001 em versão preliminar (Baptista *et al.*, 2001b), cuja principal finalidade é a promoção do uso eficiente da água em Portugal, especialmente nos sectores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios hídricos (Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30 de Junho). Neste programa é identificada a relevância do consumo urbano de água que, em termos de volumes, se estima bastante inferior ao do sector agrícola (87 % na agricultura versus 8% no sector urbano do volume estimado para usos consumptivos), mas que em termos de custos associados apresenta um peso superior ao sector agrícola (30 % na agricultura versus 51% no sector urbano do custo estimado associado para usos consumptivos). Assim, em termos gerais de conservação da água e económicos importa actuar nos usos urbanos no sentido de melhorar a sua eficiência. Embora os dados globais sejam escassos, o consumo urbano de água total do país estima-se distribuído pelos consumos doméstico, industrial, serviços (comércio) e outros, em média, em 64%, 14%, 13% e 9%, respectivamente, conforme se verifica na Figura 1.1 (APDA, 1999).

¹ O stress hídrico ocorre quando durante um certo período de tempo a procura de água excede a quantidade disponível ou quando a sua fraca qualidade restringe a sua utilização. O stress hídrico causa a deterioração dos recursos de água doce em termos de quantidade (sobreexploração de aquíferos, diminuição do caudal dos rios, etc.) e de qualidade (eutrofização, poluição por matéria orgânica, intrusão salina, etc.) (EEA, 1999).

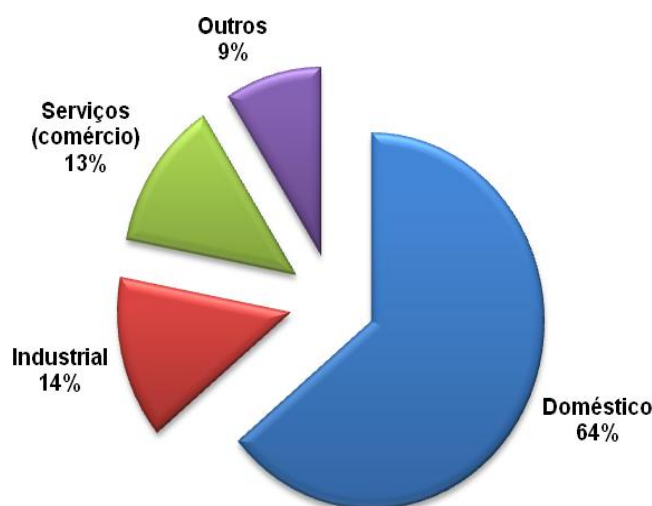


Figura 1.1 – Estimativa da distribuição do consumo urbano de água total no país

Os consumos domésticos, também designados por residenciais, têm vindo a ser objecto de vários estudos de caracterização (Alegre, *et al.* (1992); Edwards, *et al.* (1995); Buchberger, *et al.* (1997); De Marinis, *et al.* (2006); García, *et al.* (2004); Loureiro, *et al.* (2006); Loureiro, *et al.* (2009a); Loureiro, *et al.* (2009b)), pelo que existe já informação para se poder actuar de modo efectivo na identificação de oportunidades e aplicação de medidas correctivas. Esta tipologia de consumos apresenta também padrões diários e semanais típicos, que permitem uma análise e actuação mais generalizada.

No que diz respeito a outros tipos de utilizadores (como comércio, indústria e serviços) a informação disponível é muito limitada e a variabilidade dos consumos bastante significativa, tanto entre tipos de utilizadores como entre utilizadores do mesmo tipo. Assim, Almeida *et al.* (2006) identificam a necessidade de desenvolvimento de estudos de caracterização para estes tipos de utilizadores, sem os quais dificilmente se poderá avançar com propostas de actuação eficazes para a melhoria da eficiência no uso da água, apesar do claro potencial para intervenção.

Muitas das instalações para comércio, indústria ou serviços têm usos colectivos, ou seja, usos similares aos residenciais, mas onde o número de utilizadores pode ser bastante superior e, em muitos casos, com acesso público.

Actualmente, verifica-se que, enquanto os consumos residenciais apresentam padrões e consumos unitários médios relativamente bem caracterizados, o uso da água em Instalações Colectivas e Similares (ICS) é pouco conhecido. São exemplos destas instalações: equipamentos de ensino, de saúde, militares, prisionais, bombeiros, desportivas, organismos públicos, quartéis, refeitórios, oficinas e lavandarias. Nestas instalações, os consumos de água podem ser classificados pela sua especificidade de

utilização e é possível identificar que os seus níveis de eficiência são necessariamente diferentes.

De facto, constata-se que, em muitos casos, os consumos que correspondem a estas ICS são elevados, existindo grandes ineficiências (Almeida *et al.*, 2006). Muitas das ICS são consideradas pelas entidades gestoras de sistemas públicos de abastecimento de água como grandes consumidores (e.g. consumo superior a 150 000 l/dia) e apresentam uma importância elevada em termos de facturação, quer sejam correntemente sujeitos a medição ou não. Acresce que, em muitos casos, estes consumos não são medidos mas apenas estimados grosseiramente, apesar de poderem apresentar um peso significativo no balanço hídrico global. Para além do tipo de utilização, a ineficiência associada aos consumos neste tipo de instalações advém da inexistência de uma preocupação adequada com a manutenção e operação das infra-estruturas de água.

Assim, é reconhecida a existência de grandes oportunidades de melhoria da eficiência na utilização de água em ICS, bem como importantes benefícios em termos ambientais e económicos em resultado de uma utilização mais racional deste recurso neste tipo de instalações. Considera-se que nas ICS será possível utilizar dispositivos em tudo idênticos aos das instalações residenciais, mas com características adaptadas ao tipo de utilização, para garantir a redução de desperdícios e a promoção da eficiência (Almeida *et al.*, 2006).

As medidas de uso eficiente da água que se consideram aplicáveis aos usos acima referidos são: actuação na redução de perdas e desperdícios; promoção de comportamentos e procedimentos adequados e promoção da utilização de dispositivos e equipamentos eficientes. No entanto, uma adequada avaliação do consumo real de água nas ICS é um factor fundamental para o sucesso da actuação nestas instalações. Adicionalmente, a identificação de padrões de consumo e dos indicadores de consumo respectivos para alguns tipos de instalações é de grande utilidade prática e actualmente uma lacuna significativa.

1.2 Objectivos da dissertação

O objectivo geral desta dissertação é contribuir para o conhecimento do consumo e dos usos da água em instalações de uso colectivo e similares, e para uma melhoria da utilização da água, através de práticas que resultem também na redução das águas residuais e do consumo energético. Pretende-se ter em consideração as especificidades destas instalações e contribuir assim para a caracterização dos usos e aumento da eficiência, colmatando-se a lacuna de informação nesta área. De forma a cumprir este objectivo geral, definiram-se os seguintes objectivos específicos:

- Efectuar uma síntese dos conhecimentos e práticas sobre o uso da água em ICS e sobre medidas para aumentar a eficiência;
- Propor abordagens metodológicas que permitam efectuar o diagnóstico ao uso da água em ICS para diferentes tipos de dados de base disponíveis;
- Caracterizar o consumo em ICS em diferentes escalas temporais para tipos seleccionados de instalações, incluindo o cálculo de padrões de consumo adimensionais e indicadores de consumo;
- Identificar usos tipo e avaliar a relevância dos usos colectivos e similares da água na globalidade dos consumos.
- Elaborar uma lista de medidas e acções de UEA para ICS, sistematizadas por usos-tipo, tendo em conta critérios que traduzam a relevância e a viabilidade económica das mesmas e definir linhas orientadoras que ajudem a estabelecer prioridades na implementação das medidas e acções;
- Testar a aplicabilidade das abordagens propostas em casos de estudo.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos, constituindo a presente introdução o Capítulo 1.

No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão bibliográfica que pretende descrever a situação actual do uso da água e o estado da arte em relação ao uso eficiente da água em Portugal e noutros países. No que respeita aos usos urbanos, particularmente nas instalações colectivas e similares, pretende-se identificar, descrever e sistematizar as melhores práticas encontradas em algumas destas instalações através da análise sistemática de usos-tipo. Apresenta-se uma sistematização das principais ineficiências associadas ao uso da água em instalações colectivas e similares. Referem-se as experiências de outros países, que desenvolveram medidas e formas de aplicação das mesmas, no sentido de contribuir para a melhoria da eficiência de utilização da água.

No Capítulo 3, apresenta-se uma proposta de metodologia para efectuar o diagnóstico ao uso da água e identificar oportunidades para promover um uso mais eficiente em ICS, tendo sido propostos três níveis de abordagem consoante a informação disponível.

No Capítulo 4 descreve-se a aplicação da metodologia definida no Capítulo 3 em cinco casos de estudo. O caso de estudo A foi realizado no edifício Departamental, da FCT/UNL, o caso de estudo B nos edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC, o caso de estudo C no complexo escolar dos Arcos em Óbidos, o caso de estudo D numa instalação de saúde, e por fim, o caso de estudo E contempla uma análise de perfis de consumo de algumas ICS de Oeiras.

Finalmente, no Capítulo 5 apresenta-se uma síntese das conclusões mais relevantes, assim como sugestões para trabalhos futuros.

2. O USO DA ÁGUA: ESTADO DA ARTE

2.1 Enquadramento

Neste capítulo apresenta-se, em três fases, uma revisão bibliográfica sobre o tema do uso da água para sustentar os objectivos específicos deste trabalho. Numa primeira fase, incide-se sobre a problemática global da água e na evolução da política da sua gestão, a nível europeu e nacional. No contexto dos temas referidos anteriormente, no final desta fase apresenta-se o mais recente instrumento na área do Uso Eficiente da Água (UEA) a nível nacional, o PNUEA, que pretende contribuir para o desenvolvimento de uma nova cultura da água, pela qual este recurso seja crescentemente valorizado.

Numa segunda etapa analisam-se, com base em trabalhos disponíveis em Portugal e noutros países, as características das ICS, no que se refere aos usos específicos da água, e apresentam-se exemplos de medidas e acções e respectivas estratégias de implementação para estas instalações com o objectivo de melhorar a eficiência na utilização deste recurso. O propósito desta etapa é também apresentar, para algumas ICS, determinados programas/sistemas de certificação ambiental, de participação voluntária, que avaliam o desempenho destas instalações. Estes programas têm trazido benefícios ao nível da redução do consumo de água efectivo e têm estabelecido acções eficazes na sensibilização e educação ambiental dos seus vários utilizadores. Inclui-se, ainda, algumas informações sobre caudais unitários e consumos de água específicos, por uso-tipo, para cada tipologia de instalação em análise, que podem ser úteis no estabelecimento de indicadores de uso da água.

Na terceira etapa, considera-se relevante apresentar um conjunto de boas práticas de uso da água associado a usos-tipo existentes nas ICS, recomendar tecnologia eficiente e adaptar equipamentos e dispositivos tradicionais tornando-os mais eficientes. Considera-se também oportuno apresentar as origens de água alternativas e sistemas de reaproveitamento de água, assim como apresentar o que tem sido realizado ao nível da certificação de equipamentos e dispositivos de uso da água. Por fim, indicam-se alguns métodos encontrados para o cálculo de indicadores de consumo, que possam vir a ser utilizados como valores de referência de UEA por tipo de consumidor, podendo apoiar o cálculo de indicadores de eficiência. Estes indicadores de eficiência podem vir a ser úteis para a gestão interna das ICS e também para as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento. Neste último caso, os indicadores podem ser utilizados para aferição relativa dos consumos colectivos e similares e sua eficiência, contribuindo para uma gestão mais equilibrada das redes de abastecimento.

2.2 A problemática da disponibilidade da água

2.2.1 Nota introdutória

A água é um recurso natural, escasso e imprescindível à vida. Este recurso apresenta uma disponibilidade, quer em quantidade, quer em qualidade, muito exigente em termos da aplicação de elevados investimentos em infra-estruturas. Estes meios são necessários, quer para satisfazer a procura de água no espaço e no tempo, quer para manter o meio hídrico em adequadas condições de equilíbrio ambiental (INAG, 2001). Este recurso é também indispensável à grande maioria das actividades económicas, nomeadamente da agricultura e da indústria (Baptista *et al*, 2001).

No início do século XXI, verifica-se que a Terra, com as suas formas de vida abundantes e diversas incluindo cerca de 6 mil milhões de habitantes, aproxima-se de uma séria crise associada à escassez de água (WWDR, 2003). Este cenário, que se torna cada vez mais real, não se deve apenas à desigualdade na distribuição de água no planeta (Figura 2.1, FAO, Nações Unidas pelo World Resources Institute (WRI), 2008) e ao aumento da procura, mas também ao aumento da degradação da qualidade da água. Deste modo, devido não só ao crescimento demográfico mas também ao desenvolvimento económico e ao estilo de vida da sociedade actual, a água potável tornou-se um recurso escasso, que sendo um bem comunitário, se tem transformado num bem económico. As alterações climáticas têm vindo a agravar esta situação e as previsões de redução da precipitação em diversos países, assim como, a alteração dos seus regimes normais de ocorrência a curto e a médio prazo, podem vir a tornar este cenário ainda mais negro.

O conceito de “stress hídrico” associa-se a situações em que não existe água suficiente para toda a procura, durante um determinado período de tempo. Normalmente, estabelece-se que quando a disponibilidade anual de água doce renovável per capita se encontra abaixo de 1 700 m³, as regiões têm situações, periódicas ou regulares, de stress hídrico. Abaixo de 1 000 m³, considera-se que a escassez de água compromete o desenvolvimento económico, a saúde e o bem-estar humano (WBCSD, 2007).

Em 60% das cidades europeias com mais de 100 000 habitantes, a água subterrânea está a ser utilizada a um ritmo superior ao da sua taxa de reposição (EEA, 1995). Algumas cidades têm sofrido rebaixamentos de níveis freáticos entre os 10 e os 50 metros, como o caso da cidade do México, Bangucoque, Manila, Pequim, Madras e Xangai (Foster *et al*, 1998).

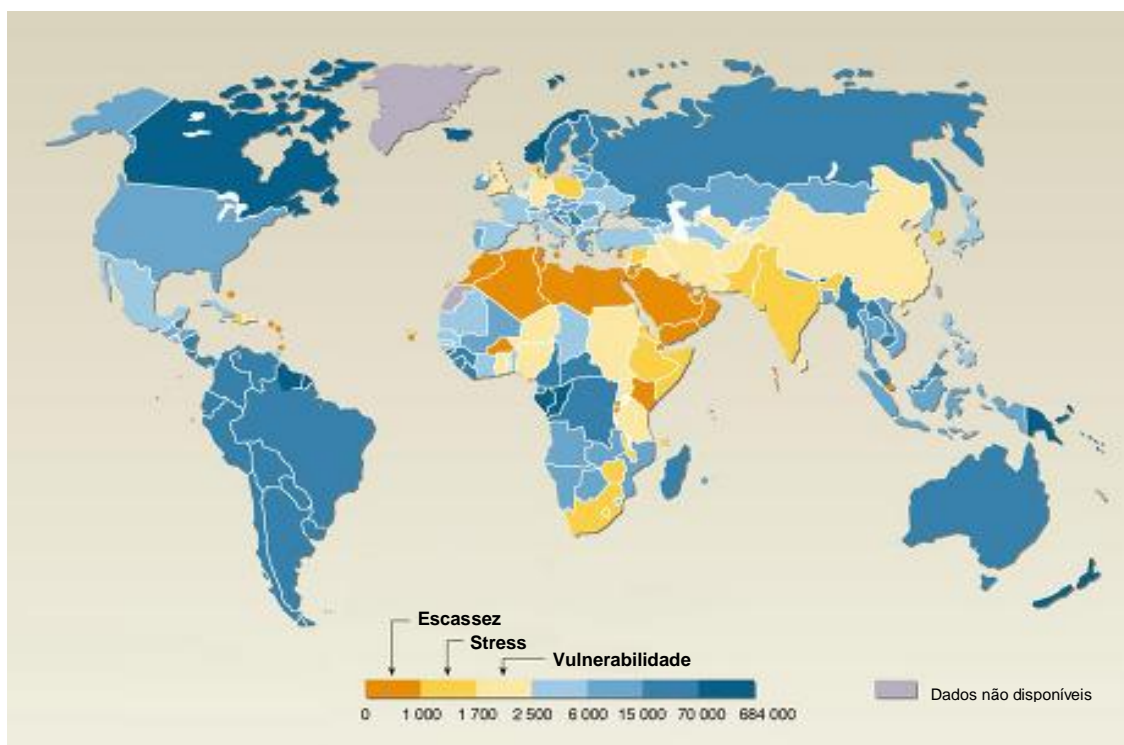


Figura 2.1 – Disponibilidade de água doce (m³/hab/ano) em 2007

Recentemente, o Relatório das Nações Unidas, de Março de 2009, “*Water in a Changing World*” (UN, 2009) indica que o crescimento acentuado da população mundial, as alterações climáticas, a má gestão generalizada e a procura crescente de energia estão a exercer pressões intensas nas reservas de água do mundo.

A crise mundial dos recursos hídricos está directamente ligada às desigualdades sociais, evidencia deste facto são as disparidades observadas entre os países desenvolvidos e os países em via de desenvolvimento. Nos países onde a situação de stress hídrico atinge índices críticos de disponibilidade, como nos países do Continente Africano, a média de consumo de água é de 10 a 15 l/dia/habitante. Nos Estados Unidos, por exemplo em Nova Iorque, existe um consumo excessivo de água doce tratada e potável: um cidadão chega a gastar 2 000 l/dia. Em Portugal o consumo de água por habitante estima-se em média em 161 l/dia (INAG, 2005).

Neste contexto de escassez de água, é essencial, além de adequar equipamentos e tecnologias, mudar comportamentos e atitudes no sentido da correcta e eficiente utilização da água nas mais diversas aplicações, pois a importância de preservá-la, em termos de quantidade e qualidade é evidente. Esta situação apela a uma urgente tomada de consciência por parte dos consumidores sobre as medidas práticas que permitem evitar ou abrandar a deterioração da qualidade da água e racionalizar o seu consumo.

Para a optimização do uso da água no seu conceito mais amplo, é importante destacar a evolução do conceito de uso racional da água para o de conservação desse recurso. Como

“uso eficiente da água (UEA)” entende-se a acção de otimizar a utilização da água (eficiência de utilização), sem pôr em causa os objectivos pretendidos (eficácia de utilização), ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento sócio-económico (Baptista *et al.*, 2001a). Esta acção por sua vez promove a conservação da água, que consiste na gestão dos recursos hídricos e do ambiente de forma a garantir o seu uso sustentável e a manutenção da sua qualidade e disponibilidade no presente e no futuro (Garcia, 2004).

2.2.2 Alguns desenvolvimentos estratégicos internacionais

Sendo a água um dos temas pioneiros da política de ambiente da União Europeia verifica-se que uma série de directivas neste domínio têm vindo a ser aprovadas desde a década de 1970. Estas primeiras normas referiam-se à água sobretudo como um recurso útil para o ser humano. Como exemplo, temos as directivas sobre a qualidade da água para consumo humano, para a prática balnear e para a vida de peixes, moluscos e crustáceos de interesse comercial.

Em Junho de 1972, realizou-se em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, proclamando a necessidade de existir uma cooperação internacional entre Nações e Organizações Internacionais, para fazer face a um conjunto crescente de problemas ambientais, com expressão regional, global ou de domínio internacional. É na Declaração de Estocolmo que se afirma a necessidade comum de se proteger e melhorar o ambiente para as gerações actuais e futuras: tal como a de se assegurar o planeamento e gestão cuidadosa dos recursos naturais da terra, entre os quais a água (Princípios 1 e 2).

Em 1987 surgiu o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”, no Relatório da Comissão Mundial do Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, conhecido por Relatório de Brundtland, sobre “O Nosso Futuro Comum” (ONU, 1987). Neste âmbito o conceito de desenvolvimento é definido como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.

Por volta de 1990, foram regulamentados aspectos específicos de poluição, relacionados por exemplo, com as descargas de águas residuais e a utilização de fertilizantes e pesticidas (Garcia, 2004).

Na Conferência do Rio em 1992, sobre “Ambiente e Desenvolvimento”, foi aprovada a “Agenda 21 – Programa de Acção Global para o Desenvolvimento Sustentável no século XXI”. Neste programa faz-se referência à disponibilidade dos recursos de água doce e desenvolve-se a ideia da água em todos os aspectos da vida. No capítulo 18 deste documento, referente à Protecção da Qualidade e Abastecimento dos Recursos de Água

Doce, são indicadas referências concretas para Aplicação de Abordagens integradas para o Desenvolvimento, Gestão e Utilização de Recursos Hídricos (Levy, 2008).

Em 1994, a adopção da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) faz com que este tema obtenha um reconhecimento superior, passando a ser considerado um desafio global, juntamente com as temáticas das alterações climáticas e da biodiversidade.

Em 1998, as preocupações da União Europeia (UE) em relação à necessidade de melhorar a eficiência no uso da água mantêm-se, sendo correspondida nesta altura com a criação, da *Task Force Environment-Water*, (EC, 1998) que estabelece quatro eixos prioritários, correspondentes às principais preocupações dos cidadãos: combate à poluição, uso racional da água, combate aos défices de água crónicos e prevenção e gestão de situações de crise.

No ano 2000, a União Europeia aprovou a Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro, designada por Directiva-Quadro da Água (DQA), que materializa as preocupações em promover uma gestão eficiente da água. A DQA acrescenta à legislação comunitária sobre os recursos hídricos, um princípio fundamental para a sua gestão global, a gestão integrada a nível da bacia hidrográfica, sendo este passo muito importante para garantir a protecção e o uso sustentável dos recursos hídricos. Neste documento são estabelecidos objectivos de protecção das águas superficiais, costeiras e subterrâneas para se atingir o objectivo de água de boa qualidade. Esta directiva integra pela primeira vez, de forma explícita, conceitos e instrumentos económicos na política da água. Com efeito, aparecem referidos em toda a DQA diversos conceitos económicos fundamentais, como o princípio de recuperação dos custos, a utilização de preços de incentivo, a análise dos custos e benefícios das medidas e os custos ambientais e de recursos (UE, 2000).

É também de realçar que a existência de outras directivas, como a Directiva 91/676/CEE, relativa à protecção da água contra a poluição causada pelos nitratos ou a Directiva 96/61/CE, relativa à prevenção e controlo integrados de poluição (PCIP), têm também como objectivo a protecção dos recursos hídricos.

Neste âmbito, verifica-se que a consciência crescente da importância dos recursos hídricos e da respectiva vulnerabilidade à utilização intensiva e à poluição constituem os principais motivos para a crescente implementação de políticas de conservação da água em todo o mundo, nas quais a componente específica do UEA desempenha um papel importante.

Recentemente, realizou-se em Istambul, na Turquia, de 16 a 22 de Março de 2009, o 5º Fórum Mundial da Água subordinado ao tema: soluções para a escassez. Neste encontro estiveram presentes cerca de 200 ministros de todo o mundo e representantes de mais de 300 organizações para debater e propor soluções sustentáveis para o consumo da água.

Como resultado deste encontro espera-se a adopção generalizada do “*Istanbul Water Guide*”. No decurso deste Fórum, foi apresentado pela Agência Europeia do Ambiente (AEA), o relatório intitulado “Os recursos hídricos na Europa – enfrentar a escassez de água e a seca” evidenciando que, embora os maiores problemas se continuem a verificar na Europa do Sul, o stress hídrico está também a aumentar em algumas regiões do Norte. Por outro lado, de futuro as alterações climáticas estarão na origem de um aumento da intensidade e da frequência das secas, agravando o stress hídrico, nomeadamente nos meses estivais (EEA, 2009). Segundo este relatório, “estamos a gastar mais do que podemos no que se refere à água. A solução de curto prazo para a escassez de água tem consistido em captar quantidades crescentes de água dos nossos recursos hídricos de superfície e subterrâneos” de acordo com a Professora Jacqueline McGlade, Directora Executiva da AEA, numa abordagem tradicional de “gestão da oferta” sendo necessário actuar na “gestão da procura”. “Esta sobreexploração não é sustentável. Tem um impacto considerável na qualidade e na quantidade da água que nos resta, bem como nos ecossistemas que dela dependem”. “Temos de reduzir a procura, minimizar a quantidade de água captada e aumentar a eficiência da utilização dessa água”.

2.3 Uso da água em Portugal

2.3.1 Iniciativas promotoras do UEA

A água é um factor essencial para o desenvolvimento sócio-económico do País, e por isso deve ser considerada um recurso estratégico estruturante, tendo necessariamente que fazer parte das diversas políticas sectoriais. Assim, e embora à escala nacional e anual, Portugal não tenha graves problemas de escassez de água em situação hídrica normal, temos noção que existem zonas que revelam fragilidades de abastecimento em situações críticas, sazonais ou localizadas, resultantes de períodos de escassez hídrica. As variações que ocorrem não têm apenas relação com as características climáticas de cada país, mas também com a forma como a água é gerida, qual a fonte de abastecimento e em que é que ela é mais utilizada (Garcia, 2004). Neste âmbito, é fundamental a consciencialização de que os recursos hídricos não são ilimitados e que portanto é necessário protegê-los e conservá-los.

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) foi ratificada por Portugal em 1996, assumindo particular importância, nomeadamente pelo anexo referente à Implementação Regional para o Norte Mediterrânico, que apresenta as causas mais determinantes para a situação de desertificação observadas nesta região, designadamente a fragilidade dos seus solos, o relevo acidentado, as condições climáticas sub-húmidas secas e semi-áridas, as grandes perdas de coberto florestal e a exploração não sustentável dos recursos hídricos. No âmbito desta Convenção, Portugal aprova em

1999, um Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) pela Resolução do Conselho de Ministros nº69/99, de 9 de Julho. Este programa tem como objectivos orientar, disciplinar, promover, dinamizar, integrar e coordenar as acções de combate à desertificação e minimização dos efeitos da seca nas zonas semi-áridas e sub-húmidas do país. Nesta fase, foram identificadas as áreas mais propícias à desertificação, através de índices de susceptibilidade à desertificação, indicando algumas zonas do interior do Alentejo e norte do país (cerca de 11%), estimando-se que 60% do território se encontra sob risco moderado de desertificação (Levy, 2008).

O primeiro Plano Nacional da Água foi aprovado em 2002 e estabelece as acções a que o país se propõe até 2020 para pôr em prática a boa gestão dos recursos hídricos nacionais (INAG, 2001). Este plano prevê um novo modelo para a administração dos recursos hídricos do país, em consonância com o estabelecido na DQA, e tem como unidades básicas de gestão as bacias hidrográficas.

Em 2005, o Estado Português publica a Lei da Água, Lei nº58/2005, de 29 de Dezembro, que alterou o regime legal nacional da gestão da água promovendo a utilização sustentável dos recursos hídricos, transpondo a DQA.

Para cumprimento da DQA, e em paralelo à sua transposição para o direito nacional, são elaborados planos e programas, como por exemplo o Plano Nacional da Água (PNA), o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) e o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR I) 2000-2006 (MAOTDR, 2000) e actualmente PEAASAR II para o período 2007-2013 (MAOTDR, 2007). Neste enquadramento foram elaborados documentos, como o manual sobre o “Uso Eficiente da Água (UEA)” (Almeida *et al.*, 2005b).

O processo de consciencialização de que os recursos hídricos não são ilimitados e que portanto é necessário protegê-los e conservá-los deve ser acompanhado de medidas e acções concretas que conduzam à alteração das práticas correntes. Assim, um dos aspectos que merece atenção crescente da sociedade é a necessidade de proceder a um uso mais eficiente da água disponível. É necessário otimizar a utilização desse recurso (eficiência de utilização) sem pôr em causa os objectivos pretendidos (eficácia de utilização) ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento sócio-económico. Pretende-se utilizar menos água para conseguir os mesmos objectivos, o que conduz naturalmente à redução global dos consumos e indirectamente à redução da poluição dos meios hídricos e do consumo de energia, dependentes do consumo de água (Baptista *et al.*, 2001b).

Neste sentido, a necessidade de um UEA em Portugal foi já reconhecida como prioridade nacional, através da publicação do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

(PNUEA), aprovado a 30 de Junho de 2005, pela Resolução de Conselho de Ministros 113/2005, e que pretende contribuir para o desenvolvimento de uma nova cultura da água em Portugal, pela qual este recurso seja crescentemente valorizado, pela sua importância não só para o desenvolvimento humano e económico, mas também para a preservação do meio natural, no espírito da recente Directiva Quadro da Água e do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

Em termos do planeamento estratégico do país, o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para o período 2007-2013 (PEAASAR II) foi aprovado através do Despacho 2339/2007 do Ministro do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, publicado em Diário da República 2.ª Série a 14 de Fevereiro de 2007 (MAOTDR, 2007).

Na continuidade do PEAASAR I, este novo Plano Estratégico dá continuidade aos objectivos definidos no plano anterior, referente ao período 2000-2006, particularmente garantindo o acesso da população a sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais. Em complementaridade com a estratégia anteriormente adoptada, centrada especialmente no desenvolvimento dos sistemas integrados em alta, o PEAASAR II concentra-se, entre outros aspectos, nos sistemas em baixa. Neste âmbito é esperado alguma relevância para os investimentos que visem a articulação entre os sistemas em alta com a vertente em baixa. No mesmo contexto o novo Plano preconiza parcerias entre o Estado e as autarquias tendo em vista a integração das baixas municipais em sistemas multimunicipais existentes ou a criar. O plano visa também criar condições para a cobertura integral dos custos destes serviços, como forma de garantir a sustentabilidade do sector enquanto obrigação imprescindível perante as gerações futuras. Este plano estratégico enumera o equilíbrio da oferta e da procura através da gestão da procura, do uso eficiente de água, do aumento da reutilização e da exploração de fontes alternativas (águas pluviais, águas subterrâneas salobras, águas marinhas e águas residuais tratadas) como uma das linhas de actuação para a efectivação dos principais objectivos do mesmo (MAOTDR, 2007).

A estratégia reconhecida no PEAASAR 2007-2013 define objectivos e propõe medidas de optimização de gestão nas vertentes em alta e em baixa e de optimização do desempenho ambiental do sector, e clarifica o papel da iniciativa privada, criando espaços de afirmação e consolidação de um tecido empresarial sustentável, concorrencial e ajustado à realidade portuguesa. Pretende-se, assim, a minimização das ineficiências dos sistemas numa perspectiva de racionalização dos custos a suportar pelas populações, estabelece os modelos de financiamento e as linhas de orientação da política tarifária e define a reformulação do enquadramento legal e do modelo regulatório necessária à sua maior eficácia. Relativamente à questão tarifária, e sendo esta uma questão central para a sustentabilidade do modelo a implementar, o preço justo da água deve representar o ponto

de equilíbrio de três premissas da sustentabilidade do sector, ou seja, cobrir os custos do serviço, através de tarifas socialmente aceitáveis e escalonadas de forma a contribuir para o seu uso eficiente.

A articulação entre o PEAASAR 2007-2013 e outras linhas de acção consideradas como de relevante interesse nacional constitui um dos pressupostos de base da sua concepção, assumindo particular relevo no domínio dos recursos hídricos a Lei da Água (Lei nº58/2005, de 29 de Dezembro), a Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei nº54/2005 de 15 de Novembro) e o Plano Nacional da Água (Decreto-Lei nº112/2002, de 17 de Abril). Algumas orientações do PNUEA (Baptista *et al.*, 2001b) foram incorporadas de forma explícita neste documento estratégico.

Encontram-se em situação privilegiada para a promoção do UEA no sector urbano os órgão da administração central, no entanto outras entidades se destacam como potenciais agentes para esta promoção, nomeadamente, as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água, entidades gestoras de sistemas de águas residuais e pluviais, câmaras municipais, organismos regionais de ambiente e do ordenamento do território, associações profissionais em áreas afins, associações de utilizadores finais, organizações não governamentais na área do ambiente e instituições de ensino e investigação, entre outras (Almeida *et al.*, 2006).

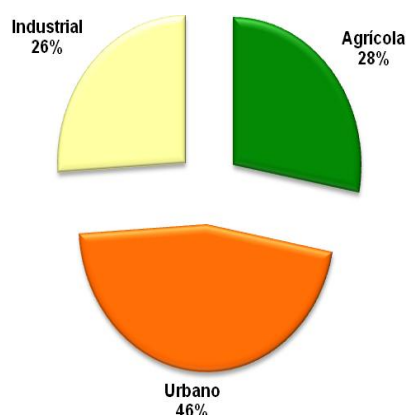
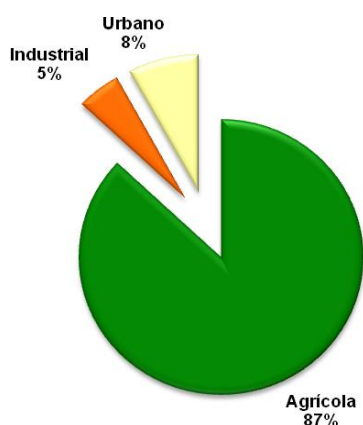
No que se refere às entidades gestoras dos sistemas de abastecimento de água verifica-se que as infra-estruturas de produção e distribuição de água devem ser as mais adequadas para garantir o bom funcionamento do sistema, o que pressupõe a garantia que existe água disponível continuamente para os consumidores, água potável em quantidade suficiente, à pressão adequada e com o menor custo possível. Muitas destas entidades em outros países começaram por estabelecer critérios uniformes e orientados para normalizar os dispositivos que se instalem, assim como o lugar dos mesmos, tanto nas redes de abastecimento como nos edifícios. Com estes critérios pretende-se obter melhores condições de abastecimento de água para os consumidores e uma maior versatilidade e rapidez nas intervenções (EMABESA, 2003). Neste âmbito, a nível nacional, estes critérios devem vir a ser introduzidos nos regulamentos já existentes, nomeadamente no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto-Regulamentar n.º 23/95).

2.3.2 Procura de água por sectores em Portugal

Segundo o PNUEA a procura de água em Portugal está actualmente estimada em cerca de $7\,500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, a que corresponde um valor global provável para a sociedade de $1880 \times 10^6 \text{ euros/ano}$ ($377 \times 10^9 \text{ PTE/ano}$) tendo por base os custos reais da água, o que representa 1,65% do Produto Interno Bruto português (valores estimados para o ano 2000).

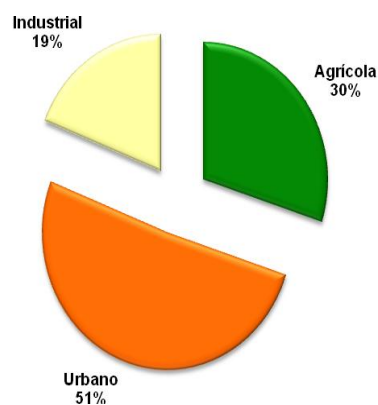
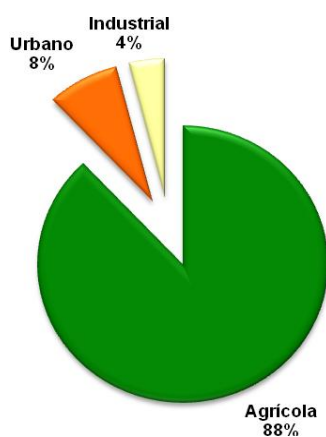
No entanto, nem toda esta procura de água é realmente aproveitada, havendo uma parcela importante associada a ineficiência de uso e a perdas, que tem custos para a sociedade mas não lhe traz benefícios (Baptista *et al.*, 2001a).

Da análise do consumo de água por sectores (Figura 2.2 a), Baptista *et al.*, 2001a), efectuada para o desenvolvimento do PNUEA, constata-se que a agricultura é o maior consumidor de água em Portugal, com um volume total de cerca de $6\,540 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (87%), contra $570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ no abastecimento urbano às populações (8,0%) e $385 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ na indústria (5%).



a) Distribuição do volume de água (%) consumido em cada sector

b) Custos atribuídos (%) à procura de água por sector



c) Volume de água (%) associado à ineficiência actual no total de perdas por sector

d) Custos atribuídos (%) ao volume de água associado à ineficiência actual no total de perdas por sector

Figura 2.2 – Procura e ineficiências estimadas no uso da água em Portugal

Quanto aos custos efectivos de utilização da água para os diversos tipos de utilização (Figura 2.2 b), Baptista *et al.*, 2001b), reconhece-se que o sector urbano passa a ser o mais relevante com 46% do total (875×10^6 euros/ano ou 175×10^9 PTE/ano), seguido da agricultura com 28% (524×10^6 euros/ano ou 105×10^9 PTE/ano), e da indústria com 26% (484×10^6 euros/ano ou 97×10^9 PTE/ano).

Segundo Baptista *et al.* (2001b), ao uso da água está associada uma elevada ineficiência provocada pela existência de água captada que não é usada com benefício (e.g. devido a fugas). Uma vez que estes factores de ineficiência podem ser minimizados, verifica-se que à agricultura correspondem ineficiências totais de cerca de $2\,750 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (88% do total de perdas), contra $240 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ no abastecimento urbano às populações (8% do total) e $112 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ na indústria (4% do total) (Figura 2.2 c), Baptista *et al.*, 2001b).

Da análise económica dessas ineficiências, verifica-se que (Figura 2.2 d), Baptista *et al.*, 2001b) o sector urbano passa a ser o mais relevante com $369 \times 10^6 \text{ €/ano}$ ($74 \times 10^9 \text{ PTE/ano}$) (51% do total), seguido da agricultura com $219 \times 10^6 \text{ €/ano}$ ($44 \times 10^9 \text{ PTE/ano}$), correspondendo a 30% do total, e da indústria com $140 \times 10^6 \text{ €/ano}$ ($28 \times 10^9 \text{ PTE/ano}$), ou seja, 19% do total, num total de $728 \times 10^6 \text{ €/ano}$ ($146 \times 10^9 \text{ PTE/ano}$). Em termos de análise global, estes custos de ineficiência representam 39% do valor global estimado para a procura de água em Portugal e 0,64% do PIB nacional.

A necessidade da melhoria da eficiência é justificada pelo imperativo ambiental de um recurso limitado como é a água e pela necessidade estratégica de preservar as disponibilidades e reservas de água no país. Além dos factores acima referidos, existe um interesse económico nacional (pois a poupança de água representa 0,64% do PIB nacional) e o aumento de competitividade das empresas nos mercados nacional e internacional (água como factor de produção). Por outro lado, uma melhoria da eficiência permite uma maior racionalização de investimentos, minimizando ou mesmo evitando em alguns casos a necessidade de ampliação e expansão dos sistemas de captação e tratamento de água. Outro aspecto importante é o interesse económico ao nível dos cidadãos, na medida em que permite uma redução dos encargos com a utilização da água, sem prejuízo da qualidade de vida. Por fim, justifica-se esta necessidade de melhoria da eficiência como uma obrigação de Portugal no âmbito da DQA (Baptista *et al.*, 2001b).

Actualmente, temos assistido a uma mudança na gestão do sector da água, pois com o lançamento do modelo de parceria entre Estado e Autarquias para os sistemas em baixa, e com os privados a manterem o seu interesse neste mercado, são mais fortes os ecos do PEAASAR II neste sector, prevendo-se a existência de novas entidades gestoras, com grande repercussão ao nível da organização municipal dos serviços de água e saneamento.

2.3.3 Conceito de uso eficiente da água

É importante compreender o significado do termo uso eficiente da água (UEA) no quadro da gestão dos recursos hídricos, embora a utilização do termo eficiência neste contexto seja bastante recente. Existem várias definições para este termo: segundo Baptista *et al.* (2001a) a eficiência de utilização da água mede até que ponto a água captada da natureza é

aproveitada de modo otimizado para a produção com eficácia do serviço desejado. Seguindo a mesma direcção, Alegre *et al.* (2004) define o conceito de eficiência no uso da água, medindo até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção de um serviço. Neste caso, a quantificação desta eficiência pode ser explicitada de forma a ir de encontro ao objecto de aplicação específica. Enquanto, Baptista *et al.* (2001b) adopta a expressão [1] para a eficiência de utilização, Alegre *et al.* (2004) propõe para cálculo da ineficiência a expressão [2].

$$\text{Eficiência de utilização da água (\%)} = \frac{\text{Consumo Útil (m}^3\text{)}}{\text{Procura efectiva (m}^3\text{)}} \times 100 \quad [1]$$

sendo:

Consumo útil – consumo mínimo necessário num determinado sector para garantir a eficácia da utilização, correspondendo a um referencial específico para essa utilização

Procura efectiva – volume efectivamente utilizado, sendo naturalmente igual ou superior ao consumo útil.

$$\text{Ineficiência no uso dos recursos hídricos (\%)} = \frac{\text{Perdas reais (m}^3\text{/ano)}}{\text{Água entrada no sistema (m}^3\text{/ano)}} \quad [2]$$

Para se obter um indicador de eficiência, em vez de se considerarem no numerador as “Perdas reais”, considerou-se o “Consumo autorizado”, tendo esta alteração seguido o procedimento recomendado para execução do balanço hídrico (Alegre *et al.*, 2004), obtendo-se a expressão [3].

$$\text{Eficiência no uso dos recursos hídricos (\%)} = \frac{\text{Consumo autorizado (m}^3\text{/ano)}}{\text{Água entrada no sistema (m}^3\text{/ano)}} \quad [3]$$

Embora o termo “eficiência” aplicado à gestão da água seja recente, anteriormente foram usados outros conceitos que reflectem a mesma intenção, como a noção de “uso racional”, da “redução de consumos” e da “redução de desperdícios” de água. Em seguida apresentam-se alguns exemplos destas concepções, como a de Cunha *et al.* (1980) que indica que a redução das quantidades de água efectivamente consumidas pode ser alcançada através da limitação dos desperdícios de água. No mesmo contexto de eficiência, Bau (1983) indica que uma adequada gestão dos recursos hídricos implica a necessidade de conservar a água, quer no âmbito da oferta, quer no âmbito da procura. Segundo os autores acima mencionados, a limitação dos desperdícios através de cuidados na execução e conservação das obras e equipamentos e o estabelecimento de tarifas que estimulem a poupança de água, são exemplos de acções concretas no âmbito desta temática.

Para Gleick *et al.* (2003), o público tem a percepção de que reduzir o fornecimento de água tem por consequência reduzir a quantidade de produção de bens que englobam a água na sua produção. No entanto, não é esta a mensagem que se pretende transmitir quando se divulga a necessidade de um uso mais eficiente da água. Normalmente a razão pela qual a população tem este entendimento desadequado, provém do facto das campanhas de sensibilização serem utilizadas como medidas reactivas (geralmente de duração reduzida), frequentemente associadas a situações de escassez hídrica, sendo necessário induzir efectivamente a redução do consumo de água.

Para mudar efectivamente os comportamentos da população será necessário associar a sensibilização do público a situações de não escassez de água, transmitindo as boas práticas no sentido de aumentar a eficiência no uso e mostrando que esta eficiência está associada a uma redução dos consumos de água, mas sem perda efectiva de bem-estar.

2.3.4 O PNUEA e as metas a atingir

Por se considerar relevante nesta fase, efectua-se uma breve apresentação do PNUEA e das suas metas com base em Baptista *et al.* (2001b). O programa encontra-se dividido em três partes: a primeira faz um diagnóstico do consumo da água em Portugal, a segunda parte propõe um conjunto de medidas para aumentar a eficiência no uso desta e na terceira parte propõe-se um programa para implementação dessas medidas com recurso a quatro áreas programáticas correspondendo aos mecanismos de:

- Sensibilização, informação e educação;
- Documentação, formação e apoio técnico;
- Regulamentação técnica, rotulagem e normalização;
- Incentivos económicos, financeiros e fiscais.

O PNUEA apresenta como meta para o sector urbano passar de uma eficiência de utilização de 58% para 80% em 10 anos. Considerando o consumo útil actual de $330 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e uma procura útil de $570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, verificamos que, para atingir a meta proposta, a poupança de água será de $160 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, o que corresponde a $244 \times 10^6 \text{ €/ano}$ (a custos actuais).

No PNUEA são apresentadas medidas para aumentar a eficiência no uso, 50 medidas para o uso urbano, 23 medidas para o uso agrícola e 40 medidas (14+26) para o uso industrial. Para cada uma das medidas apresentadas é feita a caracterização da mesma, a avaliação do potencial de redução de consumos, a identificação de mecanismos de implementação, a análise de viabilidade e a definição da prioridade de aplicação. As medidas potenciais

indicadas por este programa poderão ser aplicadas em duas situações hídricas, normal ou de escassez/emergência.

As medidas potenciais apresentadas prevêm alteração de tecnologias ou adequação de comportamentos. Exemplos destas medidas para dispositivos em instalações residenciais e similares (ex. autoclismos, chuveiros, torneiras, urinóis, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça, sistemas de aquecimento e refrigeração de ar) incluem duas tipologias distintas:

- Medidas Tecnológicas - Tecnologia eficiente disponível sem acréscimo de custo significativo (dispositivos novos ou com substituição planeada);
- Medidas Comportamentais - Alteração de comportamentos podem resultar em poupança significativa mas têm implementação e verificação mais difícil.

Actualmente existe um conjunto alargado de medidas com potencial para melhorar a eficiência nos usos da água, aplicáveis em situação hídrica normal e em escassez, que podem ser de cariz tecnológico ou comportamental (Baptista *et al.*, 2001b). Para o uso da água ao nível urbano, as medidas identificadas podem ser agrupadas genericamente conforme o tipo de utilizadores e de utilizações nas seguintes classes:

- Medidas ao nível dos sistemas públicos;
- Medidas ao nível dos sistemas prediais e de instalações colectivas;
- Medidas ao nível dos dispositivos em instalações residenciais, colectivas e similares;
- Medidas ao nível dos usos exteriores.

2.4 Caracterização de usos-tipo em Instalações Colectivas e Similares (ICS)

2.4.1 Considerações gerais

Para que seja possível identificar as oportunidades de melhoria do UEA é importante conhecer com maior detalhe a evolução dos consumos de consumidores específicos ou até de usos individualizados (Almeida *et al.*, 2006). Também segundo Sautchuk *et al.* (2005) para a implementação de um plano que conduza ao UEA, é necessário conhecer a distribuição do consumo, que geralmente varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e utilizadores envolvidos.

A nível nacional, os consumos que correspondem aos usos da água em ICS são geralmente valores elevados que indicam a existência de grandes ineficiências associadas, e por isso relevantes oportunidades de melhoria. De modo a responder aos objectivos traçados nesta área importa proceder à caracterização dos consumos de água. O Decreto Regulamentar nº

23/95, de 23 de Agosto, apresenta uma tipologia de diferenciação dos diferentes tipos de consumos:

- Consumos domésticos – usos exclusivamente domiciliários (Artigo 13º).
- Consumos comerciais ou de serviços – usos de actividades comerciais (Artigo 14º).
- Consumos industriais ou similares – consumos industriais e assimiláveis (entre outros unidades turísticas e hoteleiras) (Artigo 15º).
- Consumos públicos – tais como fontanários, bebedouros, rega de zonas verdes e limpeza de colectores. Não se consideram aqui estabelecimentos de saúde, ensino, militares, prisionais, bombeiros e instalações desportivas (Artigo 16º).

A tipologia de diferenciação dos diferentes tipos de consumos apresentada pelo Decreto Regulamentar nº 23/95, não é a adoptada por muitas entidades gestoras observando-se uma grande variedade de situações. Esta agregação dos consumos e outras semelhantes adoptadas pelas entidades gestoras, são realizadas geralmente para efeitos de facturação de acordo com a sua utilização mas não diferenciam os usos nem reflectem as reais utilizações de água. É de se referir também que os consumos colectivos estão normalmente, dispersos por várias categorias. Deste modo, verifica-se que em termos de uso eficiente da água esta sistematização não é a melhor, pois numa mesma categoria enquadram-se tipologias de consumo muito distintas. Como forma de ultrapassar este problema passaremos a designar os consumos de instalações de ensino, saúde, militares, prisionais, bombeiros, instalações desportivas, organismos públicos, quartéis, refeitórios, oficinas e lavandarias, por consumos colectivos e similares (incluindo os institucionais). A informação específica nas tipologias de instalações, referidas anteriormente, é escassa e dispersa. Exemplos dos valores de capitação indicados pelo Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto podem ser observados na Tabela 2.1 e são recomendados como estimativa num projecto de dimensionamento de redes de abastecimento, quando não existe melhor informação.

Tabela 2.1 - Valores de capitação de água no Decreto Regulamentar nº 23/95

Tipologia	Capitação média
Domésticos (acima de 50.000 habitantes)	175 l/(hab.dia)
Comerciais	50 l/(hab.dia)
Públicos	5 - 20 l/(hab.dia)

Afonso (2001) apresenta alguns valores indicativos relativos a um número limitado de fontes apenas para consumo de água quente (Paixão, 1999; AICVF, 1991) que se apresentam na Tabela 2.2 para diversos tipos de instalações. Ao longo deste subcapítulo apresentam-se diversos valores de consumos de água para algumas ICS, identificadas em diversas fontes, nomeadamente por entidades gestoras dos sistemas de abastecimento de água.

Tabela 2.2 – Consumos de água quente para diversos tipos de instalações

Tipologia	Capitação média
Habitacões	50 l/(hab.dia) ⁽¹⁾
Escola(sem chuveiro)	10 l/(hab.dia) ⁽¹⁾
Escola(com chuveiro)	25 l/(hab.dia) ⁽¹⁾

Tabela 2.2 - Consumos de água quente para diversos tipos de instalaões (continuaão)

Tipologia	Capitação média
Instalaões Militares	45 l/(hab.dia) ⁽¹⁾
Internatos	45 l/(hab.dia) ⁽¹⁾
Jardins infantis	40 a 60 l/(lugar.dia) ⁽²⁾
Hospitais	125 l/(doente.dia) ⁽¹⁾
Hospitais (quartos)	50 a 60 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Pequenos hospitais (global)	50 a 80 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Grandes hospitais (global)	80 a 100 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Clínica/maternidade (quartos)	60 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hotel de 3 estrelas (desportos de inverno)	170 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hotel de 3 estrelas	130 a 140 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Residencial com banho	100 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hotel de 1 estrela (50% duche, 50% banho)	75 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Residência de estudantes (s/cozinha)	30 a 40 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Residência de estudantes (c/cozinha)	9 a 10 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hospitais (cozinha)	8 a 12 l/refeição ⁽²⁾
Clínica/maternidade (cozinha)	9 a 10 l/refeição ⁽²⁾
Hotéis(com chuveiro)	40 l/(quarto.dia) ⁽¹⁾
Hotéis(com banheira)	200 l/(quarto.dia) ⁽¹⁾
Casernas	30 a 40 l/(pessoa.dia) ⁽²⁾
Lavandarias	20 l/kg roupa seca ⁽¹⁾

(1) Paixão, 1999

(2) Valores de AICVF (1991) para água quente a 60°C

Considera-se que nas ICS os usos de água podem incluir os associados a instalaões sanitárias, balneários, limpeza de instalaões, lavagem de roupa e louça, rega de espaos exteriores, bocas-de-incêndio, preparaão de alimentos, entre outros.

Sautchuk *et al.* (2005) indica que os consumos comerciais e os consumos associados a unidades turísticas e hoteleiras, incluindo por exemplo os edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros, têm normalmente um uso de água destinado a fins similares aos domésticos (principalmente em equipamentos sanitários), sistemas de climatizaão e irrigaão. Embora nestes consumos, o uso da água seja muito semelhante ao dos consumos comerciais, considera-se, que por exemplo, o uso de água em equipamento sanitário é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total. No entanto, noutras situaões esta distribuão é bastante distinta.

Vickers (2001) indica que os consumos de água em instalaões industriais, comerciais e institucionais (este último grupo engloba muitas das ICS), têm flutuaões significativas em

resposta às condições económicas, alterações nos processos de produção, taxa de ocupação dos edifícios e características climáticas dos locais onde estão implementadas. Comparativamente com os consumos domésticos, os usos de água nestas instalações referidas são relativamente complexos. Muitas variáveis afectam estes usos e algumas instalações do mesmo tipo apresentam geralmente características de uso da água e potenciais de eficiência diferentes.

Como acima referido, o clima tem uma influência significativa no uso da água nas ICS por causa das variações sazonais e regionais de temperatura e de precipitação. Por outro lado, o custo da água pode influenciar o comportamento dos consumidores. No entanto como apenas representa uma pequena parte dos custos totais de funcionamento da instalação, geralmente as medidas de eficiência relacionadas com o uso da água não são uma prioridade. Os consumos de água associados às ICS estão, naturalmente, muitas vezes relacionados com o número de clientes (hotéis, restaurantes), estudantes (escolas, politécnicos e universidades), visitantes e doentes (hospitais, clínicas e centros de saúde, assim como funcionários (escritórios).

Consequentemente, a definição de um plano para a eficiência no uso da água para estas instalações como um grupo é um desafio, uma vez que instalações do mesmo tipo podem ter apreciáveis diferenças nas oportunidades de poupança de água. No entanto como estes consumos apresentam uma variabilidade muito grande, os planos de eficiência na utilização da água devem ser efectuados com base na análise de cada instalação, exigindo realização de diagnóstico aos usos da água, para que seja possível optar pelas soluções técnicas mais apropriadas e economicamente viáveis, otimizando o consumo de água, sem colocar em causa o desempenho dos seus serviços e a saúde dos seus utilizadores.

Embora a informação disponível, relativa a consumos colectivos e similares seja limitada, as características do consumo doméstico, definido como o consumo associado aos usos de água efectuados no interior e na envolvente das habitações pelos seus ocupantes, têm já sido objecto de vários estudos. Apresenta-se seguidamente uma síntese relativa a este tipo de consumo.

O consumo doméstico inclui usos de água interiores e em usos exteriores, com maior variação de caso para caso podendo ser associados à irrigação, à lavagem de veículos e a piscinas, entre outros. Este consumo associado aos usos de água efectuados no interior e na envolvente das habitações pelos seus ocupantes, apresenta normalmente padrões diários regulares (Loureiro *et al.*, 2006).

Os consumos no interior da habitação são tendencialmente proporcionais ao número de elementos do agregado e a água é geralmente utilizada nos seguintes usos: na preparação

de alimentos e ingestão, na higiene pessoal, na descarga de autoclismos, na limpeza da habitação e na lavagem de roupa e de loiça (Almeida *et al.*, 2006).

Os usos exteriores por sua vez apresentam grande variação em termos percentuais, dependendo significativamente da tipologia da habitação, da região em que se localiza, do respectivo clima e da estação do ano, incluindo o seguinte: a rega de plantas, em vasos, jardins, quintais ou hortas, incluindo áreas relvadas de maior ou menor dimensão; a lavagem de veículos; a lavagem de pátios e o enchimento de piscinas.

Verifica-se que a estrutura do consumo doméstico varia de modo significativo de região para região e mesmo de habitação para habitação, dependendo dos hábitos de consumo dos seus ocupantes que são determinados por aspectos culturais, sociais e climáticos. As perdas de água são extremamente variáveis de caso para caso, e podem ocorrer nas redes prediais, no interior ou exterior da habitação, e nos dispositivos e equipamentos. No entanto, observa-se que os padrões de consumo doméstico em termos diários apresentam geralmente alguma regularidade (Almeida *et al.*, 2006).

Em relação aos comportamentos associados à utilização de água no consumo doméstico, segundo Oliveira *et al.* (1998), para Lisboa o padrão de resultados encontrado sugere alguns comportamentos característicos: por exemplo, o consumidor típico não fecha a torneira durante o duche e despende entre 12 a 15 minutos nesta actividade; durante a lavagem da cara e dos dentes utiliza a água a correr. Geralmente, estes consumidores têm autoclismo, chuveiro e torneiras sem dispositivos de poupança de água ou reguladores de pressão. No que diz respeito ao carro, a sua lavagem é feita normalmente fora de casa. Este consumidor quando tem jardim rega as plantas que necessitam de mais água, 4 a 5 vezes por semana ou todos os dias, com mangueira. Utiliza também a mangueira para lavar o quintal (uma vez ou mais por semana) e para regar a relva. Este consumidor considera que o autoclismo contribui pouco ou nada para os gastos de água de uma casa. Em relação ao preço da água, considera que este não é nem caro nem barato e tem uma atitude favorável à poupança de água.

Estes dados e outros relacionados que se possam aferir, tem permitido uma actuação mais eficaz, no que diz respeito às medidas de UEA que podem vir a ser aplicadas e a forma como estas devem ser implementadas. A análise efectuada, no estudo referido anteriormente, permite a realização de campanhas de sensibilização dirigidas à população de determinado local e actuação nos dispositivos em que a ineficiência associada é maior. O esforço realizado para conhecer os usos da água no sector doméstico tem vindo a ser cada vez maior, existindo além do trabalho referido, outros trabalhos publicados por Arregui *et al.* (2002), Cobacho *et al.* (2003) e Gascón *et al.* (2004).

A nível nacional não foram encontrados estudos representativos da caracterização quantitativa do consumo doméstico (Almeida *et al.*, 2006). Vieira *et al.* (2001) realizaram um estudo com uma amostra limitada que permitiu estimar os consumos médios apresentados na Figura 2.3 (Almeida *et al.*, 2006), incluindo os usos exteriores ou apenas interiores.

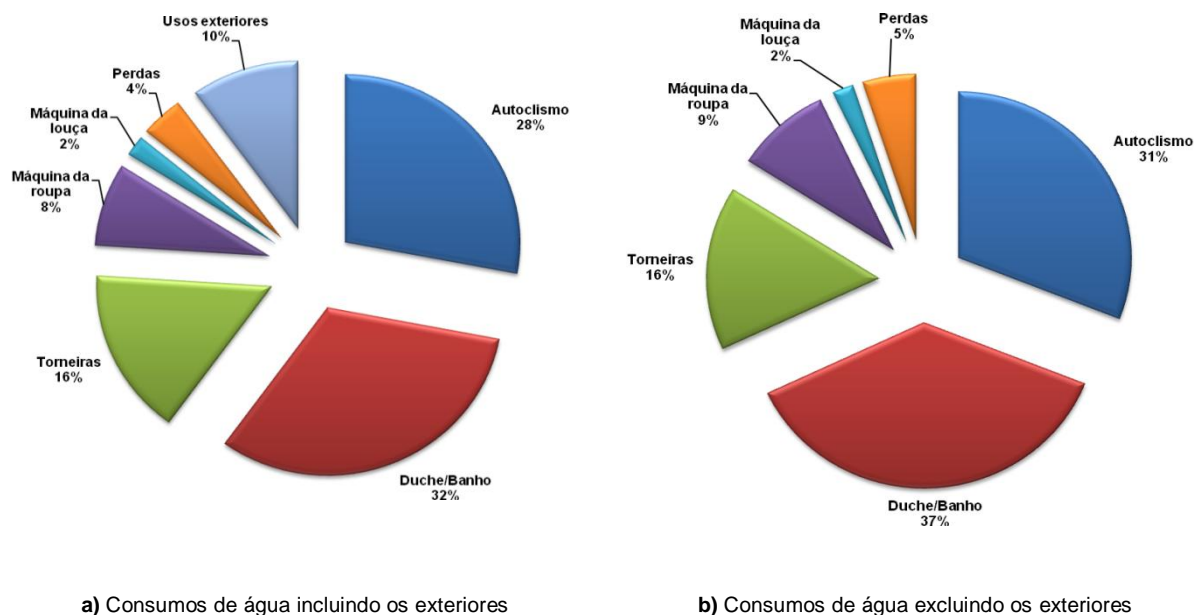


Figura 2.3 - Estrutura de consumos de água

A Quercus tem vindo a desenvolver nesta área o projecto EcoFamílias – Água, realizado no Algarve através de uma parceria entre a Quercus e Águas do Algarve, S.A. com os objectivos de caracterizar os consumos de água domésticos ao longo de um ano (2008), delinear acções de UEA para as 10 famílias residentes na região do Algarve e fazer um aconselhamento directo e personalizado das famílias, com o intuito de efectivar essas acções (Quercus, 2009). De acordo com os dados recolhidos num período de um ano calculou-se o consumo médio diário das famílias em 0,265 m³/dia. Em relação à capitação obteve-se em média 84 l/(hab.dia), superior ao valor médio nacional estimado em 78 l/(hab.dia). Da análise dos consumos médios diários das famílias nos dias úteis e ao fim-de-semana concluiu-se que, em média, as famílias em estudo aumentam o seu consumo em cerca de 7% no fim-de-semana.

Relativamente à sazonalidade, verificou-se que o consumo de água das famílias nos meses de Inverno diminuiu em 15%, quando comparados os períodos de Julho/Agosto e Outubro/Novembro. A análise do consumo por dispositivo permitiu verificar que os duches apresentam o maior contributo para a factura de água de uma habitação (31%), seguindo-se a máquina de lavar roupa e lavagem de dentes (ambos com contributo de 13%). A máquina de lavar loiça é o dispositivo com menor percentagem na distribuição de consumos (3%). Numa fase posterior deste projecto, após o período de recomendações, no qual se instalaram redutores de caudal em duas torneiras (casa-de-banho e cozinha) e no chuveiro,

verificou-se que as famílias reduziram em média o seu consumo diário em cerca de 20%. O consumo por dispositivo onde ocorreu intervenção também diminuiu, verificando-se que os duches sofreram a maior redução (60%). O consumo por lavagem de mãos diminuiu cerca de 50% e o consumo de água associado à lavagem de loiça manual e à lavagem de dentes atingiu reduções próximas de 40%, em ambos os casos (Figura 2.4, Quercus, 2009).

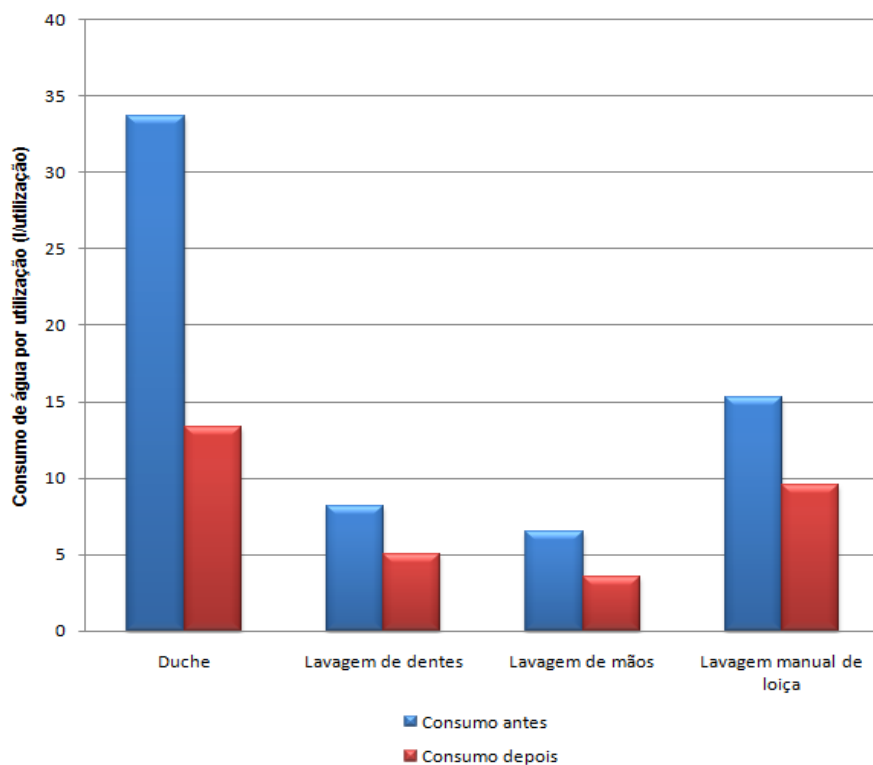


Figura 2.4 – Consumo de água por usos antes e depois da intervenção nos dispositivos de uso da água

Embora a caracterização dos consumidores domésticos seja alvo de alguns trabalhos importantes, à partida são de utilidade limitada para outro tipo de instalações, para as quais existem poucos trabalhos específicos.

Seguidamente, apresenta-se uma síntese da informação compilada para alguns tipos de Instalações Colectivas e Similares (ICS), nomeadamente, instalações de ensino (IE), instalações de saúde (IS), instalações hoteleiras (IH), centros comerciais (CC), edifícios de serviços e escritórios (E), instalações desportivas (ID), e outras.

2.4.2 Instalações de ensino

As instalações de ensino são exemplos de instalações com usos colectivos que apresentam grande variabilidade no seu consumo de água, devido a inúmeros factores. Segundo Vickers (2001) duas escolas semelhantes em termos de tamanho, da taxa de ocupação, e das características climáticas podem ter volumes de procura de água muito diferentes se uma tiver torres de arrefecimento e uma cafeteria e a outra, um sistema de arrefecimento

antiquado e uma piscina. Diferenças deste género tornam difícil assumir determinadas características padrão de uso da água e potenciais de eficiência para todas as escolas como um grupo. Assim, não é fácil definir padrões para determinar a eficiência no uso da água, sem realizar uma auditoria ao edifício em questão.

Nas instalações de ensino os usos da água no interior dos edifícios concentram-se nas cozinhas, bares, balneários, instalações sanitárias e salas técnicas, como por exemplo laboratórios. Os usos exteriores referem-se, geralmente, à rega de espaços verdes e jardins.

A frequência de utilização dos dispositivos de uso da água nestas instalações pode ser muito elevada, uma vez que frequentemente o número de utilizadores por dispositivo é elevado, traduzindo-se num reduzido período de retorno (cerca de dois anos) em relação a investimentos necessários na instalação para melhoria da eficiência no uso da água. A poupança de água neste tipo de instalações tem um duplo benefício. Por um lado em virtude da diminuição do consumo deste recurso e dos custos associados, e, por outro, a sensibilização dos alunos para a importância e vantagens da sua conservação. No entanto, embora se tenha noção que o potencial de economia é significativo, o investimento necessário para a aplicação de medidas de uso eficiente é frequentemente um factor limitativo em resultado de limitações orçamentais para a gestão destas instalações.

Tal como referido no PNUEA, de uma forma geral, as oportunidades de intervenção para instalações deste tipo, são a promoção de mudança de comportamentos e a alteração de dispositivos como urinóis, chuveiros, autoclismos, torneiras, sistemas de rega, dispositivos de água das cozinhas, sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), aproveitamento da água das chuvas e reutilização das águas cinzentas.

Segundo a *Alliance for Water Efficiency* (AWE, 2008), as grandes universidades tem frequentemente uma disposição complexa de edifícios e serviços, com funções diversas: cada edifício tem usos da água distintos e por isso potenciais diferentes de poupança de água. Deste modo, não é suficiente realizar uma simples análise dos custos de investimento e dos benefícios para a universidade no seu todo. Por exemplo, o investimento e respectivos benefícios da substituição de dispositivos sanitários serão significativamente diferentes se a sua substituição for realizada num edifício só com salas de aula ou na residência de estudantes. Outros factores têm influência como a idade do edifício, os tipos e número de dispositivos instalados e o número de utilizadores. Ao analisar os custos e benefícios, é preferível analisar cada edifício separadamente, combinando posteriormente as análises num relatório detalhado. As considerações orçamentais exigem geralmente que a implementação de programas de acção seja faseada de acordo com a disponibilidade do financiamento, efectuando-se frequentemente análise de custo-benefício para estabelecer a priorização das diferentes opções de acção.

Ilha *et al.* (1999) elaboraram uma análise pormenorizada do consumo em 83 escolas da rede municipal de Campinas, São Paulo. O objectivo deste trabalho foi estabelecer indicadores e índices de consumo adequados, que permitissem posteriormente apoiar a implementação de programas de UEA em instalações dessa tipologia. Os resultados são detalhados para duas escolas da tipologia CEMEI - Centro Municipal de Educação Infantil: crianças de 3 meses a 4 anos, em período integral (normalmente das 7 às 18h); e duas escolas da tipologia EMEF - Escola Municipal de Ensino Fundamental: crianças de 7 a 14 anos, divididas em três períodos: matutino (das 7 às 11h), intermediário (das 11 às 15h) e vespertino (das 15 às 19h) (Tabela 2.4, Ilha *et al.*, 1999).

Tabela 2.3 – Caracterização das quatro escolas em análise

Tipologia	Nº da escola	Nº de alunos ⁽¹⁾	Nº de funcionários	Nº de professores	Idade da escola (anos)
CEMEI	31	91	18	2	35
	44	150	20	7	22
EMEF	61	340	9	16	23
	71	470	13	20	23

(1) Número de alunos no período diurno

Os dados analisados foram obtidos em intervalos de 30 minutos e disponibilizados através do programa computacional (“*Meter Sentry Manager*”), utilizando uma base de dados do programa *Microsoft Access*. Posteriormente os dados foram agrupados em períodos de uma hora, dentro de vários intervalos de acordo com as actividades principais da escola e cujo somatório correspondia ao consumo diário total:

- Período diurno (7h-19h) – corresponde ao funcionamento normal de aulas;
- Período nocturno (19h-22h) – equivale ao período de aulas nocturno geralmente com menos alunos e funcionários;
- Período da madrugada (22h-7h) – altura em que a escola está fechada.

A partir do consumo diário total, foi realizada a análise estatística, a fim de verificar a homogeneidade ao longo dos dias da semana. Os valores correspondentes aos sábados, domingos e feriados foram retirados para o cálculo dos consumos diário e mensal. Foram também efectuadas análises ao longo dos meses monitorizados, permitindo a avaliação da sazonalidade do consumo. Foram determinadas as seguintes estatísticas: média, mediana, desvio padrão do consumo, entre outros, de todas as escolas monitorizadas, e realizados testes para se verificar o nivelamento dos dados resultantes. Os resultados evidenciaram algumas variações significativas em diferentes dias da semana. Em termos médios o consumo por aluno obtido apresenta-se na Tabela 2.4 (Ilha *et al.*, 1999).

Tabela 2.4 – Caracterização das quatro escolas em análise

Tipologia	Nº da escola	Consumo médio de água estimado
CEMEI	31	44 l/(aluno.dia)
	44	35 l/(aluno.dia)
EMEF	61	9 l/(aluno.dia)
	71	24 l/(aluno.dia)

As análises piloto realizadas no estudo anterior apresentado para as quatro escolas indicaram uma pequena variabilidade do consumo em determinados dias da semana, não evidenciando nenhuma repetição do padrão de consumo em função do dia da semana. Por outro lado, considerando-se o consumo mensal e descontados os meses de férias, verifica-se que, de um mês para o outro, existe variabilidade. A partir da análise dos dados destas escolas monitorizadas, o estudo propôs um período para o cálculo do consumo histórico, tendo em vista as particularidades da tipologia em questão.

Para estas instalações de ensino encontraram-se diferentes valores de caudais unitários apresentados na Tabela 2.5, no entanto não se encontraram valores de referência associados a uma prática eficiente de uso da água.

Tabela 2.5 - Valores de caudais unitários de água para instalações de ensino

Tipologia	Caudais unitários
Escolas e Externatos	50 l/(aluno.dia) ^{(1) (2)}
Escolas	10 l/(aluno.dia) ⁽³⁾
Escolas	80 l/(aluno.dia) ⁽⁷⁾
Escolas com cantina e lavabos	60-75 l/(aluno.dia) ⁽⁵⁾
Internatos	150 l/(aluno.dia) ^{(1) (2)}
Internatos	280 l/(aluno.dia) ^{(5) (6)}
Semi-internatos	100 l/(aluno.dia) ^{(2) (6)}
Escola	125 l/(aluno.dia) ⁽⁸⁾
Escola	60 – 135 l/(aluno.dia) ⁽⁹⁾
Residência escolar	225 – 300 l/(aluno.dia) ⁽⁹⁾
Escolas *	57-95 l/(aluno.dia) ⁽¹⁴⁾
Creches	50 l/(per capita.dia) ⁽⁶⁾
Escolas elementares e secundárias	17 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Universidades	316 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Escolas técnicas	18 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Infantários	3 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(2) Macintyre (1982), Crede (1977) e Dacah (1975), que transcrevem os valores indicados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, citado em Afonso (2001);

(3) Pedroso (1996), citado em Afonso (2001);

(4) Jordan, H. – JAWWA; Janeiro 1946, em Babbitt, Doland e Cleasby (1962), citado em Afonso (2001);

(5) Tchobanoglous, *et al* (2003);

(6) Melo e Azevedo-Netto (1972), citado em Afonso (2001);

(7) Gallizio (1964), citado em Afonso (2001);

(8) EMABESA (2003);

(9) BCM (2003);

(14) Vickers (2001).

Da análise da Tabela 2.5 verifica-se que os valores de caudais unitários variam entre 10-135 l/(aluno.dia) para escolas, em que provavelmente não existem dormitórios. Para as escolas que são consideradas semi-internatos, internatos ou para residências escolares os valores de caudais unitários são mais elevados, variando entre 100-300 l/(aluno.dia). É ainda de salientar que embora se tenha encontrado alguma uniformidade nestes dois grupos, estes valores têm em conta as especificidades do clima local e os hábitos locais, não podendo ser directamente comparáveis, pois as características específicas das instalações não são apresentadas nas respectivas referências bibliográficas.

2.4.3 Instalações de saúde

As instalações de saúde têm utilizações de água muito específicas e embora actualmente existam neste sector equipamentos muito sofisticados que têm maior eficiência, alguns mais antigos usam quantidades excessivas de água, especialmente os destinados a arrefecimento. Segundo Afonso (2001), no que se refere a instalações hospitalares médias e grandes (cerca de 1 000 camas), com cozinha e lavandaria, não abrangendo os espaços exteriores (rega, lavagem de acessos, entre outros) propõe-se um valor de referência para consumo médio global de 750 l/cama. O mesmo autor indica também valores parcelares, considerando-se a seguinte discriminação:

- Utentes de consultas, acompanhantes e visitas – 15 a 20 l/(utente.dia);
- Pessoal médico, de enfermagem e alunos – 50 l/(pessoa.dia);
- Cozinha central – 10 a 25 l/refeição;
- Lavandaria - 15 a 40 l/kg de roupa;
- Doentes internados – 400 a 500 l/(doente.dia).

Estes valores foram obtidos num estudo realizado num hospital nacional com capacidade de 1 200 camas, tendo englobado a análise de dados obtidos a partir de leituras de consumos globais na rede interior, efectuadas durante o período de um ano, com intervalos de 4 horas. Não sendo este intervalo de medição ideal, pois não permite a determinação de pontas horárias, as leituras efectuadas viabilizam no entanto uma análise relativamente pormenorizada sobre as variações dos consumos, possibilitando o cálculo dos coeficientes diários, semanais e mensais. Neste mesmo estudo, é indicado que medidas de poupança de água, como por exemplo autoclismos de baixo volume ou torneiras temporizadas, não são ainda uma prática comum nos hospitais portugueses, mas podem no futuro vir a contribuir para a redução do valor unitário de 750 l/(cama.dia).

A informação disponível a nível nacional sobre esta temática em instalações de saúde é escassa, além do estudo apresentado anteriormente, apenas foi possível ter a colaboração de um outro Hospital, cujos dados são apresentados no Capítulo 4, no ponto 4.6.

Nos Estados Unidos as instalações de saúde aperceberam-se da importância de integrar na sua gestão os parâmetros ambientais e desenvolveram um Guia Verde para os Cuidados de Saúde (GGHC, 2007) uma ferramenta de adopção voluntária, que inclui entre outros parâmetros o uso da água nas suas instalações. Este guia fornece ao sector da saúde um conjunto de princípios e práticas ambientais a diferentes níveis: projecto, construção, operação e manutenção das suas instalações.

Por outro lado, a AWE (2008) recolheu alguma documentação e pesquisa importantes relacionadas com o uso da água nas instalações de saúde. Da informação recolhida consta que os esterilizadores devem ser alvo de aumento da eficiência de utilização de água. Estes equipamentos são uma subcategoria dos autoclaves, e têm geralmente três aplicações principais: em hospitais, na indústria farmacêutica, e em instituições de pesquisa. São usados para desinfecção (1) instrumentos cirúrgicos nos hospitais e (2) instrumentos e equipamento usados na pesquisa e na manufactura dos produtos onde a esterilização é essencial. Embora outros tipos de esterilizadores existam, incluindo o calor seco, o óxido de etileno, e a radiação, os esterilizadores por vapor são por uma grande margem os mais amplamente utilizados da esterilização.

O Manual "*Greener Hospitals: Improving Environmental Performance*" (ESC, 2009) apresenta estudos e interpretações que sugerem fortemente que quanto maior a dimensão de um hospital, maior é a oportunidade de obter benefícios concretos se for aplicado um Sistema de Gestão Ambiental. Verifica-se esta situação principalmente para a maioria dos hospitais na Europa e nos Estados Unidos e noutros países desenvolvidos. Quando se fazem comparações sobre os impactes ambientais dos diferentes hospitais, é importante conhecer algumas das suas características, tais como: dimensão; capacidade (número de camas); taxa de ocupação; idade do edifício; características climáticas; tipo de investigação realizada; tipo de tratamentos médicos prestados (e.g. urgências, entre outros) e subcontratações de serviços (e.g. lavandaria ou esterilização de equipamento médico).

Como esperado os hospitais de maiores dimensões consomem mais recursos, e seria esperado que o consumo por cama fosse diminuindo. No entanto este estudo mostrou que à medida que o número de camas aumenta, o consumo de água e de energia por cama e por dia aumenta também, como se verifica na Figura 2.5 (IMU, 2002 – "*Study of 30 European Hospitals*", citado em ESC, 2009).

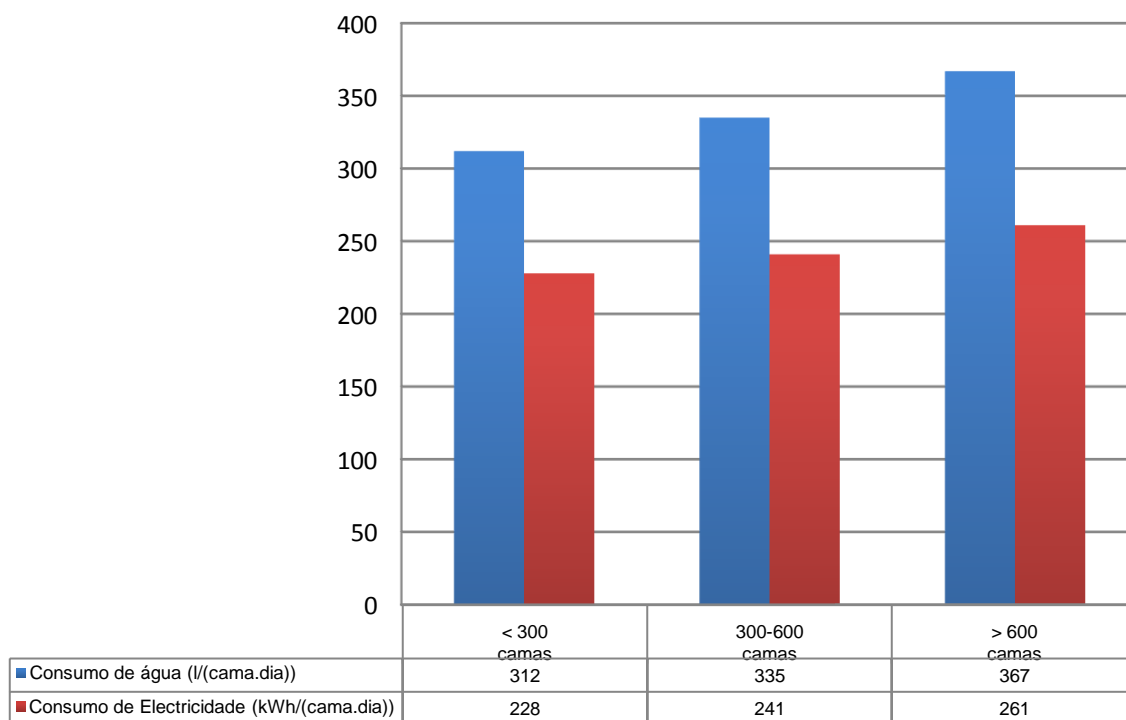


Figura 2.5 – Consumo de água e de electricidade por cama e por dia nos hospitais

A principal explicação referida para este facto baseia-se nas pressões económicas que conduzem os hospitais com maior capacidade a encontrar formas de funcionamento mais eficientes em termos da observação dos doentes, por isso, o período de hospitalização por doente é reduzido, assim como o número de camas por cada habitante. Estas acções resultam num maior número de procedimentos a serem realizados por dia, aumentando o impacto ambiental por cama, mesmo que estes indicadores estejam a melhorar se considerarmos a análise por doente. Os hospitais devem explorar novos sistemas de gestão ambiental mais eficientes para reduzirem os seus impactos ambientais e também os seus custos. Este estudo indica que os hospitais se podem tornar mais competitivos reduzindo a quantidade de recursos naturais que utilizam. Deste modo, poderão utilizar as poupanças efectuadas como capital para investirem em novas tecnologias e em investigação (ESC, 2009). Em ESC (2009) são indicados alguns valores unitários de consumos de água, compilados em vários estudos citados (Tabela 2.6).

O uso da água é influenciado pelo número de doentes hospitalizados e tratados, equipamento usado, dimensão da instalação, número e tipos de serviços, idade do edifício e exigências de manutenção. Outros factos que podem influenciar são a existência ou não de esterilizadores a vapor, autoclaves, tipo de procedimentos médicos, do sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), os dispositivos sanitários, o tipo de equipamento de raio X, as lavandarias e os serviços de restauração. Recomenda-se que todas estas áreas sejam avaliadas para identificação de medidas conducentes à redução do consumo de água. Na Figura 2.6 é possível observar uma estrutura de consumos médios

resultante de uma amostra aleatória de sete hospitais, com capacidades entre 130 a 500 camas, e com consumo de água entre 56 milhões de litros a 544 milhões de litros (MWRA, citado em ESC, 2009).

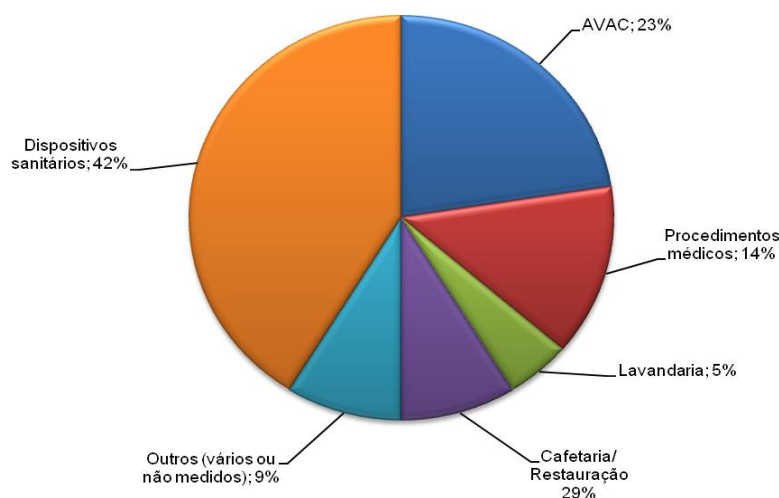


Figura 2.6 – Consumo de água nos diferentes sectores dos hospitais

Na Tabela 2.6 apresentam-se valores de caudais unitários encontrados em bibliografia para instalações de saúde.

Tabela 2.6 - Valores de caudais unitários de água para instalações de saúde

Tipologia	Caudais unitários
Hospitais (sem espaços exteriores)	750 l/(cama.dia) ⁽¹⁾
Hospitais (total)	900 l/(cama.dia) ⁽¹⁾
Hospitais	600 l/(cama.dia) ⁽⁷⁾
Hospitais e casas de saúde	250 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hospitais	600 l/(cama.dia) ⁽³⁾
Hospitais	470-1300 l/(cama.dia) ⁽⁴⁾
Hospitais	570-950 l/(cama.dia) ⁽⁵⁾
Hospitais	1000 l/(cama.dia) ⁽⁸⁾
Hospitais	300 a 550 l/(cama.dia) ⁽¹¹⁾
Hospitais	300 e 611 l/(cama.dia) ⁽¹²⁾
Hospitais	1136 l/(cama.dia) ⁽¹⁴⁾
Hospitais	0,2 - 1,5 l/(m ² .dia) ⁽⁹⁾
Hospitais	300 a 1000 l/(doente.dia) ⁽¹³⁾
Serviços de Saúde*	344 l/(doente.dia) ⁽¹⁴⁾
Dentistas *	980 l/(doente.dia) ⁽¹⁴⁾
Hospitais	31 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Instalações de Saúde	118 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Dentistas	1 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(2) Macintyre (1982), Crede (1977) e Dacah (1975), que transcrevem os valores indicados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, citado em Afonso (2001);

(3) Pedroso (1996), citado em Afonso (2001);

(4) Jordan, H. – JAWWA; Janeiro 1946, em Babbitt, Doland e Cleasby (1962), citado em Afonso (2001);

(5) Tchobanoglous, *et al* (2003);

(7) Gallizio (1964), citado em Afonso (2001);

- (8) EMABESA (2003);
(9) BCM (2003);
(11) FEMP-Federal Energy Management Program citado em ESC (2009);
(12) Daschner F. D.; K. Kummerer; M. Scherrer; P. Hubner; L. Metz., citados em ESC (2009);
(13) Folkhard (1999), Pomp (1998) / Hackelberg (1999) também citados em ESC (2009);
(14) Vickers (2001) (* estimativa).

Analisando a Tabela 2.6 verifica-se que os valores de caudais unitários apresentados se situam entre os 250-1300 l/(cama.dia). Não foi possível analisar as características específicas das instalações de saúde que permitiram a obtenção destes valores, pelo que as conclusões a retirar desta tabela são reduzidas. No entanto, considera-se pelos estudos apresentados acima, que valores unitários entre 470-1300 l/(cama.dia) provavelmente se aplicam a instalações de saúde de média e grande dimensão. Para instalações de saúde mais reduzida supõe-se que os valores de caudais unitários se encontram entre os 250-470 l/(cama.dia).

2.4.4 Instalações hoteleiras

Nas últimas décadas o turismo tem vindo a apresentar índices de crescimento significativos, tendo-se traduzido no aumento de instalações que frequentemente apresentam níveis de consumo de recursos elevados.

Segundo a *Green Hotel* (GH, 2009) o consumo de água nos hotéis, varia conforme a dimensão, a localização, a categoria, a taxa de ocupação e a idade do próprio edifício. De acordo com um estudo efectuado em 2003, pela companhia “Macao Water Supply Co. Ltd.”, o sector hoteleiro de Macau consumiu 4 779 685 m³ de água, que representa cerca de 9% do consumo anual de água em Macau. Segundo este estudo o maior consumo está associado aos quartos e às lavandarias, seguidos pela cozinha. Nestas áreas os principais usos a destacar são as instalações sanitárias nos quartos, a lavagem e secagem de roupa nas lavandarias e, na cozinha, a preparação da comida, a confecção dos pratos, a limpeza dos utensílios, a limpeza do pavimento e da cozinha.

Segundo as orientações da iniciativa “Chave Verde”, a maior parte do consumo de água nas instalações hoteleiras em causa, provém do consumo dos hóspedes nos quartos e das actividades de limpeza e de restauração nas instalações. As orientações conducentes a um uso mais eficiente da água desta iniciativa, indicam alguns procedimentos e cuidados a manter, nomeadamente a leitura e registo do consumo de água pelo menos mensalmente, a existência de autoclismos que utilizem no máximo 6 litros de água por descarga e que manutenção das torneiras e autoclismos sem fugas. Em Portugal, são já diversos os estabelecimentos que receberam este galardão. É referido nesta iniciativa que em muitos empreendimentos, seguindo os critérios indicados, é possível reduzir o consumo de água entre 10% a 20%.

Segundo os dados obtidos por esta campanha, verifica-se que nos quartos dos clientes é possível instalar diferentes tipos de aparelhos para poupança de água, como limitadores de fluxo de água nas torneiras, chuveiros de redução de caudal, redutores de energia, etc. Por outro lado, os autoclismos podem ser adaptados de forma a reduzir o caudal de água mas sem prejudicar o conforto dos clientes. Se não for possível reduzir o caudal de água do autoclismo para os 6 litros por descarga, então deve ser solicitado a um especialista, qual o mínimo fluxo de água possível nesses autoclismos, bem como um plano de implementação da redução de fluxo até aos 6 litros (ABAE, 2008). Em seguida apresentam-se mais alguns critérios estabelecidos para esta tipologia de instalações:

- O caudal máximo de água dos chuveiros não deve exceder os 9 litros por minuto;
- O caudal máximo de água das torneiras dos lavatórios não deve exceder os 8 litros por minuto;
- Os urinóis não devem usar mais água que a estritamente necessária;
- As máquinas de lavar loiça não devem consumir mais de 3,5 litros de água por ciclo;
- Próximo das máquinas de lavar devem existir informações sobre a forma de as utilizar rentabilizando a utilização da água. Este critério pretende abordar, sensibilizar e responsabilizar os colaboradores pelo uso eficaz e rentável da utilização das máquinas, e conseqüente impacte no ambiente, pela redução de água e de detergentes;
- Todas as águas residuais devem ser tratadas ou drenadas para a rede pública local para que a sua descarga não interfira com a qualidade do meio receptor e que cumpra com a legislação em vigor;
- Todas as piscinas devem estar de acordo com a legislação nacional (renovação de água, tratamento, etc.);
- Devem existir contadores de água nas áreas de maior utilização. Pretende-se obter o consumo de água, com uma leitura eficiente dedicada às diferentes áreas do empreendimento, no sentido de actuar mais pormenorizadamente, se for caso disso, e de forma a garantir resultados de sucesso na redução dos consumos;
- Em caso de aquisição de máquinas de lavar loiça não será permitida a compra de aparelhos do tipo convencional doméstico;
- O empreendimento deve declarar às autoridades, a intenção de mudar para uma fonte de água diferente da rede pública.

Para instalações hoteleiras e similares também foi possível compilar, a partir da bibliografia, valores de caudais unitários de água (Tabela 2.7). Neste caso foram encontrados valores associados a especificidades destas instalações. No entanto a informação disponível ainda não é suficiente para que se tomem conclusões específicas.

Tabela 2.7 - Valores de caudais unitários de água para instalações hoteleiras e similares

Tipologia	Caudais unitários
Hotel de 1 e 2 estrelas	350 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hotel de 3 estrelas	500 l/(cama.dia) ⁽²⁾
Hotel de 4 e 5 estrelas	800 l/(cama.dia) ⁽⁸⁾
Hotéis	100 – 300 l/(cama.dia) ⁽⁹⁾
Pensões	190 l/(hóspede.dia) ^{(1) (5)}
Residenciais	120 – 150 l/(hóspede.dia) ^{(1) (6)}
Hotéis de Luxo	1 000 l/(hóspede.dia) ⁽¹⁾
Hotéis (categoria media)	500 l/(hóspede.dia) ⁽¹⁾
Hotéis com cozinha e lavandaria	250-350 l/(hóspede.dia) ⁽²⁾
Hotéis sem cozinha nem lavandaria	120 l/(hóspede.dia) ⁽²⁾
Hotéis Residenciais	190-380 l/(hóspede.dia) ⁽⁵⁾
Albergues	150 – 300 l/(hóspede.dia) ⁽⁷⁾
Hotéis (quarto c/banheira)	230 l/(quarto.dia) ⁽³⁾
Hotéis (quarto s/banheira)	70 l/(quarto.dia) ⁽³⁾
Hotéis	1 157-1 985 l/(quarto.dia) ⁽⁴⁾
Hotéis e Móteis	54 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Hotéis (2 pessoas por quarto com WC) *	227 l/(per capita.dia) ⁽¹⁴⁾
Hotéis (2 pessoas por quarto sem WC) *	189 l/(per capita.dia) ⁽¹⁴⁾
Campismo *	57-379 l/(per capita.dia) ⁽¹⁴⁾
Hotéis *	870 l/(cliente.dia) ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(2) Macintyre (1982), Crede (1977) e Dacah (1975), que transcrevem os valores indicados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, citado em Afonso (2001);

(3) Pedroso (1996), citado em Afonso (2001);

(4) Jordan, H. – JAWWA; Janeiro 1946, em Babbitt, Doland e Cleasby (1962), citado em Afonso (2001);

(5) Tchobanoglous, *et al* (2003);

(6) Melo e Azevedo-Netto (1972), citado em Afonso (2001);

(7) Gallizio (1964), citado em Afonso (2001);

(8) EMABESA (2003);

(9) BCM (2003);

(14) Vickers (2001) (* estimativa).

Verifica-se da análise da Tabela 2.7 que há alguma tendência para que os hotéis considerados de 4 ou 5 estrelas e de luxo tenham caudais unitários elevados, 800 l/(cama.dia) a 1000 l/(hóspede.dia). Hotéis de 3 estrelas (categoria média) apresentam valores médios de 500 l/(cama.dia) e hotéis de 1 a 2 estrelas caudais unitários estimados de 350 l/(cama.dia). Residenciais, albergues, pensões e outros semelhantes, apresentam caudais unitários mais reduzidos numa gama de valores entre 70-300 l/(hóspede.dia). Nos casos em que não é feita especificação do tipo não é, naturalmente, possível avaliar a influência da categoria. É de salientar que para avaliar os factores é necessário recolher informação essencial sobre as especificidades das instalações, do clima e dos hábitos locais.

2.4.5 Centros comerciais

O conceito de “centro comercial” surgiu nos EUA, particularmente, a partir dos anos 50, e começou a ganhar significado na Europa na década subsequente. O centro comercial constitui uma forma de organização funcional e espacial das actividades de comércio e, cada vez mais, de serviços de restauração e lazer que procura responder a imperativos próprios das economias de mercado, em termos da oferta (que tende para uma maior concentração) e da procura (nomeadamente, das novas preferências/necessidades dos consumidores) (Melo *et al.*, 2001). De acordo com a Portaria n.º 424/85 de 5 de Julho, “Entende-se por centro comercial o empreendimento comercial que reúna cumulativamente os seguintes requisitos:

- Possua uma área bruta mínima de 500 m² e um número mínimo de doze lojas, de venda a retalho e prestação de serviços, devendo estas, na sua maior parte, prosseguir actividades diversificadas e especializadas;
- Todas as lojas deverão ser instaladas com continuidade num único edifício ou em edifícios ou pisos contíguos e interligados, de molde a que todas usufruam de zonas comuns privativas do centro pelas quais prioritariamente o público tenha acesso às lojas implantadas;
- O conjunto do empreendimento terá de possuir unidade de gestão, entendendo-se por esta a implementação, direcção e coordenação dos serviços comuns, bem como a fiscalização do cumprimento de toda a regulamentação interna;
- O período de funcionamento (abertura e encerramento) das diversas lojas deverá ser comum, com excepção das que pela especificidade da sua actividade se afastem do funcionamento usual das outras actividades instaladas.”

Em Portugal, foi nos anos 80 que se deu o aumento significativo do número de centros comerciais, no entanto a partir dos anos 90 estes crescem em tamanho e expandem-se pelo território, saindo dos grandes centros urbanos (Melo *et al.*, 2001). O cidadão europeu visita em média um centro comercial 17 vezes/ano (de 3 em 3 semanas), gastando em cada visita 1h30 de tempo em média e apenas em 25% dos casos para comprar um produto específico. Este facto mostra a importância deste tipo de lazer na estrutura das rotinas urbanas e o papel central que estes espaços têm no quotidiano do cidadão europeu. Cerca de 64% dos portugueses costuma visitar centros comerciais nos seus tempos livres, sendo que 88% têm idades compreendidas entre os 18 e os 24 anos (Graça, 2007).

Em bibliografia encontraram-se duas referências a valores de caudal unitário para centros comerciais que são apresentados na Tabela 2.9.

Tabela 2.8 - Valores de caudais unitários de água para centros comerciais

Tipologia	Caudais unitários
Centros Comerciais	100 l/(empregado.dia) ⁽¹⁾
Centros Comerciais	27 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Centros Comerciais *	1,136 m ³ /(m ² .dia) ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(14) Vickers (2001) (* estimativa).

Atendendo a que a Área Bruta Locável (ABL) de cada centro comercial se afigura como o parâmetro que melhor reflecte as principais características de um centro comercial, os centros comerciais de “muito grande”, “grande” e “média” dimensão apresentam características comuns em termos de variedade do mix comercial e de facilidades oferecidas aos clientes e aos lojistas (i.e. acessos, parques de estacionamento, cinemas, entre outros), que os diferenciam claramente dos centros comerciais tradicionais de pequena dimensão.

Segundo o DL n.º 12/2004, de 30 de Março, nos termos do artigo 3º, alínea l), entende-se por Área Bruta Locável, a área que produz rendimento no conjunto comercial (arrendada ou vendida), afecta aos estabelecimentos de comércio. Inclui a área de venda bem como os espaços de armazenagem e escritórios afectos aos estabelecimentos.

Embora os centros comerciais (C.C.) estejam, segundo o DL n.º 23/95, incluídos nos consumos comerciais, estas entidades inserem-se também no grupo de instalações colectivas e similares. Em Portugal, em 2005, existiam cerca de 76 centros comerciais divididos em quatro grupos em função da sua dimensão, analisada pela sua ABL apresentados na Tabela 2.8 e na Figura 2.7 (Público, 2005).

Tabela 2.9 – Escalões dimensionais dos centros comerciais nacionais

Dimensão (ABL)	Nº	Escalão
< 2.500 m ²	7	C.C. reduzida dimensão
2.500-10.000 m ²	23	C.C. unidades de bairro
10.000-40.000 m ²	34	C.C. sub regionais
> 40.000 m ²	12	C.C. grandes unidades

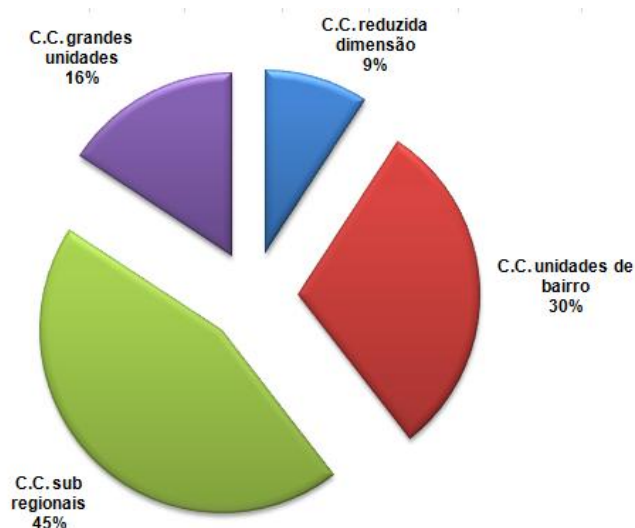


Figura 2.7 – Distribuição dos centros comerciais nacionais por escalões dimensionais

A informação disponível relativamente a consumos unitários em centros comerciais é limitada (Afonso, 1997; Vickers, 2001). Para analisar os consumos característicos nesta tipologia de instalações a nível nacional e verificar quais as aplicações de medidas de UEA, foi possível ter a colaboração duas entidades proprietárias ou co-proprietárias de centros comerciais em Portugal. Estas entidades, enquanto promotoras de espaços comerciais, definiram a sua Política Ambiental e têm vindo a desenvolver esforços na promoção de uma gestão ambiental pro-activa, nomeadamente no que concerne aos consumos de água.

A caracterização sistemática dos consumos de água nos Centros Comerciais é efectuada por zonas de actividade. Os consumos de água são assim caracterizados de acordo com o seu uso, por um lado a água da rede de abastecimento local para consumo humano, e por outro a água de furos utilizada nos sanitários (urinóis e autoclismos), e ainda para o sistema arrefecimento ventilação e ar condicionado (AVAC).

Para contabilização dos consumos nos diversos sectores: sanitários, AVAC, torres de arrefecimento, lojas, fontes decorativas, lojas de restauração, serviços comuns (corredores técnicos) e rega, estão instalados em alguns centros comerciais contadores parciais. A Tabela 2.10 apresenta resumidamente as características diferenciadoras dos 14 centros comerciais analisados (Público, 2005).

Tabela 2.10 - Características de alguns Centros Comerciais nacionais
(Público, 2005)

Centro	ABL (m ²)	Nº lojas	Nº visitantes (2003)	Nº funcionários	Ano abertura
A	42 000	119	9 595 000	1 160	2001
B	42 500	133	8 361 434	1 564	2001
C	56 700	175	12 738 564	3 602	1991
D	72 228	204	10 133 687	2 620	1996
E *	119 737	424	29 654 103	5 410	1997
F	47 668	166	19 626 000	2 119	1999
G	26 482	n.d	n.d	n.d	n.d
H	16 820	n.d	n.d	n.d	n.d
I	59 700	162	10 653 483	1 537	
J	27 500	n.d	n.d	n.d	n.d
K	26 701	n.d	n.d	n.d	n.d
L	28 906	109	8 447 004	1 150	1997
M *	73 129	273	21 062 486	2 206	1998
N	11 656	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d – não disponível

* Centros que estão certificados ou em fase de certificação ambiental pela Norma ISO 14001:2004, em 2005.

Em 2005, existiam em alguns centros comerciais, nomeadamente os que obtiveram a sua certificação pela Norma ISO: 14001 (Centro E e M), equipamentos e dispositivos mais eficientes no uso da água, como por exemplo, sensores individuais de descarga de urinóis (Figura 2.9), torneiras temporizadoras ou de sensores (Figura 2.8) nos sanitários e torneiras com temporizadores nas instalações sanitárias dos corredores técnicos.



Figura 2.8 – Torneiras de sensores nas instalações sanitárias de um dos centros comerciais nacionais



Figura 2.9 – Sensores de descarga nos urinóis de um dos centros comerciais nacionais

Para que o uso eficiente da água seja efectivo são recomendados procedimentos de manutenção e operação considerados primordiais e que consistem na realização de vistorias periódicas aos equipamentos, para evitar eventuais fugas e na manutenção periódica dos equipamentos de medição.

Segundo informação cedida, a implementação de algumas das medidas de uso eficiente da água indicadas anteriormente foram bem sucedidas. No entanto existiram alguns obstáculos, principalmente associados à rotatividade dos serviços de limpeza (grandes consumidores de água) e ao fraco grau de consciência ambiental de alguns dos agentes envolvidos por não estarem sensibilizados para as boas práticas a adoptar. Outra dificuldade que ocorreu foi o facto da análise custo-benefício de alguns investimentos necessários à concretização das medidas anteriormente identificadas, por vezes, determinar que esses investimentos não sejam prioritários.

Algumas boas práticas de gestão da água que foi possível implementar nestes casos incluíram, a maximização da salinidade na bacia das torres de forma a diminuir a necessidade de purga, a ligação dos caudalímetros dos diversos sistemas de distribuição ao sistema de gestão técnica e a sensibilização de lojistas e prestadores de serviços. É também de realçar o trabalho desenvolvido em termos da sensibilização ambiental dos visitantes, lojistas e prestadores de serviços, tendo alguns destes centros comerciais realizado inúmeras acções sobre diversas temáticas ambientais (água, resíduos, energia). Em alguns centros comerciais, foi ainda desenvolvido um guia ambiental que visa estabelecer as bases de um compromisso de melhoria contínua através da adopção de boas práticas ambientais em cinco áreas principais, nomeadamente: produção e tipo de resíduos; consumo de energia; consumo de água; qualidade do ar e poluição sonora, sendo referidas práticas simples a serem implementadas no quotidiano da gestão da loja.

Relativamente ao consumo de água nos centros comerciais existem medidas de uso eficiente de aplicação expedita, gerais (aplicáveis a todas as actividades) e específicas para o sector da restauração, apresentando-se algumas em seguida:

- Auditoria ao uso da água – Nestas é efectuada a monitorização e caracterização de consumos, de acordo com as diferentes utilizações de água, nomeadamente: sanitários, fontes ornamentais, sistema AVAC (aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração), lojas e estacionamento. Os dados recolhidos permitem posteriormente efectuar uma análise de consumos médios (mensais, diários, diurnos, nocturnos e por uso) e de eventuais desvios, bem como identificar consumos não contabilizados e/ou erros de leitura dos contadores implementados;
- Dispositivos eficientes (e.g. autoclismos de descarga reduzida e torneiras com sensores);

- Sensibilização dos lojistas e prestadores de serviços (guia ambiental do lojista e sessões de formação);
- Contratos de utilização dos espaços com cláusulas relativas a aspectos ambientais, como por exemplo em farmácias, postos de gasolina, lavandarias e unidades de revelação de fotografias;
- Sessões de formação sobre o ambiente aos lojistas e prestadores de serviços;
- Estudos regulares destinados a avaliar a atitude dos visitantes em relação ao desempenho ambiental dos centros comerciais e sua percepção sobre o empenho da empresa nesta área;
- Definição de medidas de uso eficiente da água a incluir nos cadernos de encargos dos novos projectos;
- Adopção de sinalética ambiental distribuída pelos centros, nomeadamente nos sanitários onde apelam para a poupança de água e para as preocupações ambientais dos centros. Em alguns centros foi também aplicada sinalética nos corredores técnicos (que servem as lojas), que apelam ao uso racional da água.

Com base na informação disponibilizada é possível calcular indicadores ou índices de consumo, como sejam o Consumo por Área Bruta Locável (ABL) e o Consumo por Visitante, de utilidade tanto para os gestores destas unidades, por exemplo para a realização de *benchmarking* entre centros comerciais, como para as entidades gestoras dos sistemas de distribuição de água.

A informação disponibilizada em termos de consumos de água apresenta-se na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Consumos de água nos centros comerciais identificados acima por tipo de uso (2005)

Consumo de água (m ³)						
Centros	LOJAS	AVAC	SANITÁRIOS	FONTES	REGA	Consumo total anual
A	56 550	166	11 410	2 109	9 403	79 638
B	43 492	437	16 426	1 418	10 645	72 418
C	43 270	10 943	22 169	0	1 108	77 490
D	43 487	1 559	23 257	0	1 888	70 191
E *	140 320	89 640	47 527	4 455	4 280	286 222
F	73 392	0	46 547	588	0	120 527
G	17 055	8	5 258	0	70	22 391
H	16 806	8	8 028	0	253	25 095
I	21 231	7 539	24 646	79	896	54 391
J	19 399	2	8 741	50	252	28 444
K	16 942	0	8 838	957	16 253	42 990
L	18 376	22 586	7 918	439	4 220	53 539
M *	102 982	167 963	24 786	0	1 705	297 436
N	15 489	5 330	14 736	781	0	36 336
Total	572 241	306 016	258 877	8 767	41 571	1 187 472

* Centros que estão certificados ou em fase de certificação ambiental pela Norma ISO 14001:2004, em 2005.

Os consumos de água destas instalações (Tabela 2.11) variam significativamente dependendo de diversos factores, tais como, a Área Bruta Locável da instalação, número de lojas e de visitantes (Tabela 2.10). A estrutura de consumos média com base nos dados da Tabela 2.12 apresenta-se na Figura 2.10.

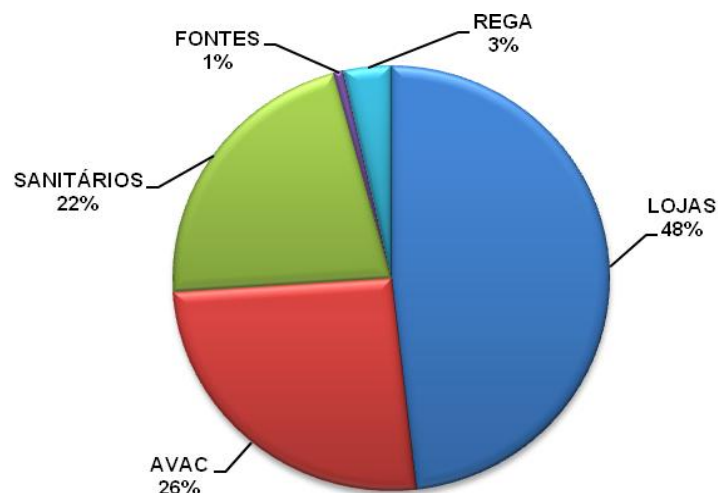


Figura 2.10 – Distribuição dos consumos de água nos centros comerciais por tipo de uso (2005)

Com base nos dados da Tabela 2.10 e Tabela 2.11 calcularam-se alguns indicadores de consumo que se apresentam na Tabela 2.12.

Tabela 2.12 – Indicadores de consumo de água nos centros comerciais

Centros	Consumo total (m ³ /ano)	Consumo médio mensal (m ³ /mês)	Consumo médio diário (m ³ /dia)	Consumo total (m ³ /(m ² .ano))	Consumo total (l/(visitante.ano))
A	79 638	6 637	221	1,9	8,3
B	72 418	6 035	201	1,7	8,7
C	77 490	6 458	215	1,4	6,1
D	70 191	5 849	195	1,0	6,9
E *	286 222	23 852	795	2,4	9,7
F	120 527	10 044	335	2,5	6,1
G	22 391	1 866	62	0,8	n.d
H	25 095	2 091	70	1,5	n.d
I	54 391	4 533	151	0,9	5,1
J	28 444	2 370	79	1,0	n.d
K	42 990	3 583	119	1,6	n.d
L	53 539	4 462	149	1,9	6,3
M *	297 436	24 786	826	4,1	14,1
N	36 336	3 028	101	3,1	n.d

n.d – não disponível

* Centros que estão certificados ambientalmente pela Norma ISO 14001:2004.

Para comparação dos indicadores de consumo calculados recorre-se ao valor de referência indicado na revisão bibliográfica de 27 m³/dia por Vickers (2001) para centros comerciais. Verifica-se que todos os centros comerciais em análise apresentam consumos médios

diários muito superiores ao indicado na bibliografia, variando entre 62 a 826 m³/dia. Em relação ao indicador de consumo por unidade de área indicado em bibliografia por Vickers (2001), o valor é de 1,136 m³/(m².dia). Verifica-se que apenas quatro centros se encontram abaixo deste valor, todos os outros apresentam valores significativamente mais elevados.

Por fim, salienta-se que o conhecimento desenvolvido permite equacionar medidas de controlo e redução de consumos determinantes, cuja implementação garante alcançar metas cada vez mais exigentes.

2.4.6 Edifícios de serviços e escritórios

Em relação aos usos da água, verifica-se que nesta tipologia de instalações os usos mais comuns ocorrem nas instalações sanitárias, na limpeza dos pavimentos, nos sistemas AVAC e, em alguns casos, na copa. Segundo a AWE (2008), a implementação de dispositivos e equipamentos mais eficientes em termos do consumo da água em escritórios, tem vantagens óbvias para estas instalações e períodos de retorno de investimento bastante reduzidos. O maior obstáculo ao sucesso destas medidas é a discordância entre quem paga a factura da água e o dono do edifício, o gestor do edifício e os técnicos que realizam a manutenção do edifício e dos seus equipamentos. O potencial de poupança de água nestas instalações é geralmente elevado mas o seu sucesso requer um esforço cooperativo de todos os intervenientes.

A revisão bibliográfica permitiu encontrar alguns valores de caudais unitários para escritórios conforme é apresentado na Tabela 2.13.

Tabela 2.13 - Valores de caudais unitários de água para escritórios

Tipologia	Caudais unitários
Escritórios	50 – 80 l/(funcionário.dia) ^{(1) (2) (7)}
Escritórios	15 l/(funcionário.dia) ⁽³⁾
Escritórios	102-170 l/(funcionário.dia) ⁽⁴⁾
Escritórios	12 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Lojas e escritórios	9 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Administração Pública *	401 l/(empregado.dia) ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(2) Macintyre (1982), Crede (1977) e Dacah (1975), que transcrevem os valores indicados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, citado em Afonso (2001);

(3) Pedroso (1996), citado em Afonso (2001);

(4) Jordan, H. – JAWWA; Janeiro 1946, em Babbitt, Doland e Cleasby (1962), citado em Afonso (2001);

(7) Gallizio (1964), citado em Afonso (2001);

(14) Vickers (2001) (* estimativa).

A partir dos valores da Tabela 2.13 é difícil fazer comparações, uma vez que as gamas de valores de caudais unitários diferem significativamente uns dos outros. Como não são apresentadas as características de cada uma dessas instalações, não é possível tentar justificar as diferenças encontradas.

2.4.7 Instalações desportivas

Nestas instalações consideram-se complexos e centros desportivos, pavilhões, ginásios, estádios de futebol, campos de golfe, piscinas, entre outros. Não foram encontrados muitos estudos sobre esta temática para esta tipologia de instalação.

Em geral, os usos da água interior nestas instalações ocorrem principalmente nas instalações sanitárias e balneários, nos serviços de cafetaria/restauração, na limpeza dos pavimentos interiores, na lavagem de roupa e loiça e piscinas interiores. No entanto, estas instalações têm, normalmente, uma forte componente de usos exteriores, nomeadamente:

- Rega de jardins, campos desportivos e campos de golfe, incluindo áreas relvadas de maior ou menor dimensão;
- Lavagem de veículos;
- Lavagem de pátios e pavimentos;
- Enchimento, lavagem e reposição de água de piscinas exteriores.

Os consumos exteriores apresentam grande variação, dependendo significativamente da localização geográfica, aspectos climáticos, aspectos culturais dos consumidores e a concepção do próprio espaço exterior. Estes consumos exteriores, são geralmente superiores nos meses quentes, ou seja, em períodos onde as disponibilidades de água estão potencialmente mais reduzidas.

Em relação à rega de áreas relvadas, o clima no território de Portugal continental implica o recurso à rega durante a totalidade ou parte do ano para manutenção dos relvados. Adicionalmente, verifica-se que a quantidade geralmente aplicada de água excede bastante o volume necessário, o que para além dos custos directos resulta e diversos inconvenientes (Almeida *et al.*, 2006).

Em relação às piscinas, segundo Almeida *et al.* (2006) as que são públicas apresentam áreas médias de 300 m², por sua vez as piscinas privadas apresentam áreas médias bastante inferiores, de cerca de 50 m². Existem duas formas para a manutenção da qualidade da água de uma piscina, esta pode ser feita através da sua renovação periódica ou através da recirculação da água com tratamento intermédio. A renovação periódica da água de uma piscina apresenta como inconvenientes o elevado consumo de água e a descarga da água já utilizada. Em relação ao sistema de recirculação este inclui um tratamento de água constituído em geral por uma adição de coagulante seguida de filtração e de desinfecção. Neste caso o volume de água gasto na limpeza em contra corrente dos filtros é um factor determinante do consumo neste tipo de uso, uma vez que é variável. Deste modo, deve ser seleccionado um sistema de tratamento eficiente e evitar a entrada de contaminantes na piscina, para se minimizar a frequência de lavagem dos filtros.

Especialmente para piscinas exteriores, existe também um volume significativo de água que é perdido devido à evaporação. Uma piscina com uma área de 40 m² pode perder por evaporação cerca de 60 000 litros de água por ano. Por outro lado, devem ainda considerar-se as perdas de água nas tubagens ou através de fendas na estrutura ou, ainda, por transbordamento da piscina.

Segundo o Livro Branco do desporto, apresentado pela Comissão Europeia (CE, 2007), tanto a prática do desporto como as instalações desportivas e os eventos desportivos têm um impacto significativo no ambiente. Deste modo, refere-se que é importante encorajar uma gestão ambientalmente correcta, que tenha em conta, entre outros aspectos, o respeito do ambiente nos contratos públicos, as emissões de gases com efeito de estufa, a eficiência energética, a eliminação de resíduos e o tratamento do solo e da água. Assim recomenda-se neste documento que as organizações desportivas europeias e os organizadores de eventos desportivos definam objectivos ambientais, para que as suas actividades sejam ecologicamente sustentáveis. As organizações responsáveis que melhorem a sua credibilidade no domínio ambiental podem esperar obter vantagens específicas nos casos em que se candidatem a acolher eventos desportivos; podem também obter benefícios económicos devidos à utilização mais racional dos recursos naturais.

No que se refere às medidas conducentes ao UEA para os usos exteriores nestas instalações, inclui-se a adequação de procedimentos de uso de água, a utilização (por substituição ou adaptação) de equipamentos e dispositivos mais eficientes, a redução de perdas de água e a utilização de água de qualidade inferior (como por exemplo, água da chuva) ou água residual tratada com qualidade compatível para determinados usos específicos (Almeida *et al*, 2006).

Segundo Martins *et al.* (2006) num estudo realizado para avaliação das potencialidades de reutilização de águas residuais na região, nomeadamente a nível da oferta de águas residuais, procura pelos campos de golfe e respectivo cruzamento de informação na região do Algarve, verifica-se que esta região dispõe de mais de 40% dos campos de golfe do país. Embora o país, e a região do Algarve em particular, disponha de condições únicas para o desenvolvimento e prática desta modalidade, existe o receio de que a mesma possa conduzir a médio prazo a desequilíbrios hídricos em determinadas zonas, devido aos elevados consumos a que geralmente é associada e às limitações dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento. Este mesmo estudo, citando outros autores, indica que as águas residuais podem ser tratadas a níveis de qualidade que lhes permitam que sejam utilizadas como uma matéria-prima, nomeadamente na rega, sendo esta medida geralmente competitiva do ponto de vista técnico-económico, além de ser ambientalmente recomendável (Marecos do Monte, 1994; Asano, 1998; Lazarova e Bahri, 2005). Em 2003 foi celebrado um protocolo com o objectivo de se implementar a reutilização de águas

residuais na rega de campos de golfe em Vilamoura, o qual resultou da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) relativa ao Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do 5º campo de golfe de Vilamoura. Nos anos seguintes, intensificou-se o número de solicitações por parte de empreendimentos com campos de golfe em actividade ou em fase de licenciamento. No caso de campos de golfe existentes, a procura deve-se ao reduzido volume de água disponível para rega e, ou à sua elevada mineralização, o que condiciona a utilização desta água para o fim em vista. No caso de novos empreendimentos tem sido norma a exigência em fase de Declaração de Impacte Ambiental o recurso à reutilização de águas residuais tratadas para rega de campos de golfe.

No caso de piscinas exteriores e tendo em conta os factores acima mencionados, a utilização mais eficiente pode ser conseguida através da alteração de procedimentos dos utilizadores, da recirculação da água conjuntamente com um sistema de tratamento eficiente, da eliminação de perdas nas tubagens e no sistema de tratamento e, ainda, da sua cobertura quando não está a ser utilizada.

A compilação de valores de caudais unitários de água para as instalações desta tipologia é apresentada na Tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Valores de caudais unitários de água para instalações desportivas.

Tipologia	Caudais unitários
Balneários e Serviços Públicos	2 l/(pessoa.dia) ⁽⁸⁾
Campos relvados	0,1 l/(m ² .dia) ⁽⁹⁾
Piscinas Públicas	50 l/(utente.dia) ⁽¹⁾
Campos de golfe públicos	30 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Balneários e piscinas *	38 l/(per capita.dia) ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(8) EMABESA (2003);

(9) BCM (2003);

(14) Vickers (2001) (* estimativa).

Não foram também encontrados valores de caudais unitários de referência em termos de UEA.

2.4.8 Outras instalações colectivas

Existem ainda muitas ICS que necessitam de uma análise pormenorizada das suas características, e dos seus usos de água, para que seja possível definir um plano de acção específico conducente a um uso mais eficiente da água. Neste trabalho estas tipologias não foram analisadas com o mesmo pormenor das restantes. No entanto, foi possível encontrar em bibliografia valores de caudais unitários de água para estas instalações, apresentados na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 - Valores de caudais unitários de água para outras instalações colectivas

Tipologia	Caudais Unitários
Aeroporto	10 l/(passageiro.dia) ⁽⁵⁾
Aeroporto	201 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Aeroporto *	19 l/ (per capita.dia) ⁽¹⁴⁾
Cinemas e Teatros	2 l/(lugar.sessão) ⁽¹⁾
Cinemas e Teatros (duas sessões)	11 l/(lugar.dia) ⁽⁵⁾
Instalações de divertimento e recreação	22 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Instalações de divertimento e recreação *	1616 l/(empregado.dia) ⁽¹⁴⁾
Parques de diversões	139 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Estação de lavagem de viaturas	200 l/(viatura.dia) ⁽¹⁾
Lavagem de viaturas	9 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Mercados	5 l/(m ² .dia) ⁽²⁾
Mercados	10 l/(m ² .dia) ⁽⁷⁾
Prisões	650 l/(preso.dia) ⁽¹⁾
Prisões	100 l/(preso.dia) ⁽⁷⁾
Prisões e Instituições correctivas	101 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Unidade Militar – Quartéis	150 l/ (per capita.dia) ^{(1) (2) (6)}
Unidade Militar – Caserna	300 l/(per capita.dia) ⁽⁷⁾
Mercados	750 l/(banca.dia) ⁽⁸⁾
Lavandarias	35-50 l/(kg.dia) ⁽⁷⁾
Lavandarias industriais	228 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Lavandarias *	189 l/(cliente.dia) ⁽¹⁴⁾
Lojas	9 m ³ /dia ⁽¹⁴⁾
Restaurantes *	8-38 l/(per capita.dia) ⁽¹⁴⁾
Museus / Jardins Zoológicos/ Jardins *	208 l/(empregado.dia) ⁽¹⁴⁾
Serviços Sociais	401 l/(empregado.dia) ⁽¹⁴⁾

(1) Afonso (1997), citado em Afonso (2001);

(2) Macintyre (1982), Crede (1977) e Dacah (1975), que transcrevem os valores indicados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, citado em Afonso (2001);

(5) Tchobanoglous, *et al* (2003);

(6) Melo e Azevedo-Netto (1972), citado em Afonso (2001);

(7) Gallizio (1964), citado em Afonso (2001);

(8) EMABESA (2003);

(14) Vickers (2001) (* estimativa).

2.5 Uso Eficiente da Água em ICS

2.5.1 Nota introdutória

Seguindo a linha orientadora estabelecida no PNUEA distinguem-se nesta secção as medidas, comportamentais ou tecnológicas, que podem levar efectivamente a um uso mais eficiente da água em ICS, e as acções para a sua implementação que podem ser de vários tipos, recorrendo a diferentes tipos de mecanismos, destacando-se os que são de cariz voluntário. Para a adequada implementação dessas medidas e acções devem ser recomendados mecanismos, ferramentas que tem como objectivo melhorar a gestão dos recursos naturais, neste caso da água, e contribuir para alteração comportamental a nível individual e na organização das instituições.

2.5.2 Medidas e acções comportamentais

A gestão da água em ICS, implica a existência de boas práticas de manutenção e operação, incluindo um processo de monitorização dos consumos de água, procedimentos adequados aos usos interiores e exteriores, de manutenção e controlo, um plano de formação dos funcionários e um plano de melhoria contínua e sensibilização dos utentes/clientes para estas questões. Em relação a aspectos comportamentais, apresentam-se alguns exemplos para a correcta manutenção e operação das infra-estruturas de água (PNCDA, 1997). Neste contexto, será adequado a existência em cada instalação de:

- Responsável pela manutenção das infra-estruturas de água e pela realização de auditorias periódicas;
- Manutenção periódica dos dispositivos e equipamentos de uso da água, dos reservatórios, dos sistemas de rega e dos sistemas AVAC;
- Verificação regular dos dispositivos, reservatórios, sistemas AVAC, sistemas de rega e canalizações para detecção de fugas;
- Verificação da pressão de água para adaptação às necessidades da instalação aplicando, se for necessário, um redutor de pressão;
- Monitorização da distribuição de água através de medidores de caudal adequados;
- Medidores de caudal para medição parcial de consumos (e.g. espaços exteriores, piscinas).
- Monitorização, registo e análise do consumo de água regularmente;
- Estabelecimento de comparações e objectivos relativamente ao consumo de água;
- Elaboração, para a gestão, de relatórios periódicos sobre a utilização de água;
- Instalação de dispositivos para a recuperação do vapor condensado nas caldeiras.

Algumas instalações colectivas, por terem maiores áreas exteriores incluindo espaços verdes, podem apresentar consumos exteriores bastante elevados, em particular na época seca. Embora a variação seja significativa consoante a região, o consumo em usos exteriores pode variar de cerca de 10% até mais de 75% do consumo total.

Segundo Vitorino (2006) os espaços verdes urbanos são um requisito cada vez mais necessário na malha urbana, uma vez que são considerados elementos de harmonia, em contra-ciclo à densidade e à pressão urbanística. No entanto, os espaços verdes podem ser consumidores de uma elevada quantidade de recursos, dos quais se destacam a água, os produtos químicos (fertilizantes e fitossanitários) e os recursos humanos. Também podem revelar problemas ao nível das espécies plantadas, porque muitas vezes as escolhas recaem em espécies que acabam por se revelar invasoras, causadoras de alergias e de perda de biodiversidade local.

Tendo como objectivo aumentar a eficiência do uso da água no interior e no exterior destas instalações colectivas e similares, o PNUEA propõe algumas acções para situações específicas, como a seguir se evidencia (Almeida *et al.*, 2006). Naturalmente, a mudança de comportamentos está associada também à adopção de tecnologias diferentes.

Na limpeza de pavimentos

- Utilizar mangueiras com dispositivos de controlo de caudal na extremidade, para controlar o caudal facilmente sem ter de se deslocar à torneira;
- Começar por varrer antes de lavar, em seguida lavar, evitando desperdício.

Na lavagem de viaturas

- Utilizar mangueiras com dispositivos de controlo de caudal na extremidade, para controlar o caudal facilmente sem ter de se deslocar à torneira;
- Utilizar lavagem a maior pressão;
- Diminuir a frequência de lavagem da viatura em função das necessidades;
- Lavar a viatura utilizando água de qualidade não potável (e.g. água da chuva);
- Fechar a torneira enquanto aplica detergente, durante a lavagem colocar a viatura sobre uma superfície não impermeabilizada de modo a minimizar o escoamento superficial.

Nas piscinas, lagos e espelhos de água

- Manter o nível da piscina abaixo do bordo para evitar perdas por transbordamento;
- Manter a piscina limpa de modo a minimizar a colmatação dos filtros de tratamento e consequentemente a frequência da sua lavagem;
- Adoptar sistemas com recirculação e tratamento da água para evitar reposição total periódica;
- Realizar periodicamente ensaios de estanquidade e detecção de fugas;
- Instalar uma cobertura sobre as piscinas exteriores quando estas não estão em uso, minimizando a evaporação e a entrada de materiais que sujam a água.

Nos jardins e similares

- Evitar as regas ligeiras e frequentes, em solos com baixa permeabilidade; em zonas com solos arenosos já é adequado regar com maior frequência e menor quantidade de água;
- Regar apenas quando necessário – realizar o teste da pegada na relva ou instalar sensores de humidade no solo ou de precipitação;

- Fazer a manutenção periódica dos sistemas de rega para reduzir as fugas;
- Instalar válvulas de seccionamento, para reduzir as fugas que sob a pressão do sistema de abastecimento de água serão maiores, para isolar a rede de rega quando não em funcionamento;
- Programar a rega para o período nocturno, evitando as horas de maior calor e evite regar em dias com vento forte;
- Regular a intensidade de rega de modo a não criar escoamento para pavimentos ou sumidouros.
- Consulta dos guias de boas práticas para a gestão da irrigação, solo e espécies vegetais, guias para o uso de água da chuva em jardins e similares e em espelhos de água, e regulamentos pretendem ser contributos importantes para a boa gestão da água. Por exemplo, o Decreto-Lei nº 565/99, de 2 de Dezembro, pretende condicionar a introdução e invasão de espécies não indígenas na natureza, excepto para produção agrícola.

Nos campos desportivos e campos de golfe, entre outros

- Gestão adequada da rega - controlo da frequência e intensidade da rega, de modo a permitir a aplicação uniforme da quantidade adequada de água no local e momento correctos;
- Gestão adequado do solo - melhorar a capacidade de retenção de água. Esta actuação é feita através da correcção das características físicas e químicas do solo. O arejamento de relvados sujeitos a tráfego intenso favorece a capacidade de infiltração de água no solo, para além de contribuir para o estado sanitário da relva;
- Gestão adequada das espécies plantadas - selecção das variedades de relva mais adequadas às condições edafo-climáticas locais e da adopção de boas práticas de jardinagem, como por exemplo o controlo da altura de corte da relva. Para reduzir a competição tanto em termos de humidade do solo como de nutrientes deve existir um controlo regular de infestantes;
- Redução de perdas de água em jardins e similares;
- Utilização (por substituição ou adaptação) de equipamentos e dispositivos mais eficientes;
- Utilização de origens alternativas de água como a água de poços ou furos existentes no local, a água da chuva e a água residual tratada.

No manuseamento de dispositivos, equipamentos de água e nos sistemas de aquecimento e refrigeração de ar no interior das instalações

O PNUEA também indica que a sensibilização dos utentes e dos funcionários para a alteração de alguns comportamentos de uso da água no interior das instalações não deve ser esquecida. Assim é fundamental lembrar os utentes/visitantes/clientes das boas práticas que devem ter, alertando para a importância do UEA através de figuras ou de pequenas mensagens para a correcta utilização dos equipamentos. Em seguida apresentam-se algumas sugestões de boas práticas tendo em conta a especificidade das instalações colectivas:

- No autoclismo, as mensagens devem, quando aplicável, despertar os utentes para o facto da existência de um autoclismo de dupla descarga, e da possibilidade de utilizar a de menor volume sempre que possível. Devem também lembrar que existe um balde para o lixo, e por isso deve ser evitado deitar lixo na retrete, assim como evitar fazer descargas desnecessárias;
- No duche, deve demonstrar-se a utilidade da redução do tempo do duche e de fechar a água enquanto se ensaboa;
- Nas torneiras, o interesse será mostrar que se deve evitar ter sempre a água a correr a lavar roupa, louça ou alimentos; de reduzir a quantidade de água para cozinhar os alimentos, usando alternativamente vapor, microondas ou panela de pressão; e verificar as torneiras após o uso, não as deixando a correr ou a pingar;
- Nas máquinas de lavar roupa e louça consultar as instruções do equipamento, para verificar as recomendações relativas aos consumos de água, energia e detergentes; utilizar as máquinas apenas com carga completa; não usar programas com ciclos desnecessários; seleccionar programas com menor consumo de água e energia; regular as máquinas para a carga a utilizar e para o nível de água mínimo, se tiverem regulador para esse fim; reduzir o enxaguamento da louça antes da colocação na máquina; e limpar regularmente os filtros e remover depósitos;
- Em relação às instalações que proporcionam o serviço de lavandaria aos seus utentes, tais como hotéis, residenciais, albergues, pensões e mesmo instalações de ensino que incluam dormitórios, entre outras, deve ser disponibilizada a opção de substituição das toalhas, quando somente pretendida pelos hóspedes. A mesma acção deve ser utilizada para a roupa de cama, ou neste caso definir um procedimento no qual os lençóis não sejam mudados diariamente. Instruir o pessoal para efectivar a aplicação desta medida;
- Os sistemas aquecimento de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) podem ser responsáveis por grandes consumos. Especialmente em instalações não residenciais a escolha de sistemas que incluem torres de arrefecimento são consideradas as soluções mais adequadas, tanto ao nível de consumo de água como ao nível da eficiência energética. A escolha de um sistema de AVAC deve

incluir uma selecção criteriosa da unidade de produção de água refrigerada (Almeida et al., 2006).

2.5.3 Medidas e acções tecnológicas mais eficientes

Os dispositivos e equipamentos tradicionais têm associados maiores consumos de água por uso, sendo evidente a diferença para os eficientes, como se apresenta na Tabela 2.16 (Almeida *et al.*, 2006; Deco, 2003; AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005). Os valores de eficiência dos dispositivos de uso da água são apresentados considerando o mercado português e a norma australiana.

Tabela 2.16 - Comparação de consumos entre dispositivos e equipamentos

Tipo de dispositivo e equipamento	Consumo de água dos dispositivos e equipamentos	
	Tradicionais	Eficientes
Urinóis	13 litros	< 4 litros
Autoclismo	9 a 15 litros	< 6 litros
Chuveiro ¹	> 10 litros/minuto	< 7 litros/minuto
Torneiras ¹	> 10 litros/minuto	< 4 litros/minuto
Máquina de lavar roupa ²	70 a 220 litros por lavagem	< 60 litros por lavagem
Máquina de lavar louça ²	20 a 50 litros por lavagem	< 15 litros por lavagem

¹ Caudais podem variar com a pressão na rede;

² Estes modelos de máquinas de lavar roupa e louça são típicos residenciais, diferindo dos modelos industriais.

Como complemento à tabela anterior, posteriormente na Tabela 2.18 será possível verificar-se para os diferentes dispositivos: autoclismos, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar roupa e louça e urinóis, as regulamentações técnicas específicas existentes actualmente em diferentes países.

Em caso de substituição ou de constituição de caderno de encargos para nova instalação colectiva ou similar devem ser sugeridos os dispositivos de utilização de água e os equipamentos mais eficientes, a opção de escolha deverá ter em conta as seguintes indicações:

- No caso dos chuveiros e das torneiras, os modelos com temporizador, sensor ou pedal são, geralmente, os mais adequados em ICS. Se possível deve optar-se por modelos que garantam um caudal constante independente da pressão;
- Detectores de presença e electroválvula de fecho nas instalações sanitárias;
- Colocação de controlo de fluxo nos chuveiros dos balneários;
- Em relação aos autoclismos deve optar-se por aqueles que têm um volume de descarga máxima de 6 litros ou autoclismos com dois volumes de água separados, estes últimos tendo a função de descarga económica permitem poupar até 50% de

água. Em instalações de maiores dimensões pode ser viável a adopção de sistema por vácuo sendo necessário efectuar análise caso a caso;

- Os urinóis com sistema de descarga automática e se possível com controlo temporizado de descarga (automático ou manual) também permitem uma redução significativa do consumo de água. Existem também urinóis que não necessitam de água utilizando um outro líquido selante;
- As máquinas de lavar roupa e louça com programas económicos de lavagem, com sensores que seleccionam automaticamente o volume de água a utilizar consoante a carga e com válvula de segurança contra inundações são as mais recentes inovações em termos de redução do consumo de água. Para instalações de maiores dimensões existem máquinas industriais com caudais unitários mais reduzidos;
- Sistemas de rega eficientes e reutilização de água pluvial para rega;
- Instalação de sistema de detecção de incêndio de baixo consumo energético;
- Substituição de sistemas AVAC pelos que incluem torres de arrefecimento;
- Para a redução das perdas e consumos de água e energia associados aos sistemas de aquecimento e refrigeração de ar (AVAC), indicam-se os seguintes procedimentos:
 - _ Inspeção regular para a detecção e reparação de fugas nas tubagens e acessórios;
 - _ Ajuste das válvulas de alívio para evitar desperdícios;
 - _ Colocação adequada de válvulas de seccionamento de modo a que actividades de manutenção não exijam o esvaziamento de grande parte do sistema;
 - _ Manutenção adequada dos sistemas de condicionamento de ar com humidificação para evitar um caudal exagerado, que é desperdiçado através do dreno;
 - _ Possibilidade de ser feito o aproveitamento da água em usos compatíveis.

Em caso de ser apenas possível adaptar a tecnologia existente para os diversos dispositivos e equipamentos, apresentam-se algumas medidas possíveis:

- Redução do volume do tanque do autoclismo colocando garrafas, pequenas barragens plásticas sendo necessário verificar que se mantém a função de limpeza;
- Instalação nos chuveiros e torneiras de um arejador, de um redutor de pressão (anilha ou válvula) ou de uma válvula de seccionamento, conforme for adequado;
- Adaptação de uma agulheta na extremidade de mangueiras pesadas em regas ou lavagens de modo a melhorar a uniformidade na distribuição de água e facilitar interrupção do fluxo.

2.5.4 Mecanismos

Para que as acções destinadas à melhoria da eficiência no uso da água atinjam os seus objectivos com sucesso é necessário apostar na adequação da estratégia de implementação. A estratégia a ser definida deve incluir de forma clara, para cada medida ou grupo de medidas, o tipo de mecanismo recomendados para a sua implementação, assim como os responsáveis e os destinatários desses mecanismos.

Verifica-se que na última década foram desenvolvidos um conjunto de ferramentas que tem como objectivo melhorar a gestão dos recursos naturais e contribuir para a diminuição dos impactes ambientais das actividades humanas, tendo em vista uma racionalização dos recursos, um maior controlo e inovação dos processos produtivos e sobretudo uma alteração profunda da percepção e consciencialização dos problemas, que se espera que se reflecta numa alteração comportamental a nível individual e na organização das instituições. Assim, para além dos mecanismos incorporados no PNUEA, apresentados em seguida:

- Sensibilização, informação e educação;
- Formação, apoio e documentação técnica;
- Elaboração de programas de UEA;
- Auditorias ao uso da água / medição de consumos;
- Incentivos económicos e financeiros;
- Incentivos fiscais
- Regulamentação técnica;
- Normalização;
- Rotulagem de produtos;
- Certificação, homologação e verificação de conformidade com normas de produtos;
- Certificação ambiental de serviços e de organismos;
- Projectos de demonstração.

Existem outros mecanismos identificados, de cariz voluntário, incluem os sistemas de gestão ambiental, as auditorias ambientais, a rotulagem ecológica, a avaliação do desempenho ambiental e as análises de ciclo de vida (Ferreira e Lopes, 2004). Esta abordagem pressupõe uma atitude interventiva e de melhoria contínua do desempenho ambiental neste caso concreto, das Instalações Colectivas e Similares (ICS),

Nesta secção apresentam-se alguns mecanismos adequados à implementação de medidas conducentes ao uso eficiente da água em ICS. A crescente responsabilidade das entidades face aos problemas ambientais, as auditorias ambientais voluntárias, os rótulos ecológicos que defendem a compatibilidade ecológica dos produtos, entre outros, podem contribuir

também para uma crescente qualidade ambiental, podendo ser também uma mais-valia para a promoção do UEA de forma generalizada em várias entidades.

2.5.4.1 Auditorias

Uma auditoria é um diagnóstico ao uso da água e consiste num processo sistemático de levantamento de informação que tem por objectivo a avaliação dos principais fluxos de água de uma determinada instalação. De acordo com a informação obtida, são identificadas as áreas prioritárias de actuação com vista à obtenção de um uso mais eficiente da água, identificando o potencial de redução do consumo e os custos e benefícios associados. A equipa responsável pela auditoria deve ser empenhada e ter como características fundamentais, a capacidade de planeamento e a multidisciplinaridade. Deste modo, a obtenção de informação, ideias e perspectivas de áreas distintas, enriquecem a discussão e permitem a elaboração das linhas orientadoras que contemplam toda a realidade da actividade da ICS.

Segundo Almeida *et al.* (2006) considera-se que a identificação de incentivos, e.g. pela entidade gestora dos sistemas de abastecimento de água, que possam motivar os gestores das instalações colectivas a realizar um diagnóstico ao uso da água nas instalações pelas quais são responsáveis e a debruçarem-se sobre medidas que permitam um uso mais eficiente da água é importante para a generalização deste tipo de actuação de modo sistematizado. Por outro lado, também é importante reconhecer quais as principais barreiras que podem provocar a inacção dos responsáveis em relação à conservação da água, de modo a serem adaptadas acções correctivas. Por exemplo, a actualização da regulamentação e normalização essencial para aferir a qualidade de produtos e serviços.

Este processo de análise consiste num instrumento de apoio à gestão, de realização periódica, onde são avaliadas a evolução do desempenho no uso da água e o impacte de medidas que tenham sido implementadas. Assim, serve de base ao planeamento estratégico para a conservação da água e pode ser enquadrada em procedimentos mais gerais de avaliação do desempenho ambiental da instalação colectiva.

2.5.4.2 Programas de gestão e certificação ambiental

Considera-se que ao nível das instalações de ensino, instalações hoteleiras e instalações de saúde existem alguns programas de qualidade ambiental, que têm trazido benefícios ao nível da redução do consumo de água efectivo e que tem estabelecido acções eficazes na sensibilização e educação ambiental dos seus vários utilizadores, alunos, professores, clientes e outros funcionários (Tabela 2.17).

Tabela 2.17 – Programas de gestão e certificação ambiental para algumas ICS

Tipo	Programa	Descrição	Âmbito
Instalações de ensino	Eco-Escolas	Este programa é coordenado na escola, através do professor coordenador, a nível nacional pela Associação Bandeira Azul (ABAE), com o apoio da Comissão Nacional do Projecto e a nível internacional pela Fundação para a Educação Ambiental (FEE). Os objectivos principais do Programa Eco-Escolas são encorajar acções, reconhecer e premiar o trabalho desenvolvido pela escola na melhoria do seu desempenho ambiental, gestão do espaço escolar e sensibilização da comunidade.	Nacional
	<i>“The Collaborative for High Performance Schools” (CHPS)</i>	A nível internacional destaca-se o trabalho da CHPS, uma organização sem fins lucrativos, fundada em 1999 na Califórnia, dedicada a tornar as escolas públicas (principalmente de 2º ciclo) melhores locais de aprendizagem. No website desta organização são disponibilizados um conjunto de materiais, ferramentas e manuais, como por exemplo o “CHPS Best Practices Manual” (CHPS, 2006). O conceito que esta organização atribui a escolas de alta performance, considera que estas têm de ser saudáveis, confortáveis, eficientes em termos de energia, água e outros recursos, seguras, adaptáveis e de fácil operação e manutenção.	Internacional
	<i>“Schools Water Efficiency Program”</i>	Considera-se relevante referir também este programa (SWEP, 2007), que apoia as escolas envolvidas a reduzir o seu consumo de água e a promover a necessidade da conservação deste recurso na comunidade envolvente. O sistema definido por este programa permite a identificação das áreas prioritárias de intervenção e indica as medidas a implementar, geralmente de baixo custo, para se reduzirem os consumos de água no interior dos edifícios. Este programa indica que um projecto-piloto com 26 escolas permitiu identificar inúmeras oportunidades de melhoria da eficiência no uso da água, tais como a colocação de redutores de caudal em torneiras e a intervenção adequada para detecção de fugas. Programas como estes podem alcançar poupanças de água entre 5% a 30%.	Internacional
Instalações hoteleiras e similares	<i>“Green Hotel”</i>	Segundo GH (2009) um programa de conservação da água nestas instalações contribui para uma redução nos custos inerentes à água, entre 25 e 30%, sem qualquer impacto no conforto do cliente. O retorno do investimento para implementação das medidas de conservação da água é consideravelmente rápido. O retorno reflecte-se em termos de volume de água, e portanto na preservação das reservas de água, diminuição da produção de águas residuais, de menor consumo de energia no processamento e tratamento da água, bem como na redução das emissões atmosféricas. Resultados publicados indicam que um hotel que tenha implementado um programa de gestão da água, pode utilizar até metade do volume de água por hóspede (GH, 2009).	Internacional
	Chave Verde	Este é um programa de qualidade ambiental e educação ambiental, de âmbito internacional, que pretende acolher na sua rede todas as estruturas hoteleiras que se preocupam com um melhor ambiente, e que acreditam que, ter boas práticas ambientais, é um desejo cada vez maior dos seus clientes. Esta iniciativa, da responsabilidade da Fundação para a Educação Ambiental (FEE), está a ser implementada em Portugal pela Associação Bandeira Azul (ABAE), constituindo-se assim como um rótulo ambiental independente. Este projecto visa fundamentalmente reconhecer o esforço e o empenho de toda uma equipa num empreendimento hoteleiro, mas também reconhecer as atitudes dos seus clientes. Os critérios para Hotéis, Pousadas, Pousadas da Juventude e Turismo no Espaço Rural estão divididos em 12 áreas temáticas (ABAE, 2008).	Internacional
	ECO-HOTEL	Este sistema de gestão ambiental tem incidência particular em seis domínios: gestão e economia de energia, consumo de água, substâncias perigosas, gestão de resíduos, segurança e licenciamento ou conformidade ambiental. A implementação deste sistema pode permitir a redução de custos através da diminuição de consumos de energia (até 30%), água (até 20%) e resíduos. Este modelo facilita a aplicação de uma política eficaz de protecção ambiental, constituindo uma base sólida para obter a certificação ISO 14001 Esta certificação, para além de hotéis, aplica-se também a restaurantes, albergues, parques de campismo e outros tipos de alojamentos e permitirá aos alojamentos turísticos e aos parques de campismo a optimização dos processos no que respeita a energia, água e gestão de resíduos, que se reflectirá em custos mais baixos e numa qualidade mais elevada (ECO-HOTEL, 2008).	Internacional

Tabela 2.17 - Programas de gestão e certificação ambiental para algumas ICS (continuação)

Tipo	Programa	Descrição	Âmbito
Instalações hoteleiras e similares	<i>“Green Tourism Business Scheme” (GTBS)</i>	Consiste num sistema de certificação ambiental, criado inicialmente para as empresas de turismo escocesas. Engloba questões como custo-eficácia do negócio, gestão ambiental, resíduos, transportes, assim como parâmetros de responsabilidade social e biodiversidade.	Internacional
	<i>Green Globe 21 (GG21)</i>	Este programa tem como base a Agenda 21 e os princípios de desenvolvimento sustentável acordados na Convenção das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro. A GG21 certifica empresas e comunidades tendo em conta um nível standard global. Existem actualmente quatro <i>Green Globe 21 standards</i> : Um para as empresas, outro para as comunidades, outro específico para a área do Ecoturismo Internacional e ainda um para avaliar o design e a construção.	Internacional
	Turismo em Espaço Rural (TER)	A APCER criou em Portugal uma especificação de condições de serviço que define um modelo de qualificação para o Turismo em Espaço Rural (TER), tendo por base a ISO 9001:2000 assim como outros referenciais normativos, adaptados ao TER, nas modalidades de cariz familiar - Turismo de Habitação, Agro-Turismo, Turismo Rural e Casas de Campo.	Nacional
	Rótulo Ecológico Europeu	Esta certificação é atribuída a produtos cujas características lhes permitem contribuir para a melhoria ambiental. Neste âmbito, foram recentemente aprovados os requisitos para a atribuição do rótulo ecológico a serviços de alojamento turístico, tornando-se no primeiro sector de serviços a beneficiar das vantagens deste rótulo. Estes serviços de alojamento turístico devem ser abrangidos pela definição do respectivo Grupo de Produtos e satisfazer os critérios ecológicos constantes da Decisão da Comissão 2003/287/CE, de 14 de Abril de 2003. Os critérios obrigatórios considerados no Rótulo Ecológico Europeu para Hotéis e Parques de Campismo são apresentados no Anexo IX.	Europeu
Edifícios de serviços e escritórios	<i>“Cyber Display”</i>	Para os edifícios municipais, existe uma campanha europeia <i>“Cyber Display”</i> que foi criada para encorajar os municípios europeus a exibirem publicamente os consumos de electricidade, água e gás natural dos edifícios municipais de serviços e escritórios. A parte mais visível desta campanha é um poster, que utiliza o conhecido princípio das etiquetas energéticas dos electrodomésticos. O poster inclui uma faixa com classes de A a G, que mostra o consumo de água, de energia e as consequentes emissões de CO ₂ . No entanto, uma vez que tem vindo a ser implementado o Sistema Nacional para a Certificação Energética dos Edifícios (SCE), decorrente da adaptação nacional da Directiva <i>“Energy Performance of Buildings Directive”</i> (EPBD), a campanha <i>“Cyber Display”</i> tem vindo a ter menos participantes em Portugal. Se por um lado, a situação é positiva pois o SCE é um sistema muito mais pormenorizado e exigente, por outro é apenas dirigido para o tema da energia, não tendo em conta o recurso água.	Europeu

Nesta secção debruçamo-nos um pouco mais sobre os programas de gestão ambiental dirigidos ao sector do turismo por serem dirigidos a uma actividade tão importante e pela existência de tantos programas relevantes.

A sociedade tem vindo a atribuir uma importância crescente à sustentabilidade da actividade turística, o que se tem traduzido na implementação de diversos programas de certificação que atendem a parâmetros ambientais, sociais e económicos. Ainda no século XIX começaram a surgir exemplos de classificação de qualidade para turismo, nomeadamente em 1900 com a publicação dos primeiros Guias Michelin. Mas a certificação do sector turístico tem vindo a evoluir, o que advém da crescente preocupação com a conservação e

gestão dos recursos, mas também da existência de um novo “tipo” de turista. Este “novo turista” tem preocupações ambientais e sociais e esses critérios reflectem-se no modo como selecciona o seu destino de férias e os produtos e serviços que utiliza. O aumento da procura por ambientes naturais relativamente intactos fez com que o Ecoturismo se tornasse o segmento do mercado internacional de turismo com os maiores índices de crescimento. Este conceito surgiu na década de 80, associado a um certo tipo de viagens especializadas e ligadas à natureza. No entanto, infelizmente este rótulo é actualmente utilizado de forma abusiva por inúmeras operadoras de turismo. Por isso, é importante salientar que a certificação ambiental é um importante instrumento de política ambiental, apoiando as escolhas dos consumidores/utilizadores e estabelecendo critérios distintos que podem servir de instrumentos diferenciadores de diferentes produtos/serviços existentes no mercado.

Em Portugal, embora o processo de certificação ambiental se encontre em fase de crescimento, o grau de evolução é ainda reduzido para aquilo que seria desejável num país com clara vocação para o turismo, e onde a implementação de sistemas de gestão ambiental seria um vector de suporte e melhoria do desempenho ambiental. No entanto, existem já exemplos de hotéis nacionais que apresentam esta distinção, como é o caso do Hotel Jardim Atlântico, na Madeira. A gestão deste hotel, sempre foi caracterizada pelo pioneirismo ambiental, ostentando diversas certificações e distinções internacionais no âmbito da gestão ambiental, como por exemplo a GREEN GLOBE (WTTC), o 1º Lugar no “*Sustainable Tourism da First Choice, 7 Umweltchampion da World of TUI*”, bem como a Certificação da Gestão Ambiental de acordo com a norma NP EN ISO 14001 atribuída pela SGS ICS.

É importante salientar que o facto de uma entidade obter certificação por estes programas, não significa que seja sustentável. Embora o cumprimento dos objectivos ambientais possa indicar melhoria contínua ambiental, se estes não estiverem relacionados com a capacidade de carga do ambiente envolvente e a sua aptidão para absorver e assimilar os impactes ambientais, numa perspectiva médio-longo prazo, não indicam sustentabilidade. De qualquer forma, e embora os padrões de certificação sejam diferentes consoante o tipo de programa em questão, os benefícios em termos ambientais são sempre positivos. As entidades são encorajadas a desenvolver respostas mais sustentáveis, as relações com o público são melhoradas e o uso de um logótipo demonstra o grau de compromisso das empresas (assumido publicamente).

Num outro estudo, realizado por Cobacho *et al.* (2005), num hotel em Espanha, apresenta-se uma metodologia que pretende ir para além das análises dos padrões de consumo de água e das estimativas para planear uma efectiva conservação da água, tentando-se neste trabalho medir e quantificar o uso da água nos quartos de hotel. O intuito é conhecer especificamente cada uso, sendo depois possível optar por medidas concretas de eficiência

do uso da água, que conduzam a sucesso real. O enquadramento deste trabalho refere como principal motivação o crescimento do sector do turismo, nas regiões autónomas mediterrânicas espanholas. Neste locais a escassez de água faz-se sentir intensamente como motivos para a sua realização em hotéis, a existência de esforços já realizados no sector residencial existindo períodos de seca, que criam alguns conflitos pela necessidade da sua utilização assim como uma maior pressão sobre os recursos naturais. Por outro lado, o peso do turismo no sector económico destas regiões é grande, estando em 6º lugar no ranking dos destinos mais procurados para férias dentro dos países europeus.

Considerou-se relevante referir ainda nesta secção o primeiro parque de campismo ecológico de cinco estrelas da Europa, em construção na Zambujeira do Mar, Odemira, Portugal, que abrirá as suas portas no Verão de 2010. O *Eco Camping Resort*, desenvolvido pela empresa ZMAR, ocupa uma área de 81 hectares em A-de-Mateus, a cerca de 10 quilómetros da costa alentejana. O parque de campismo incluirá chalés de madeira, hotel móvel e alvéolos para tendas, caravanas e autocaravanas, bem como um parque aquático, um campo desportivo, uma quinta pedagógica, um spa, um posto médico e restaurantes. Foi anunciado publicamente que a construção deste parque é um exemplo a seguir, sendo um empreendimento único no País construído quase na totalidade (90%) com madeiras e materiais recicláveis. No projecto procura-se minimizar o impacte no ambiente e prevê-se ainda a reflorestação de grande parte da sua área. Quando o *Eco Camping Resort* estiver a funcionar em pleno, terá capacidade para acolher em permanência três mil campistas e irá também empregar 220 pessoas (ZMAR, 2009). Algumas medidas relacionadas com o UEA contempladas neste parque de campismo incluem o uso de autoclismos com descarga dupla, a existência de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) dedicada, na qual trata as águas residuais com o objectivo de as reutilizar para a rega dos espaços comuns, diminuindo assim o recurso à água da rede (Ecocamping, 2009).

2.5.4.3 Regulamentação técnica, normalização e rotulagem

Para a regulação dos diversos sectores de actividade no que se refere à racionalização de recursos e regulamentação das práticas, é fundamental que se desenvolvam ou actualizem ou adaptem diplomas legais específicos que permitam estabelecer exigências ou requisitos essenciais aos bens e serviços. A regulamentação técnica a nível nacional ou comunitária, pode ser estabelecida ou actualizada de forma a favorecer a redução global do consumo de água com benefícios evidentes e directos ao nível da redução dos consumos energéticos associados, minimização de volumes de águas residuais geradas e da necessidade do seu tratamento, bem como do cumprimento das normas de descarga (quando aplicáveis), obtendo-se desta forma poupanças económicas, que podem assumir relevância significativa. A existência de especificações legais neste contexto permite a constituição de

instrumentos eficazes de promoção de um uso mais racional e eficiente da água (Baptista *et al.*, 2001b),

A normalização de especificações técnicas relativas à concepção e à fabricação de dispositivos e equipamentos de uso da água tem vantagens em termos de informação para os consumidores mas também para os fabricantes, e constitui um dos mecanismos fundamentais para a divulgação de tecnologias mais eficientes. Desta forma, a rotulagem dos dispositivos de utilização de água (autoclismos, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar roupa e louça, entre outros), no sentido de disponibilizar aos consumidores o conhecimento sobre a sua qualidade ambiental, a racionalização de recursos e as suas características técnicas, é uma proposta que se evidencia do PNUEA. Verifica-se que existem modelos de rotulagem de dispositivos de uso da água em vários países, que podem contribuir para a estratégia a definir em Portugal. Seguidamente apresenta-se uma síntese baseada em Afonso e Rodrigues (2008) completada com outras referências conforme indicado.

Na Europa, são de destacar os programas promovidos no Reino Unido pela “*Waterwise*”, organização não governamental que promove o UEA. A marca “*Waterwise*” é atribuída anualmente, desde 2006, a produtos que demonstram um uso eficiente da água ou que reduzam o seu desperdício.

Na Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia e Islândia foi adoptado o “*Nordic Swan Eco-label*”, que indica se o produto é bom do ponto de vista ambiental, motivando os produtores a desenvolver produtos “amigos” do ambiente. O “*Nordic Swan*” está disponível para 60 categorias de produtos, incluindo autoclismos e máquinas de lavar.

Na Irlanda, um sistema voluntário foi lançado pela Cidade de Dublin, em colaboração com o “*Dublin Region Water Conservation Project*”. A rotulagem foi desenvolvida, numa primeira fase, para máquinas de lavar, prevendo-se o seu progressivo desenvolvimento a outros dispositivos.

Nos EUA, a “*Environmental Protection Agency*” (EPA) tem um programa designado por “*WaterSense*” para promover os produtos e serviços eficientes do ponto de vista hídrico, com o intuito de motivar o uso consciente da água desde o produtor, ao construtor até ao consumidor. De acordo com este programa, são desenvolvidas especificações do produto que permitem a sua avaliação e certificação. Este rótulo ambiental permite diferenciar produtos de qualidade e eficientes em termos do uso da água. Por outro lado, a lei federal (Federal Energy Policy Act de 1992) define as características de dispositivos eficientes nos E.U.A.

Na Austrália, o programa WELS promove a conservação da água através da informação sobre a eficiência hídrica do produto no momento de venda, permitindo assim ao

consumidor comparar produtos e escolher o mais eficiente. O rótulo WELS atribuído aos produtos permite a sua classificação de acordo com resultados de testes em laboratórios, têm um determinado número de estrelas que permite uma rápida comparação entre produtos e uma figura que indica o consumo ou caudal do dispositivo. Este programa inclui produtos tais como máquinas de lavar roupa e louça, chuveiros, torneiras, urinóis. Neste contexto, o sistema de rotulagem australiano tem já definido um processo de classificação que considera cinco graus de eficiência associados a cinco gamas de caudal e estabelece um desempenho máximo, classificação AAAAA (Normas AS/NZS 6400:2005).

Em Portugal, o Decreto-Lei nº 41/94 de 11 de Fevereiro, que transpõe para o direito interno a Directiva nº 92/75/CEE de 22 de Setembro, define a indicação do consumo de energia dos aparelhos domésticos por meio de rotulagem e de outras indicações uniformes relativas aos produtos abrangidos por este diploma legal. Relativamente às máquinas de lavar louça e às máquinas de lavar roupa para uso doméstico, ao abrigo do Decreto-Lei nº 309/99 de 10 de Agosto e do Decreto-Lei nº 279/97 de 28 de Abril, respectivamente. Na etiqueta respectiva destes dois equipamentos, além das informações referentes aos seus consumos energéticos, constam outras relativas à eficiência do processo, aos consumos de água por ciclo de lavagem e à emissão de ruído. Neste contexto seria muito útil a existência de uma etiqueta dedicada ao consumo de água em todos os equipamentos e dispositivos que envolvam o consumo deste recurso no decorrer dos processos e usos para os quais foram criados, e que tenha sustento em regulamentação normalizada.

Neste âmbito, importa referir que o modelo adoptado pela União Europeia para a certificação ambiental de produtos consiste no designado “ECO-LABEL” ou “Rótulo Ecológico”, definido inicialmente pela Directiva nº 880/92 do Conselho, de 23 de Março e revista pelo Regulamento (CE) nº 1980/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de Julho de 2000. Este sistema de adesão voluntária, destina-se a promover produtos e serviços susceptíveis de contribuir para a redução de impactos ambientais negativos, por comparação com outros produtos do mesmo grupo, contribuindo deste modo para a utilização eficiente dos recursos e para um elevado nível de protecção ambiental.

Em Portugal, foi recentemente criada (2008) uma associação nacional, sem fins lucrativos, designada por Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), englobando empresas, universidades, entidades gestoras e técnicos do sector, cujos objectivos se centram na promoção e na garantia da qualidade nas instalações prediais, que propõe um sistema de rotulagem voluntário em termos de eficiência dos dispositivos de uso da água, tendo-se iniciado em autoclismos. A partir de 15 de Novembro de 2008, os autoclismos das empresas aderentes à certificação e rotulagem de eficiência passaram a apresentar uma classificação, semelhante à classificação de eficiência energética dos electrodomésticos. A rotulagem varia entre o A++ (o mais eficiente) ao E, permitindo ao

consumidor distinguir estes equipamentos de acordo com o seu consumo de água (Figura 2.11). No entanto continua a faltar o desenvolvimento de regulamentação técnica que sustente este sistema de rotulagem específico, nomeadamente a correspondência a um conjunto de normativos de ensaios (nacional ou europeu) para a realização dos testes aos respectivos equipamentos.



Figura 2.11 – Rótulo de eficiência para dispositivos de uso da água proposto pela ANQIP

Este sistema indica que para uma classe de eficiência mais elevada A+ (e.g. volume nominal de 5 litros para dupla descarga) e A++ (e.g. volume nominal de 4 litros para dupla descarga), estes dispositivos terão de ter uma indicação obrigatória no rótulo com um aviso relativo à exigência de performance do equipamento (Afonso e Rodrigues, 2008).

Verifica-se que para os diferentes dispositivos, autoclismos, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar roupa e louça, urinóis existem regulamentações técnicas específicas segundo diferentes países, que se pretende sistematizar na Tabela 2.18.

Tabela 2.18 – Regulamentações técnicas existentes para equipamentos e dispositivos em termos de uso da água

Produto	Sistema de classificação	Origem	Valores de referência eficiência máxima
Autoclismos	Norma EN 997:2003 Projecto Norma prEN 14055	Europa/Portugal	4, 6, 7 e 9 l ¹ Dupla descarga – 9/3, 9/4, 7/3, 7/4, 6/3, 6/4 l ²
	AS/NZS 6400:2005	Austrália/Nova Zelândia	< 2,5 l/descarga
Chuveiros	NP EN 1112:2001	Portugal	7,2 l/min a 38 l/min
	AS/NZS 3662:2005	Austrália/Nova Zelândia	≤ 6 l/min
	Federal Energy Policy Act, 1992	E.U.A.	≤ 9,5 l/min
	DR nº 23/95, de 23 de Agosto	Portugal	≥ 9 l/min ³
Torneiras	Federal Energy Policy Act, 1992	E.U.A.	≤ 9,5 l/min
	AS/NZS 6400:2005	Austrália/Nova Zelândia	≤ 6 l/min ⁴
Máquinas de lavar roupa	EN 60456	Europa/Portugal	≤ 50 l/lavagem
	Rótulo Ecológico	Europa/Portugal	≤ 12 l/kg
Máquinas de lavar louça	EN 50242	Europa/Portugal	< 15 l/lavagem
	Rótulo Ecológico	Europa/Portugal	< 0,6 s + 11,2 l/lavagem ⁵
Urinóis	EN 12541:2002	Europa/Portugal	0,75 – 6 l/descarga
	AS/NZS 6400:2005	Austrália/Nova Zelândia	< 1,5 l/descarga

- ¹ Descarga única;
² Dupla descarga;
³ Caudal mínimo para chuveiros aquando do dimensionamento de redes prediais;
⁴ Valor para torneira de cozinha;
⁵ s – número de serviços de loiça padrão.

Verifica-se que as normas australianas para os dispositivos de uso da água, tais como torneiras, chuveiros, autoclismos e urinóis são as mais exigentes ao nível da eficiência de uso da água, pelo que na metodologia serão estas normas as adoptadas para comparar a eficiência do uso da água dos dispositivos enunciados a cima.

2.5.5 Origens de água alternativas para usos compatíveis e sistemas de reaproveitamento

A utilização de água não potável em usos compatíveis, em termos da qualidade da água, tem como vantagem comum reduzir o recurso à água da rede pública. As alternativas incluem a água da chuva, a água residual tratada e origens locais superficiais ou subterrâneas. É de se referir que de acordo com a legislação nacional, a utilização de origens próprias de água só pode ser efectuada se devidamente licenciada pela autoridade ambiental (ARH), e quando não existir rede pública disponível.

O tema acima referido acima pode mostrar uma aparente incompatibilidade entre a promoção de origens de água alternativas, numa perspectiva de uso mais eficiente da água, e os elevados investimentos já efectuados em infra-estruturas, numa perspectiva de garantia de serviços públicos essenciais, que têm que ser necessariamente amortizados. Relativamente a este assunto e para evitar a origem de capacidade ociosa, assim como aumento das tarifas destes serviços públicos, será necessário um planeamento global e integrado destas iniciativas em vez de iniciativas soltas.

Reconhece que, em Portugal e na Europa, a reutilização de água é incentivada por diversos instrumentos legislativos. No entanto existem inúmeras limitações à sua aplicação, devido a factores económicos, riscos para a saúde pública e potenciais impactes negativos para o ambiente. No entanto, as análises efectuadas aos vários factores são frequentemente incompletas, conduzindo no entanto que estes sejam considerados responsáveis pela inviabilidade de aplicação. Segundo Pinto (2007), existe assim a necessidade de se proceder a uma análise conveniente da viabilidade da reutilização da água, que deve contemplar todos os factores determinantes na sua implementação. O trabalho desenvolvido por este autor consiste na compilação de factores determinantes para a viabilidade de aplicação da reutilização de água e das suas limitações de uso.

2.5.5.1 Utilização da água da chuva

A captação e armazenamento da água da chuva para posterior utilização em usos não potáveis como na rega em jardins e espaços similares, ou mesmo para suprir as necessidades de reposição de água em lagos e espelhos de água, permite, além de evitar o recurso à água da rede pública, reduzir a produção de escoamentos superficiais e a eventual descarga no sistema público de drenagem de águas pluviais (Almeida *et al.*, 2006; Zuwhan *et al.*, 2008).

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações consistem na captação, armazenamento e posterior utilização da água precipitada sobre superfícies impermeáveis de uma edificação, tais como: telhados, lajes e pisos (Levy, 2008; Roebuck, 2007).

Um sistema de aproveitamento de água da chuva em cobertura, apresenta como componentes principais: área de recolha (e.g. telhado), algeroz, tubo de queda com dispositivo de retenção da primeira chuvada, filtro (para reter detritos vários), um tanque de armazenamento, descarga de superfície, descarga de fundo, e rede para os pontos de utilização. O tanque de armazenamento deve ser coberto, para evitar perdas por evaporação. Na opção pela construção de um reservatório enterrado, é facilitado o aproveitamento adicional da água da chuva recolhida em pavimentos e reduz-se a ocupação do espaço acima do solo, mas, por outro lado, pode implicar a instalação de uma bomba para a elevação da água durante a rega e os seus custos de instalação são superiores. A determinação do volume do reservatório depende de factores como usos diversificados não potáveis, do regime de precipitação, do espaço disponível, entre outros. É essencial evitar a mistura entre água potável e não potável sendo imperativo a garantia de separação das redes. A implementação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em espaços verdes, pode exigir a modelação do terreno no sentido de conduzir a escoamento superficial para um ponto de conta inferior onde se instalará um reservatório (e.g. lago), podendo posteriormente essa água ser utilizada na rega e outros usos exteriores (Almeida *et al.*, 2006; Ward *et al.*, 2008; Fewkes e Butler, 2000).

Em termos de limitações, além dos custos associados aos reservatórios e do espaço necessário, não existe regulamentação específica, por exemplo, que estabeleça a obrigatoriedade de, em novas áreas relvadas de determinadas dimensões ou em novas unidades (lagos e espelhos de água) de grande capacidade, construir infra-estruturas que permitam a recolha e utilização da água da chuva para substituir, pelo menos parcialmente, a água da rede pública. A utilização de água pluvial pode ser aplicada a usos não potáveis, sem tratamento (Zuwhan *et al.*, 2008).

2.5.5.2 Utilização de águas cinzentas

Em geral, classificam-se como águas cinzentas, os efluentes de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupa e de banheiras. Por sua vez, os efluentes de bacias sanitárias, lava-louças e pias de cozinha são considerados inadequados para reutilização (Pinto, 2007).

A água adequada à reutilização deve ser tratada e armazenada, para ser posteriormente utilizada em usos não potáveis. É essencial garantir a independência do sistema de água reutilizada não potável do sistema de abastecimento público de água potável. Em hipótese alguma podem ocorrer condições que propiciem a mistura por meio de conexões cruzadas com a água potável disponibilizada pelo sistema de abastecimento público. A ocorrência não propositada de ligações pode levar contaminação de todo o sistema predial de água da edificação, tornando-a imprópria para consumo humano (Pinto, 2007; Liu *et al.*, 2007; Butler *et al.*, 2000). A contaminação da água por eventual interconexão entre o sistema de abastecimento público e um eventual sistema de reutilização de água reutilizada não potável não afecta só a qualidade da água no sistema predial, mas no próprio sistema público, particularmente quando há fenómenos de depressão na rede pública.

Segundo Sautchúk *et al.* (2005) existem determinados parâmetros físico-químicos e biológicos que podem ser facilmente encontrados nas águas com potencial de reutilização, nomeadamente:

- Elevados teores de matéria orgânica e de microorganismos;
- Elevado teor de agentes surfactantes, de nitritos e de fósforo indicando a presença de detergentes superfosfatados e elevada turvação, resultado da presença de sólidos em suspensão.

Devido à complexidade destes sistemas e ao potencial perigo para a saúde pública, a possibilidade de aplicação de sistemas de reutilização de água terá de ser limitado se não existirem regulamentos específicos, incluindo a identificação de modo claro do sistema para evitar o uso inadequado e a mistura com o sistema de água potável e unidade de tratamento adequadas. O estabelecimento de padrões de qualidade necessários à água a ser reutilizada e, desta forma, definir o tipo de tratamento necessário e outras boas práticas de projecto, execução, operação e manutenção, evitando o refluxo de água contaminada para o sistema de água potável (Dixon *et al.*, 1999).

Os sistemas de utilização de águas cinzentas podem ser destinados aos mais diversos fins não potáveis, entre eles: descarga em sanitas e urinóis, lavagem de pisos, lavagem de veículos, entre outros.

2.5.5.3 Utilização de águas residuais tratadas

A utilização de água residual tratada em usos não potáveis como a rega e a lavagem de pavimentos, possibilita a substituição de água da rede pública de abastecimento numa aplicação que não exige características de potabilidade (Almeida *et al.*, 2006; Pinto, 2007).

No entanto, de forma a assegurar a salvaguarda da saúde pública e do meio ambiente, esta água residual tratada deve apresentar características mínimas de qualidade. O nível de qualidade que é exigido prevê um controlo elevado desta operação devido ao risco de disseminação de agentes patogénicos.

Os riscos associados à utilização de águas residuais são os seguintes:

- Acumulação de sais no solo;
- Riscos de toxicidade para as plantas;
- Perigo para a saúde pública.

Os procedimentos para limitar os riscos associados à utilização de águas residuais tratadas em espaços verdes, consistem no seguinte:

- Colocação de exigências ao nível de tratamento na ETAR e no controlo de parâmetros chave (e.g. indicadores microbiológicos, salinidade, nutrientes);
- Utilização de rega gota-a-gota como via de atenuação da salinização do solo, uma vez que a permanente humidade mantida na zona radicular provoca uma ligeira, mas contínua, lavagem dos sais, de modo que a acumulação só ocorre fora da influência dos gotejadores, ou seja, no exterior da zona de desenvolvimento das raízes;
- Utilização de rega gota-a-gota como via de atenuação dos riscos para a saúde pública com origem no transporte de microrganismos patogénicos através dos aerossóis.

O mesmo autor referido acima, indica também que a relva é muito utilizada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio. Em Portugal as zonas relvadas em espaço urbano são muito apreciadas, e a prática de golfe tem vindo a ter grande desenvolvimento. Ambos os factores implicam a manutenção de grandes zonas relvadas, exigindo um volume significativo de água. Ao longo do tempo, tem-se verificado que esse volume excede o necessário, resultando em diversos inconvenientes, como por exemplo:

- Saturação da água do solo pela rega excessiva, tornando-o mais sensível ao tráfego;
- Contribuição para a lixiviação de fertilizantes e produtos fitoquímicos para as reservas hídricas subterrâneas;
- Produção de escoamentos superficiais.

Para a determinação do volume correcto de água necessário para a manutenção dos relvados é preciso ter em conta, o tipo de solo, o tipo e altura de corte da relva e os factores climáticos (precipitação, vento e temperatura).

A alimentação dos sistemas de rega a partir de água residual tratada, permite mais uma vez a substituição de aplicação de água da rede pública de abastecimento num uso que não exige características de potabilidade.

Segundo Levy (2008), a primeira central de afinação de águas residuais do país para rega de um campo de golfe (Campo de Golfe dos Salgados, Albufeira, 2 000 m³/dia), data de 1994 e teve como projectista e responsável pela construção a Ecoserviços. Segundo o mesmo documento, presentemente, esta prática tende a divulgar-se, havendo no entanto, ainda muito por fazer principalmente ao nível das redes de distribuição. A generalização desta prática poderá reduzir o volume de água captado em aquíferos, linhas de água e albufeiras. É indicado também que esta técnica foi apontada como solução pela Comissão para a Seca 2005, para mitigar os efeitos das secas.

Os sistemas de rega por aspersão utilizados em grandes áreas relvadas potenciam os riscos associados à aplicação de águas residuais tratadas. De forma a minimizar esta questão, a rega deve ser efectuada em períodos nocturnos, devem ser utilizados aspersores de baixo alcance, deve existir um controlo rigoroso da qualidade da água utilizada e a divulgação de informação relativa ao tipo de rega praticado junto de funcionários e utilizadores das instalações.

A nível de regulamentação existe, a norma NP 4434 (2005), que se refere à reutilização de água residual tratada para irrigação. Nela são definidas as características dos solos e das plantas, e da água residual a ser usada e são recomendados métodos de irrigação, assim como os procedimentos e a definição da rede de rega, de modo a minimizar os possíveis impactes ambientais negativos. Por último são também descritos procedimentos para prevenir os impactes na saúde das pessoas.

2.5.6 Indicadores de consumo

Como referido ao longo deste capítulo em relação aos caudais unitários de consumo de água para as várias tipologias de instalações, não foram encontrados estudos que apresentassem gamas de valores correspondentes a uma maior eficiência de utilização da água, que possam ser utilizados como indicadores de referência. No entanto, a adopção no futuro de gamas para indicadores típicos para cada tipo de instalação permite aferir e comparar os diferentes casos e destacar os valores correspondentes a consumos eficientes da água, permitindo então calcular indicadores de eficiência. Para conseguirmos calcular um indicador de eficiência, seria necessário estabelecer o caudal/volume eficiente e

posteriormente recorrer, por exemplo, à expressão [1] da alínea 2.2 (pp. 18). Assim, o estabelecimento de um quadro de referência de indicadores de consumo para diferentes tipos de instalações é de grande utilidade, procurando-se desenvolver este aspecto no Capítulo 3.

Neste contexto, este indicador de eficiência no uso poderá ser comparado a um indicador de desempenho, mas associado a um uso individualizado da água. Segundo Alegre *et al.* (2001), no contexto global dos serviços de águas de abastecimento, um indicador é uma medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho da entidade gestora, podendo ser aplicado ao nível da instalação, ou do seu nível de serviço, que geralmente são expressos por rácios entre variáveis (dados do operador). Os rácios calculados podem ser adimensionais (e.g. %), ou intensivos, se de algum modo expressam a intensidade da utilização da água (e.g. €/m³). Conforme os mesmos autores, um indicador é um instrumento de apoio que permite uma simplificação de uma avaliação, que de outro modo seria mais complexa e subjectiva. Para Antunes (2005), um indicador de desempenho, pode também ser uma boa ferramenta para aumentar o grau de consciencialização e informação do público sobre aspectos ambientais.

Alegre *et al.* (2004) indica que os indicadores de desempenho são medidas da eficiência e da eficácia, relativamente a aspectos específicos da actividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas. A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo optimizado para a produção do serviço. A eficácia mede até que ponto os objectivos de gestão, definidos específica e realisticamente, foram cumpridos. Cada indicador expressa o nível do desempenho efectivamente atingido, tornando directa e transparente a comparação entre objectivos de gestão e resultados obtidos. Por isso deve existir cuidado com o uso descontextualizado que pode levar a interpretações erradas, sendo necessário analisar sempre os indicadores no seu conjunto e associados ao contexto em que se inserem.

No guia técnico para o UEA no sector urbano (Almeida *et al.*, 2006), é indicada a utilidade de indicadores de consumo como os que resultam da determinação de:

quantidade de água consumida *per capita* ou unidade de produto (por exemplo, número de funcionários, visitantes ou estudantes, consoante o tipo de instalação; por área da instalação, de pavimento, de zona verde; por unidade de produção).

Para a eficiência global no uso da água, ou seja, incorporando também as perdas e os usos não identificados na instalação, é proposta a expressão [4] enquanto que para a eficiência relativa no uso da água é proposta a expressão [5].

$$\text{Eficiência global de utilização da água} = \frac{V_2}{V_1} \times 100 \quad (\%) \quad [4]$$

$$\text{Eficiência potencial de utilização da água} = \frac{V_{\text{eficiente}}}{V_3} \times 100 \quad (\%) \quad [5]$$

em que:

V_1 - volume total fornecido à instalação no período em análise

V_2 - volume total de água efectivamente utilizada em todos os dispositivos e equipamentos no período em análise

V_3 – volume unitário efectivo nos dispositivos ou ponto de utilização

$V_{\text{eficiente}}$ - volume unitário potencial eficiente associado ao tipo de uso em questão, com recurso à melhor tecnologia disponível e comportamentos eficientes

Neste trabalho considera-se que os indicadores apresentados serão os mais aptos para aplicação em ICS.

2.6 Síntese do estado da arte

Na primeira parte deste capítulo é apresentada sinteticamente a problemática global da disponibilidade de água como enquadramento dos desenvolvimentos da temática do UEA, a nível europeu e nacional. Descreve-se também o mais recente instrumento na área do UEA a nível nacional, o PNUEA, cujo objectivo principal é melhorar a eficiência de utilização da água em 80% num horizonte de 10 anos, nos sectores urbano, agrícola e industrial, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento sócio-económico do país.

O uso da água no sector urbano, em Portugal, apresenta-se como o mais relevante em termos de custos efectivos da utilização da água, com cerca de 46% do custo total associado, seguido da agricultura com 28% e da indústria com 26%. É reconhecido existirem ineficiências significativas nos usos urbanos indiciando a existência de um potencial de poupança importante. Embora existam vários estudos dedicados aos usos domésticos, as lacunas no conhecimento e caracterização em outros tipos de usos urbanos são consideráveis. Em particular, para as ICS, normalmente grandes consumidores de água, constata-se existir conhecimento e procedimentos de actuação limitados.

De facto, constata-se que o consumo doméstico é relativamente bem conhecido e padronizado em termos diários, enquanto que em instalações colectivas pouco se sabe sobre os padrões de consumo e sobre a gestão deste recurso. Embora nem todos os

consumos colectivos estejam associados a grandes consumidores (consumo superior a 150 m³.dia⁻¹), é de realçar que, caso o sejam, apresentam uma importância elevada em termos de facturação e podem apresentar um peso significativo no balanço hídrico global.

Numa segunda parte, devido à relevância dos usos em ICS e do potencial de melhoria de eficiência apresentam-se alguns estudos específicos associados a ICS sobre cada tipologia de instalação identificando-se as suas especificidades, ficando a noção de que para uma adequada avaliação do consumo real de água nas ICS é necessária uma análise específica a cada caso, controlando os vários factores que a influenciam, para que depois seja possível realizar comparações e conclusões adequadas. Apresentam-se também exemplos de medidas e respectivas estratégias de implementação, com o objectivo de melhorar a eficiência de utilização deste recurso, tais como programas de qualidade e certificação ambiental dirigidos a cada tipo de instalação.

Verifica-se que existem estimativas dos consumos globais para novas instalações, consoante as suas tipologias, e que estas se baseiam habitualmente em caudais unitários (consumos médios diários por unidade de capacidade ou por utilizador). Diversos autores propõem valores a adoptar para consumos unitários, com base em valores observados em instalações existentes ou em algumas características dos dispositivos próprios destas instalações.

Da informação obtida em bibliografia confirma-se a grande dispersão dos valores de caudais unitários em ICS, sendo reflexo da grande variação de características que estas instalações apresentam, bem como provavelmente dos diferentes períodos em que foram determinados e dos locais onde as ICS se situam, com os seus diferentes níveis e estilos de vida. Em relação à identificação de padrões de consumo de água e dos indicadores de consumo associados a eficiência de uso da água respectivos para alguns tipos de instalações, existe uma lacuna significativa de estudos que se tenham debruçado com detalhe sobre este assunto.

No caso das ICS, uma vez que não são os utilizadores que suportam o custo da água, incentivar a sua poupança através de políticas tarifárias, pode não ser actualmente o mais adequado. No entanto, caso venham a existir diversos indicadores padrão que permitam o benchmarking das ICS do mesmo tipo, seria útil o escalonamento das tarifas de acordo com essa análise. Poderá também ser importante, em zonas carenciadas de recursos hídricos e em zonas turísticas, a possibilidade de adopção de um tarifário sazonal, onde as entidades gestoras devem poder diferenciar as tarifas em função do período do ano, quando justificável, de modo a atender a flutuações elevadas da procura de ordem sazonal ou a situações de escassez de recursos hídricos.

Relativamente à conservação dos equipamentos, verifica-se que o desgaste e a eventual degradação dos dispositivos, quando não acompanhados pelos serviços de manutenção, pode traduzir-se num acréscimo dos consumos ao longo dos anos. No entanto, para as ICS é mais fácil prever inicialmente medidas com o objectivo de aumentar a eficiência de utilização de água, limitar o seu consumo e impedir o seu desperdício, incluindo por exemplo torneiras temporizadoras, autoclismos de dupla descarga, entre outros.

As ICS apresentam diversos tipos de usos individuais da água, verificando-se também que nestas instalações existem usos similares aos domésticos mas com grande frequência de utilização. Desta forma poderão ser utilizadas medidas, dispositivos e equipamentos distintos. A análise deste tipo de consumos pode também vir a demonstrar que certas medidas podem apresentar uma viabilidade de aplicação muito superior não só no que se refere à eficácia das estratégias adoptadas mas também apresentando vantagem no potencial de poupança após o investimento em medidas de uso eficiente nestas instalações. Como forma de colmatar a lacuna de conhecimento existente no que se refere aos consumos colectivos é necessária a obtenção dessa informação através de casos de estudo.

Na terceira parte, apresentam-se as medidas de uso da água associado a usos-tipo existentes nas ICS, desde medidas comportamentais até à recomendação de tecnologia eficiente, passando pela adaptação equipamentos e dispositivos tradicionais tornando-os mais eficientes. Apresentaram-se também nesta etapa os mecanismos recomendados para a implementação efectiva de um uso mais eficiente da água em ICS e as possibilidades de origens de água alternativas e sistemas de reaproveitamento de água. Em relação à rotulagem de equipamentos e dispositivos de uso da água indicaram-se sucintamente os modelos de aplicação deste processo em vários países, que podem ajudar na implementação da estratégia em Portugal. Por fim, esclarece-se a importância dos indicadores de consumo e a possibilidade do seu cálculo para que mais tarde possam vir a apoiar a existência de indicadores de eficiência de referência para cada ICS.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS USOS E CONSUMOS DE ÁGUA EM ICS

3.1 Justificação da abordagem metodológica

A metodologia proposta para diagnóstico ao uso da água em ICS consiste essencialmente no estabelecimento de procedimentos de auditoria às instalações, organizados de forma sistemática e com diferentes níveis de aplicação consoante a informação disponível.

O objectivo é tirar partido de toda a informação disponível, ou facilmente obtida no período a dedicar à tarefa de auditoria e estimular alterações nos procedimentos de modo a ser compilada mais informação, que deverá ser organizada de forma eficaz para permitir caracterizar da melhor forma os diferentes usos e identificar as oportunidades de melhoria.

Do procedimento de auditoria consta a caracterização do sistema em termos de estruturas físicas, a medição dos consumos e a caracterização dos procedimentos relacionados com o uso da água. É de realçar o facto de que a auditoria trará maiores benefícios para a ICS se os objectivos forem bem definidos em termos do tipo e detalhe da informação a obter e se o programa de acção para a execução da auditoria estiver bem organizado. Por outro lado, a informação e sensibilização apropriada dos funcionários, no que se refere à sua intervenção em termos da realização da auditoria, irá também influenciar a qualidade da informação compilada, e naturalmente da própria auditoria.

Estes procedimentos têm também relevância do ponto de vista das entidades gestoras do sistema de abastecimento, uma vez que podem permitir o conhecimento dos padrões de consumo das ICS, geralmente grandes consumidores. Estes podem provocar, nas zonas da rede de abastecimento onde se encontram, alterações significativas, como por exemplo, velocidades de escoamento mais baixas em zonas periféricas, podendo ter influência em termos quantitativos e de qualidade da água no sistema. O conhecimento dos padrões de consumo dos diferentes elementos do sistema permite também à entidade gestora identificar as eficiências de utilização deste recurso.

Tendo como base as orientações gerais constantes no guia técnico para o UEA no sector urbano (Almeida *et al.*, 2006), neste trabalho desenvolveu-se a metodologia em três níveis de diagnóstico ao uso da água: agregado, intermédio e detalhado. Outra vantagem para a definição de ferramentas de diagnóstico diferenciadas, correspondendo à disponibilidade de informação inicial, foi a possibilidade de desenvolver procedimentos replicáveis noutras instalações, mesmo que o detalhe da informação a que tenham acesso não esteja no mesmo nível. Na figura 3.1 apresenta-se um esquema da metodologia geral.



Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia geral

A metodologia apresentada neste trabalho desenvolve principalmente a secção correspondente ao diagnóstico, baseando-se na adequação dos procedimentos de auditoria para que corresponda aos vários cenários expectáveis quando do início da análise de cada instalação, de modo a simplificar os processos e a ajustá-los também aos resultados que se pretendem obter.

3.2 Diagnóstico ao uso da água

A metodologia proposta, respeitando o ponto de vista do gestor da instalação e da entidade gestora do sistema de abastecimento de água é esquematizada na Figura 3.2. Nela se inclui os procedimentos de auditoria divididos em três níveis de análise consoante a informação disponível à partida, para que seja possível contribuir para o uso mais eficiente da água em diferentes circunstâncias. Esta metodologia propõe diferentes tarefas para a caracterização do uso da água nas ICS e apresenta procedimentos para elaboração dos planos de acção ou intervenção.

A metodologia apresentada foi aplicada em casos de estudo, desenvolvidos no Capítulo 4, também com diferentes níveis de detalhe, com o objectivo de testar e ilustrar as potencialidades e facilitar a aplicação a outras instalações semelhantes.

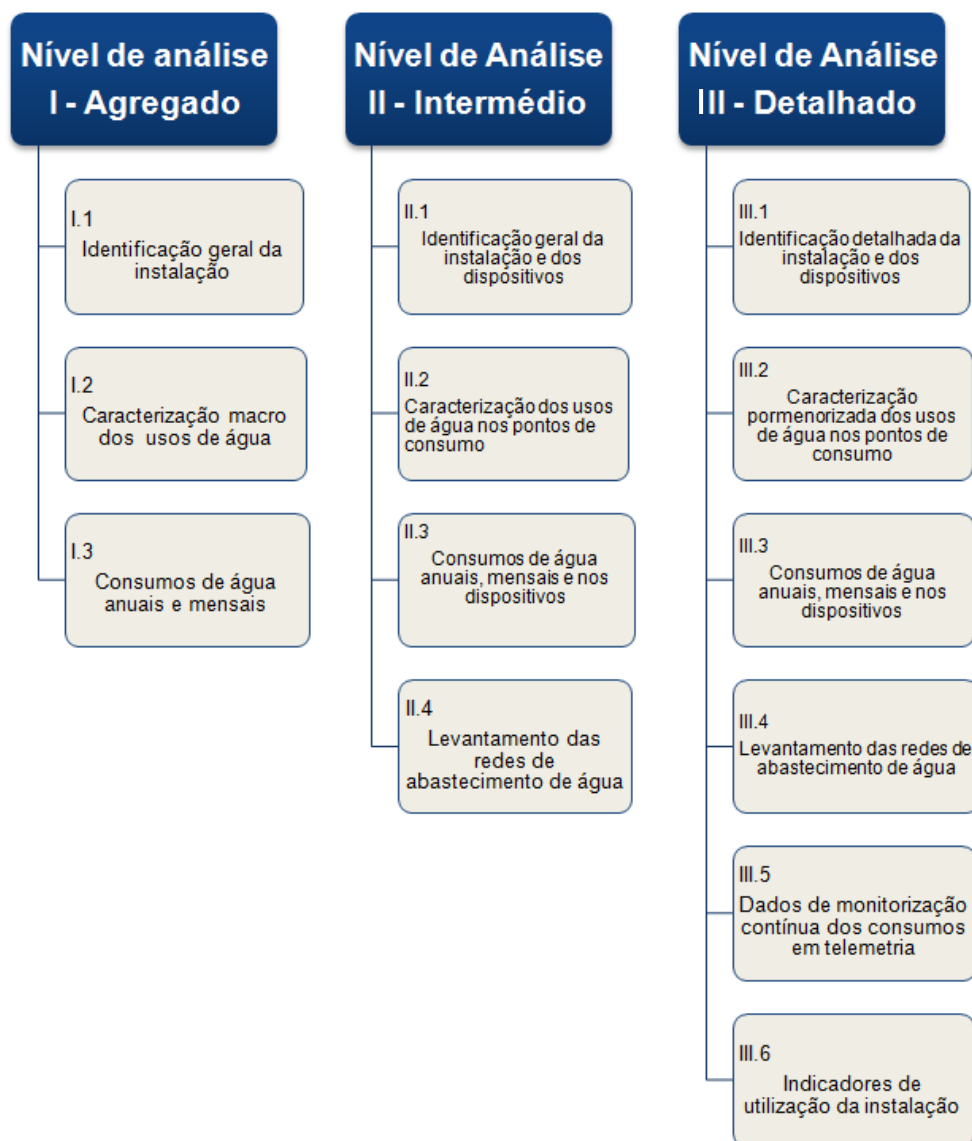


Figura 3.2 - Níveis de análise no diagnóstico ao uso da água em ICS

Na Figura 3.2 apresenta-se em detalhe os objectivos específicos de cada nível de análise no diagnóstico ao uso da água em ICS. Para a concretização da análise de diagnóstico ao uso da água são posteriormente discriminadas as tarefas que devem ser realizadas, sendo que no total existem cinco tarefas.

A metodologia apresentada corresponde às tarefas segundo Almeida *et al.*, 2006 (Figura 3.3), variando a quantidade de informação e detalhe consoante o nível de análise. No nível III – detalhado, todas as tarefas apresentadas devem ser realizadas.

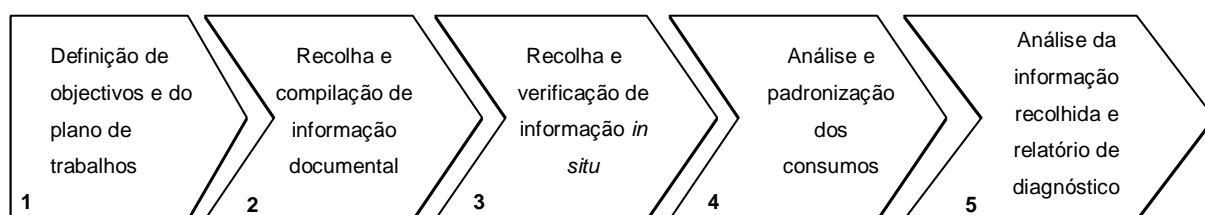


Figura 3.3 - Tarefas do procedimento de diagnóstico ao uso da água

Depois da análise ao uso da água com base nas tarefas apresentadas e do reconhecimento de oportunidades de melhoria, o objectivo seguinte será especificar as medidas aplicáveis e determinar a sua viabilidade através de análise custo-benefício. Posteriormente as intervenções consideradas realizáveis devem ser projectadas e calendarizadas num plano de acção para o UEA na instalação. Por outro lado os planos de manutenção e operação devem ser adaptados para incluir as alterações necessárias.

No final deste processo deve ser entregue aos responsáveis pela gestão da entidade um relatório de auditoria com todas as informações decorrentes das várias tarefas do procedimento.

3.3 Nível de análise I – agregado

3.3.1 Tarefas principais ao nível agregado

Neste nível de abordagem consideram-se as tarefas seguintes:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 - Recolha de informação documental e verificação in situ;
- Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico.

As tarefas apresentadas descrevem os passos que devem servir de guia à implementação deste primeiro nível de análise e sintetiza na secção de anexos, exemplos de modelos que podem servir de apoio à recolha de dados e à sua análise.

Este procedimento, sendo o mais simples, é o mais adequado quando *a priori* se sabe que não existe muita informação disponível sobre esta temática. A opção por este procedimento descrito em três tarefas deve ocorrer aquando de uma primeira abordagem. Assim, caracteriza-se por ser uma análise prévia da situação actual da instalação, baseando-se em informação básica em termos documentais ou de verificação simples no local. No entanto, este será um ponto de partida importante, uma vez que se pretende com esta análise genérica, obter informação relevante e retirar algumas conclusões que ajudem a delinear desenvolvimentos direccionados para áreas prioritárias de actuação, eventualmente com acompanhamento mais pormenorizado, seguindo desde o primeiro momento as directrizes mais adequadas no sentido de uma eficiente gestão da água na instalação em análise.

3.3.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos

Considerando o contexto de realização deste primeiro diagnóstico ao uso da água na instalação, será importante discutir ao nível dos órgãos de administração da entidade, a

relevância deste tema, ou caso exista um responsável pela área de ambiente, este deve envolver os órgãos directivos neste processo. Nesta tarefa é essencial envolver os responsáveis na definição dos principais objectivos para a realização deste trabalho, e posteriormente incluir os funcionários da entidade que podem ser elementos activos no planeamento de uma estratégia de gestão eficiente da água na instalação. Embora este seja um diagnóstico simples deve ter uma finalidade definida e pelo menos um responsável que esteja empenhado neste trabalho. Será nesta tarefa que se devem apresentar os documentos guia, para que sejam previamente analisados e, caso necessário, adaptados à instalação em estudo. A todos os funcionários deve ser comunicada a realização deste diagnóstico e a sua importância a fim de cooperarem da melhor maneira possível, facilitando o trabalho a realizar pelo responsável.

3.3.3 Tarefa 2 - Recolha de informação documental e verificação *in situ*

Nesta tarefa pretende-se caracterizar os usos da água, consultando a informação documental disponível e contactando com os funcionários mais familiarizados com as questões de manutenção e operação das infra-estruturas de água. Na Figura 3.4 são dados exemplos sobre a informação a compilar. A utilização de uma ficha de levantamento de informação (exemplo incluído no anexo I) pode facilitar a recolha.

<p>Descrição genérica das instalações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informação sobre os edifícios e áreas exteriores afectas; - Tipologia e dimensões das instalações; - Lista de todas as utilizações de água; - Sistemas de aquecimento e refrigeração, jogos de água, entre outros. 	<p>Descrição das condições de funcionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horários de funcionamento; - Número total de funcionários; - Número de funcionários por turno; - Frequência de utilização por clientes; - Tipo de serviços utilizadores de água; - Rotinas de limpeza das instalações, entre outros. 	<p>Características dos espaços exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existência de áreas com vegetação; - Existência de áreas pavimentadas; - Tipo de vegetação; - Características do sistema de rega; - Horários de rega e duração da rega; 	<p>Registos de consumos e custos associados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recibos de água e energia; - Registos dos consumos de água nos vários contadores existentes (histórico disponível para avaliação da evolução temporal e com o detalhe disponível, por exemplo, mensais ou anuais);
---	---	---	---

Figura 3.4 - Informação a recolher na tarefa 2 do nível I

A verificação da informação no local tem por objectivo principal o complemento e a confirmação das informações recolhidas, uma vez que estas podem estar desactualizadas ou indisponíveis. Assim, será possível realizar uma caracterização geral dos usos da água na instalação o mais fiável possível. Por outro lado, nestas visitas pretende-se também obter informação adicional necessária para uma eventual realização de um balanço hídrico e para

identificar ineficiências relacionadas com práticas desajustadas, permitindo ainda identificar lacunas de informação.

3.3.4 Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico

Com base na informação recolhida, deverá ser possível fazer uma caracterização dos diversos usos da água na instalação, identificar algumas especificidades da referente tipologia e as áreas de prioridade de intervenção. Se as visitas tiverem permitido a observação alguns comportamentos dos funcionários e utilizadores em relação ao uso da água, poderá indicar-se o que pode e deve ser melhorado em termos de boas práticas.

Com este nível geral de análise, deverá ser possível a determinação do consumo médio mensal e anual, assim como calcular indicadores de consumo gerais, como sejam os propostos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Indicadores de consumo gerais

Indicador	Unidades
Consumo anual por tipologia da instalação	m ³ /ano
Consumo mensal por tipologia da instalação	m ³ /mês
Consumo diário por tipologia da instalação	m ³ /dia
Consumo mensal por tipologia da instalação e por número de utilizadores	m ³ /(utilizador.mês)
Consumo mensal por tipologia de consumo	m ³ /mês
Consumo mensal por tipologia da instalação e por unidade de área	m ³ /(m ² .mês)
Consumo mensal por tipo por unidade de área e por número de utilizadores	m ³ /(m ² .utilizador.mês)
Consumo mensal por tipo de instalação e por unidade de área ajardinada	m ³ /(m ² .mês)
Consumo mensal por tipo de instalação, por unidade de área ajardinada e por número de utilizadores	m ³ /(m ² .utilizador.mês)
Consumo mensal por tipo de instalação em instalações com e sem piscina	m ³ /mês

O relatório de diagnóstico deve sintetizar toda a caracterização efectuada da instalação, identificando claramente a origem dos dados, quer tenha sido obtida por documentação consultada ou por explicação directa dos funcionários durante as visitas ao local.

3.4 Nível de análise II – intermédio

3.4.1 Tarefas principais ao nível intermédio

Neste nível de abordagem consideram-se as tarefas seguintes:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 - Recolha e compilação de informação documental;
- Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*;
- Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico.

Para se iniciar este procedimento de auditoria de nível intermédio é necessário que tenha existido uma análise prévia da situação actual da instalação em relação a esta temática, verificando-se que é possível caracterizar de forma geral os fluxos de água inerentes às actividades da instalação.

3.4.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos

Nesta primeira tarefa é essencial determinar os objectivos da auditoria e verificar quais são os recursos disponíveis para a execução da mesma, assim como definir se esta será realizada à globalidade da instalação ou apenas a parte da mesma. Se for possível é nesta tarefa que é importante esclarecer, ao nível superior de decisão da entidade responsável, a importância estratégica da realização da auditoria e os benefícios potenciais que poderão ser atingidos. Este processo é já mais complexo e requer maior envolvimento de meios e de recursos humanos.

Depois das decisões anteriores é necessário seleccionar a equipa responsável pela realização da auditoria. Importa, ainda, que seja seleccionado um responsável pela auditoria, que possua uma visão integrada das instalações, boas qualidades de liderança e comunicação, que tenha conhecimentos técnicos adequados e que se empenhe na concretização deste processo. Considera-se que, em muitas instalações, o responsável pela realização de uma auditoria ao uso da água pode ser, por exemplo, o quadro técnico responsável pela manutenção e operação. Se existirem na instalação em análise os sectores de manutenção, de ambiente e financeiro, poderá ser útil que estes sejam envolvidos na realização da auditoria. Por exemplo, a intervenção do sector financeiro pode ser relevante para a contabilização dos custos da água, para a avaliação do investimento eventualmente necessário à correcção de irregularidades identificadas com a auditoria e a execução de análise de custo-benefício para avaliar as opções de intervenção.

É ainda importante lembrar que todos os intervenientes devem ser devidamente elucidados quanto aos objectivos e metodologias da auditoria para que as suas tarefas sejam realizadas com rigor e empenho.

3.4.3 Tarefa 2 - Recolha e compilação de informação documental

Esta etapa é considerada crucial para a caracterização do uso da água e dos circuitos respectivos. Depois de contactar com os funcionários mais familiarizados com as questões de manutenção e operação das infra-estruturas de água na instalação colectiva e de se solicitar a informação documental disponível, esta deve ser compilada e organizada de forma a permitir um planeamento rigoroso das etapas seguintes. Na Figura 3.5 é indicada de forma genérica a informação a recolher.

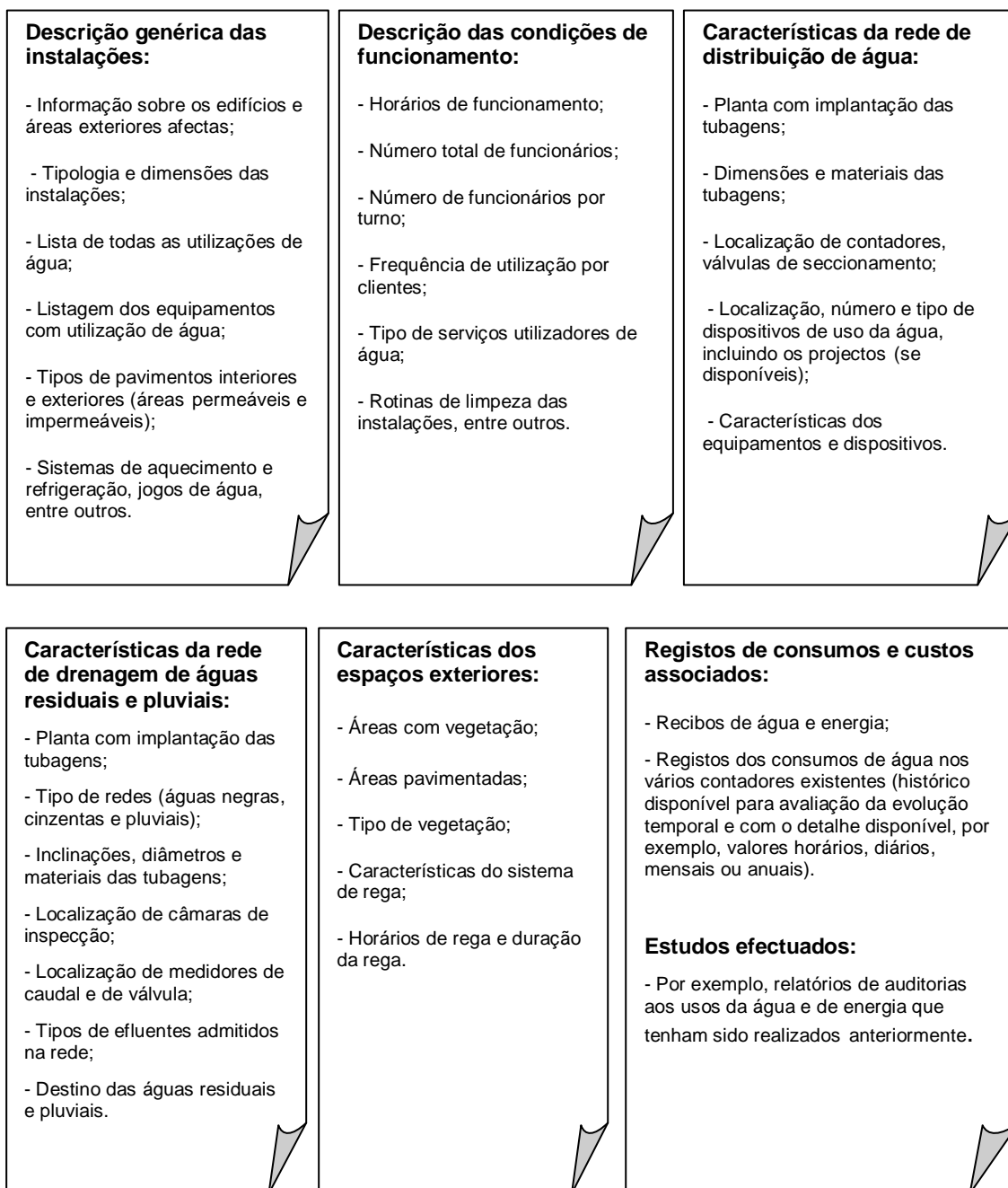


Figura 3.5 - Informação a recolher na tarefa 2 do nível II

A utilização da ficha de levantamento de dados de nível intermédio para auditoria (anexo I) pode facilitar a recolha da informação inicial necessária. Neste momento e antes de se partir para a etapa seguinte é importante identificar e registar as falhas existentes de modo a que a identificação de oportunidades de racionalização dos consumos comece neste momento.

3.4.4 Tarefa 3 - Recolha e verificação de informação *in situ*

Esta tarefa de recolha e verificação de informação no local tem por objectivo a obtenção de informação pormenorizada sobre o uso da água. Deste modo, ao quantificar os caudais e volumes de cada tipo de utilização, ao identificar as práticas de uso da água e as ineficiências, os desperdícios e fugas, será possível colmatar as lacunas identificadas na

tarefa anterior. Esta tarefa deve permitir a determinação da estrutura de consumos de água existentes na instalação em análise.

Para a realização deste levantamento pormenorizado sugerem-se as seguintes acções:

- Preparação de questionários específicos dirigidos aos diferentes utilizadores das instalações para caracterizar os procedimentos de utilização da água e de manutenção de dispositivos, equipamentos e condutas (utilização/adaptação da ficha de levantamento de dados para auditoria no anexo I – nível intermédio);
- Verificação dos dispositivos e equipamentos existentes incluindo, caso existam, torres de arrefecimento, caldeiras, filtros de osmose inversa, reservatórios de água elevados, equipamento de cozinha, torneiras, autoclismos, urinóis e chuveiros, entre outros;
- Execução de testes para quantificar em cada ponto de utilização o caudal e volume médio utilizado por tipo de dispositivo ou equipamento, instalando contadores previamente calibrados para garantir a exactidão das medições ou executando testes simples de medição do volume por unidade de tempo para determinação dos caudais efectivos (ver exemplo no anexo I, parte V). Caso seja possível poderá fazer-se um registo em contínuo dos consumos durante um determinado período de tempo, esta abordagem deve ser planeada com rigor para que a amostragem permita obter dados fiáveis. Nos casos de estudo, apresentados no capítulo seguinte, foi possível realizar este registo e pormenorizar a estratégia seleccionada. Deve ser registado o horário de funcionamento de cada equipamento que utilize água no seu processo. Posteriormente o consumo de cada dispositivo poderá ser comparado com as especificações do fabricante, caso existam;
- Aplicação de procedimentos de localização e detecção de fugas, verificando o consumo nos contadores em horas de baixo consumo e, eventualmente, recorrendo a equipamentos de localização e detecção;
- Levantamento de medidas para o UEA que tenham já sido implementadas, e identificação dos resultados verificados.

3.4.5 Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico

Nesta etapa deverá analisar-se a informação recolhida e proceder à elaboração do relatório de diagnóstico, apresentando de forma pormenorizada toda a caracterização física e de funcionamento da instalação, os seus usos de água e dispositivos existentes, descrever as especificidades de utilização da água, tendo sempre a preocupação de indicar a respectiva origem dos dados recolhidos. Se possível deve ser elaborado o balanço hídrico e a caracterização de todos os fluxos existentes.

O nível de detalhe desta auditoria deverá permitir identificar as áreas de prioridade de intervenção, ou seja sectores onde a necessidade de investimento em tecnologia mais eficiente e/ou adaptação da tecnologia existente seja mais relevante, definição de áreas de monitorização específica primordial, planear a obtenção de água através de origens alternativas e incluir sistemas de reaproveitamento de água.

As visitas realizadas à instalação devem permitir a observação dos procedimentos habituais praticados pelos funcionários e utilizadores, sendo adequado apresentar uma análise do que pode e deve ser melhorado em termos de boas práticas.

Em relação aos dispositivos de uso da água, considera-se útil a comparação dos volumes médios determinados na Tarefa 3 com os valores indicados pelo sistema australiano de classificação de dispositivos em termos de uso eficiente da água (AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005). O sistema australiano de classificação considera cinco graus de eficiência associados a cinco gamas de caudal e estabelece um desempenho máximo com a designação de AAAAA (Tabela 3.2; AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005).

Tabela 3.2 – Classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água

Dispositivo	Unidades	A	AA	AAA	AAAA	AAAAA
Torneiras de lavatório, bidé ¹	l/min	6 - 7,5	4,5 - 6	3 - 4,5	2 - 3	< 2 ⁺
Torneiras de cozinha ¹	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6
Chuveiros	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6
Autoclismos	L	5,5 - 6,5	4 - 5,5	3,5 - 4	2,5 - 3,5	< 2,5
Urinóis	l/descarga	< 2,5 [*]	< 2 ^{**}	< 2 ^{***#}	< 2 ^{***#}	< 1,5 ^{**#}

¹ Aplica-se o mesmo critério aos reguladores de fluxo

⁺ com fecho automático

^{*} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 3 postos individuais

^{**} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 2 postos individuais

^{***} servido 1 posto individual

[#] a classificação AAA, AAAA, AAAAA depende do modo de activação e do sensor

Para complementar a análise a efectuar, devem ser seleccionados indicadores específicos e adequados que permitam avaliar a evolução da eficiência no uso da água na instalação, e se exequível, possibilitem a comparação com instalações da mesma tipologia (Tabela 3.1 e Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Indicadores de consumo aplicáveis

Indicador de consumo	Cálculo /Unidades
<i>Quantidade de água consumida per capita, utilizador ou área</i>	Quantidade de água consumida por número de funcionários, visitantes ou estudantes, consoante o tipo de instalação; por área da instalação, de pavimento, de zona verde; por unidade de produção. m ³ /ano m ³ /mês m ³ /dia ³ /(utilizador.mês) m ³ /(m ² .mês) m ³ /(m ² .utilizador.mês)
<i>Eficiência global no uso da água</i>	V ₁ - volume total fornecido à instalação no período em análise; V ₂ - volume total de água efectivamente utilizada em todos os dispositivos e equipamentos no período em análise. —
<i>Eficiência relativa no uso da água</i>	V ₃ – volume unitário efectivo nos dispositivos ou ponto de utilização; V _{eficiente} - volume unitário potencial eficiente associado ao tipo de uso em questão, com recurso à melhor tecnologia disponível e comportamentos eficientes. —————

Por fim, é importante indicar se o trabalho realizado respondeu aos objectivos inicialmente propostos e identificar quais as barreiras que foram encontradas, assim como sugestões para o futuro.

3.5 Nível de análise III – detalhado

3.5.1 Tarefas principais ao nível intermédio

Este procedimento de auditoria é o mais exigente, sendo necessário que tenha sido realizada uma análise prévia da instalação com um nível de detalhe significativo, e que exista a possibilidade de identificar e caracterizar de forma pormenorizada os fluxos de água inerentes às actividades da instalação. Este nível de abordagem incorpora cinco tarefas principais:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental;
- Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*;
- Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos (aplicação TradebXL4.0);
- Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico.

3.5.2 Tarefas 1, 2 e 3

As primeiras três tarefas do nível de análise detalhado, correspondem às primeiras para o nível de análise intermédio, sendo portanto descritas na secção 3.4. As seguintes apresentam-se posteriormente.

3.5.3 Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos

Para realizar a análise dos perfis de consumo, são necessários os dados de consumo de água obtidos por monitorização em contínuo a partir de locais de medição com medidores instalados de acordo com as boas práticas e com um nível de exactidão adequado.

O TradebXL4.0 é uma aplicação desenvolvida no LNEC com o objectivo de permitir a análise de registos de medição de consumos e a produção de perfis de consumo. Esta aplicação facilita o processamento e análise de séries de caudal, permitindo verificar os padrões de consumo e realizando uma análise estatística dos dados (Coelho *et al.* 2006). Embora esta aplicação permita realizar uma simples análise dos dados, para detecção de valores negativos, ausência de dados, repetição, entre outros, é adequado realizar uma pré-visualização e tratamento dos dados antes de utilizar a aplicação (Coelho, 1990; Coelho *et al.*, 2006).

Após uma primeira verificação dos dados, deve procurar-se analisar os dados numa base anual ou para todo o período, se inferior ao anual, verificando se o consumo é uniforme ao longo de todos os meses do ano ou se, por exemplo, se destacam situações diferenciadas, que podem corresponder a cenários de funcionamento ou períodos em que o comportamento dos consumos médios mensais é estável, o que pode acontecer por diversas razões, entre elas a influência do clima que condiciona, por exemplo, a necessidade de rega. Após a identificação dos cenários pode prosseguir-se para a realização dos perfis de consumo ao longo da semana (dias úteis e fins-de-semana) em cada cenário, tentando conhecer os padrões de consumo e em particular os consumos nocturnos, por exemplo.

A aplicação normaliza a série de dados introduzida, calculando o padrão de consumo adimensional global, incluindo dias úteis e fins-de-semana, e também discriminando o padrão para o sábado, domingo e dias úteis. Em termos de análise estatística apresenta também os máximos, mínimos e desvio padrão com intervalos de confiança a 90%. Estes são apresentados na forma adimensional e também na forma dimensional utilizando a média diária de consumo calculada *a priori*.

Com a aplicação TradebXL4.0 é possível obter o gráfico de caudal médio diário ao longo do período em análise o que permite identificar, para além dos dias com consumo médio anómalo ou sem registos, tendências semanais ou sazonais e apoiar na selecção de períodos homogéneos. No caso de haver sazonalidade ao longo de um ano, a série anual deve ser dividida em sub-séries, que sejam mais estáveis. A análise de caudais diários e instantâneos, assim como a experiência operacional dos operadores, permitem caracterizar de forma bastante particularizada os principais efeitos sazonais durante o ano, como por

exemplo as diferenças Verão/Inverno, ou eventuais comportamentos típicos de certas épocas festivas e férias escolares (por exemplo, Natal, Carnaval e Páscoa). Esta análise permite ainda caracterizar os comportamentos mais típicos entre os diagramas diários de consumo, sendo comum a individualização dos dias úteis, sábados e domingos ou feriados.

Em certos casos os padrões são determinados pelas características dos consumidores. Por exemplo, alguns grandes consumidores têm um reservatório de água que determina o padrão de consumo, sendo padronizado o caudal de enchimento do reservatório, que por sua vez, é influenciado pelo consumo. Neste caso o padrão diário de consumo não é obtido directamente, como resultado das utilizações. Nas instalações que precisam de garantir alguma autonomia no que se refere ao uso da água e optam pela instalação de reservatórios, como instalações de saúde, será muito provável encontrar este tipo de comportamentos aquando da análise dos seus caudais. No entanto, permite conhecer a solicitação à rede de abastecimento e as estatísticas globais de consumo.

É possível também analisar o gráfico de envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, para cada dia da semana, o valor mínimo, médio e máximo de caudal registado e o gráfico de envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, para a globalidade do período de cálculo e para cada instante do dia, o valor mínimo, médio e máximo de caudal registado.

Os padrões adimensionais de consumo para a globalidade do período de cálculo, dia útil, sábado e domingo, são outra forma de analisar os dados recolhidos. Cada gráfico é composto pelo perfil de consumo médio adimensional e pelos respectivos intervalos de confiança a 90% baseados na distribuição log-normal (Coelho, 1990; Coelho *et al.*, 2006). Ao obtermos estes perfis é possível identificar as diferenças de comportamento ao longo do dia e entre dias da semana, os factores de consumo máximos e o peso do caudal nocturno face ao caudal médio. A metodologia utilizada consiste em adimensionalizar os valores do caudal ao longo da amostra em estudo, dividindo-os pelo caudal médio do dia a que se referem. O diagrama adimensional assim obtido tem a vantagem de ver eliminados grande parte dos efeitos sazonais, que se fazem sentir mais sobre a escala da curva do que propriamente sobre o seu andamento. Em relação aos padrões serem adimensionalizados existe ainda mais uma vantagem que é o facto de permitir a comparação directa dos dias da semana entre si para a mesma época, e entre épocas do ano diferentes ou de ano para ano. A quantidade de informação contida nos diagramas é bastante grande, no entanto os gráficos são facilmente perceptíveis.

Na Figura 3.6, ilustra-se o procedimento de utilização do TradebXL4.0 segundo Coelho *et al.* (2006) para análise de dados de caudal e descrevem-se os principais resultados.

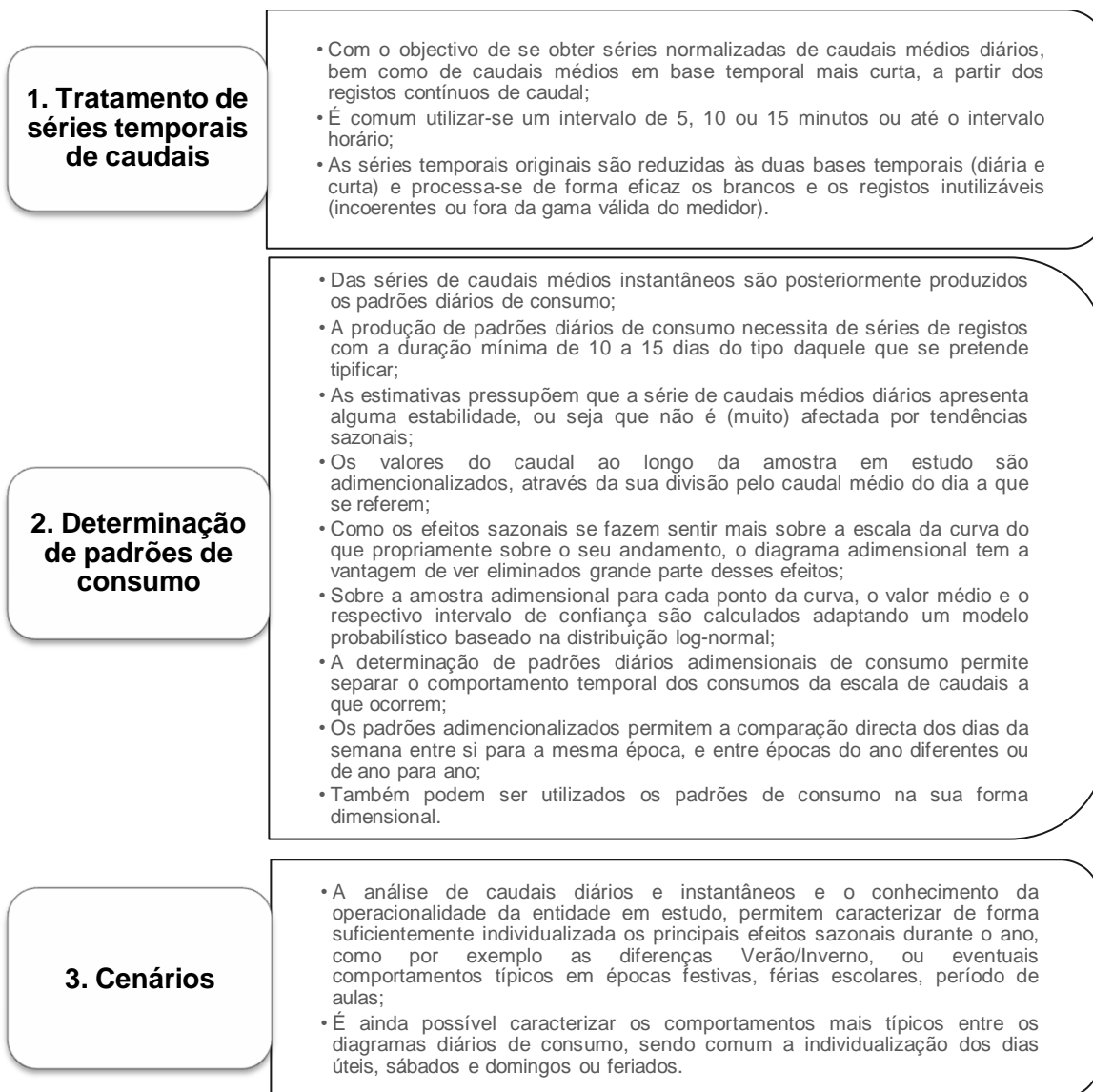


Figura 3.6 – Esquema de procedimento para utilização do TradebXL4.0

3.5.4 Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico

A construção do balanço hídrico consiste num procedimento de cálculo, e depois numa análise comparativa, dos volumes de água que entram no sistema e do que é efectivamente utilizado numa determinada instalação ou circuito, num determinado período de tempo. O procedimento passo a passo segue as orientações constantes do guia técnico para o UEA no sector urbano, apresentando-se seguidamente de modo sintético na Figura 3.7 (Almeida *et al.*, 2006).

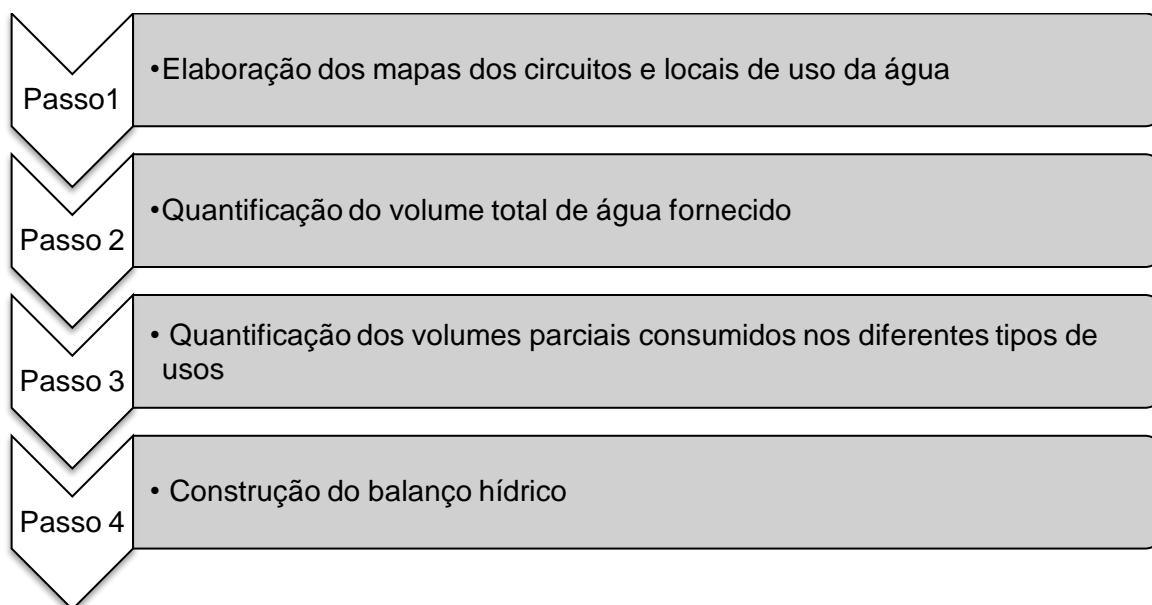


Figura 3.7 – Esquema do procedimento para elaboração do balanço hídrico

A construção do balanço hídrico possibilita, por exemplo, o cálculo por estimativa das parcelas de perdas totais e usos não identificados na instalação, através da diferença entre o volume total fornecido e o consumo total efectivo nos diversos dispositivos e equipamentos.

Nesta tarefa o objectivo é analisar a informação obtida anteriormente e identificar efectivamente as oportunidades de melhoria. Para tal, devem ser seleccionados indicadores específicos e adequados que permitam avaliar a evolução da eficiência no uso da água na instalação, e se exequível, possibilitem a comparação com instalações da mesma tipologia (Tabela 3.1). Devem também ser utilizadas as indicações da Tarefa 4 do nível intermédio.

É também nesta tarefa que se devem analisar os padrões diários de consumo da água na instalação. Ao analisar o padrão diário tipo associado ao registo da pressão à entrada da instalação, será possível determinar o potencial de aplicação de algumas medidas de uso eficiente.

As prioridades de actuação podem ser definidas a partir da análise da estrutura de consumos na instalação que permitirá identificar os tipos de usos ou sectores com maior peso no uso da água. Além do procedimento anterior, todos os procedimentos encontrados que resultem em ineficiências no uso da água ou fontes de desperdícios devem ser alvo de identificação exhaustiva.

3.6 Desenvolvimento de plano de acção

3.6.1 Considerações gerais

Segundo Almeida *et al.* (2006) para a elaboração do plano de acção com vista à melhoria de eficiência no uso da água em instalações colectivas e similares, os procedimentos propostos de realização de auditoria ao uso da água devem ter sido previamente realizados. Geralmente, verifica-se que para aumentar a eficiência no uso da água é necessário realizar um conjunto de acções para adequar os procedimentos de gestão, operação, manutenção e, eventualmente, utilizar novas tecnologias.

O plano de acção é deste modo uma continuidade ao trabalho desenvolvido anteriormente. Tendo sido identificadas as oportunidades potenciais de redução dos consumos é necessário fazer a selecção e a priorização das medidas, considerando as várias vertentes, sócio-política, técnica, ambiental e económica.

A elaboração deste plano consiste na antecipação das acções, no sentido de responder às necessidades identificadas na avaliação de um sistema. Assim, devem ser elaborados cenários que permitam avaliar a evolução no horizonte de planeamento e a análise custo-benefício para cada alternativa.

A eficácia das intervenções seleccionadas será tanto maior, quanto mais simples e claro for o seu planeamento. Verifica-se que este plano de acção embora com objectivos próprios e bem definidos deve ser integrado nos planos estratégicos de funcionamento das respectivas instalações e deve contar com a implementação de um sistema de monitorização às medidas aplicadas e ao consumo e perdas de água.

Como estas intervenções usualmente incluem a alteração de comportamentos, é importante lembrar que este plano deve ser acompanhado de acções de sensibilização, informação ou formação dos funcionários e utilizadores, o conhecimento e cooperação dos técnicos e operadores responsáveis é muito importante para a melhoria contínua da gestão da água nas respectivas instalações.

Resumindo, o desenvolvimento de um plano de acção para o UEA após a execução do diagnóstico deve passar pela avaliação e selecção de medidas, selecção de acções de implementação recorrendo a vários mecanismos, a sua programação e o estabelecimento de procedimentos de monitorização e avaliação dos resultados, bem como a identificação de novas oportunidades para melhorar o uso da água e estabelecimento de um sistema de comunicação, sensibilização e formação.

Na Figura apresenta-se um exemplo de conteúdo para um plano de acção de Almeida *et al.*, (2006).

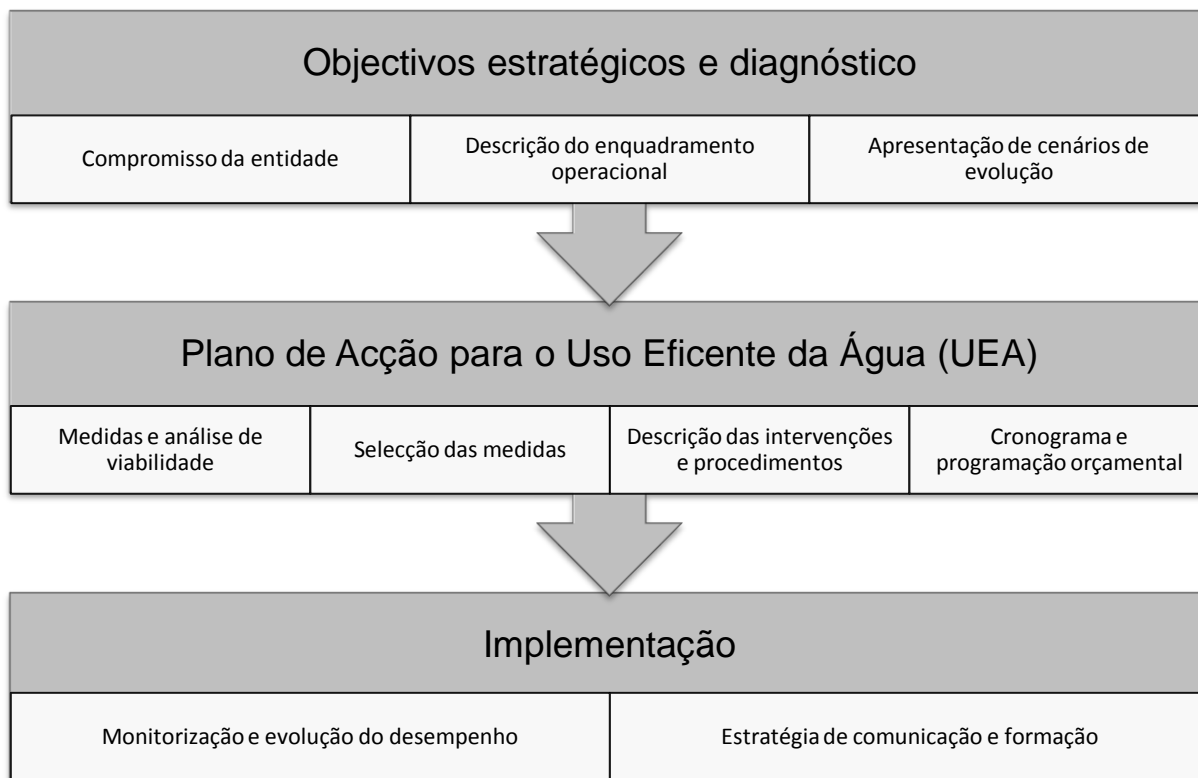


Figura 3.8 – Exemplo de conteúdo para plano de acção

Em seguida inicia-se a descrição do plano de acção nas suas diferentes componentes após a compilação de uma lista de medidas de UEA aplicáveis a ICS. Esta lista resumida de medidas apresenta relação os objectivos de implementação de cada medida e as entidades de ICS aplicáveis. É de referir que em termos de aplicabilidade, por vezes se torna difícil optar por uma outra tipologia de instalação pois frequentemente estas apresentam características bastante diferentes entre si, no entanto quando essa opção por determinada ICS foi tomada, consideraram-se as características mais comuns de cada tipologia.

3.6.2 Lista de medidas e acções de UEA para ICS

Esta lista pretende compilar uma série de medidas e acções de UEA que sejam adequadas a ICS e a usos exteriores associados às mesmas. Por “medida de uso eficiente” define-se a utilização de tecnologias ou a adopção de práticas que resultem no UEA, sem que seja afectada a eficácia do mesmo. As medidas apresentadas foram descritas no item 2.5, pelo que nesta fase são apresentadas resumidamente (Tabela 3.4 e Tabela 3.5), apresentando-se os objectivos da sua implementação e o âmbito da sua aplicabilidade.

Tabela 3.4 – Lista de medidas e acções comportamentais de UEA para ICS

Medidas e acções comportamentais	Objectivo/Implementação	Potencial de aplicabilidade
Levantamento da frequência de utilização dos vários dispositivos e equipamentos de uso da água		Todas as ICS
Manter ou iniciar os procedimentos de leitura regular dos contadores existente no edifício e alargar este procedimento aos contadores parciais em determinadas áreas (assim que estes últimos sejam colocados).	Facilitar o procedimento de monitorização os consumos de água	Todas as ICS
Levantamento dos procedimentos de limpeza		Todas as ICS
Adequação dos comportamentos de uso da água por parte dos utilizadores	Redução do consumo de água e energia associado à utilização de autoclismos, torneiras, chuveiros, urinóis, máquinas de lavar louça e roupa; Redução da produção de águas residuais	Todas as ICS
Adopção de procedimentos de detecção e reparação de fugas		
Adequação adequada do volume, frequência e duração das descargas em função da utilização de cada dispositivo		
Recolha de água da chuva para rega em jardins ou similares	Origens de água alternativas para usos compatíveis, redução do consumo de água da rede pública, do escoamento superficial e das aflúencias pluviais ao sistema público de drenagem	Todas as ICS com espaços verdes
Utilização de água residual tratada para rega em jardins ou similares	Origens de água alternativas para usos compatíveis; redução do consumo de água da rede pública e do volume de efluentes tratados a lançar no meio receptor; utilização dos nutrientes presentes na água residual tratada na fertilização das plantas	IH, ID
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em jardins ou similares	Redução do consumo de água na rega, do escoamento superficial, dos consumos de energia e do consumo de fertilizantes inorgânicos	Todas as ICS com espaços verdes
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio		IE, IH, ID, IS, II
Recolha de água da chuva para rega em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Origens de água alternativas para usos compatíveis, redução do consumo de água da rede pública, do escoamento superficial e das aflúencias pluviais ao sistema público de drenagem	IE, IH, ID, IS, II
Recolha de água da chuva para utilização em lagos e espelhos de água que incorporam fontes ornamentais		IH, CC
Utilização de água residual tratada para rega em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Origens de água alternativas para usos compatíveis; redução do consumo de água da rede pública e do volume de efluentes tratados a lançar no meio receptor; utilização dos nutrientes presentes na água residual tratada na fertilização das plantas	IH, ID
Adequação de procedimentos de lavagem de pavimentos	Redução do consumo de água na lavagem de pavimentos e veículos e dos escoamentos superficiais; redução das descargas poluentes no sistema de drenagem de águas pluviais	Todas as ICS
Adequação de procedimentos na lavagem de veículos		Todas as ICS
Utilização de limpeza a seco de pavimentos		Todas as ICS
Utilização de água residual tratada em lavagens de pavimentos	Origens de água alternativas para usos compatíveis, redução do consumo de água da rede pública e do volume de efluentes tratados a lançar no meio receptor	IE, ID
Adequação de procedimentos em piscinas	Redução do consumo de água da rede pública na manutenção da piscina, das descargas de águas residuais; possibilidade de utilização da água de lavagem dos filtros na rega de superfícies ajardinadas	IH, ID, IE
Adopção de procedimentos para redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água que incorporam fontes ornamentais	Redução do consumo de água da rede pública	IH, ID, IE, CC
Opção na escolha de sistemas AVAC pelos que incluem torres de arrefecimento		IH, IS, ID, II, CC
Adopção de procedimentos de inspecção regular e manutenção dos sistemas de aquecimento e refrigeração de ar	Redução do consumo de água e energia	IH, IS, ID, II, CC

Legenda:

- ICS – Instalações colectivas e similares;
- CC – Centros comerciais;
- E – Escritórios;
- IE – Instalações de ensino;
- ID – Instalações desportivas;

IH – Instalações de hoteleiras;
 II – Instalações de investigação;
 IS – Instalações de saúde.

Tabela 3.5 – Lista de medidas e acções tecnológicas de UEA para ICS

Medidas e acções tecnológicas	Objectivo/Implementação	Potencial de aplicabilidade
Substituição ou adaptação de autoclismos por outros de baixo consumo, com descarga de volume reduzido e controlada pelo utilizador		Todas as ICS
Substituição ou adaptação de torneiras, chuveiros e urinóis por outros modelos mais eficientes		Todas as ICS
Utilização de bacias de retrete sem uso de água ou bacias de retrete por vácuo	Redução do consumo de água, de energia e da produção de águas residuais em diferentes usos	Todas as ICS
Adaptação da utilização de urinóis, através da instalação de sistemas de controlo automático da descarga		Todas as ICS
Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins ou similares		Todas as ICS
Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos		Todas as ICS
Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água que incorporam fontes ornamentais	Redução do consumo de água da rede pública e das descargas de águas residuais	IH, ID, IE, CC
Colocação de cobertura amovível para redução de perdas por evaporação em piscinas exteriores		IH, ID, IE
Realização de análises à qualidade da água de furos existentes	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Todas as ICS
Substituir progressivamente equipamentos de laboratório com uso da água segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental	Redução do consumo de água em diferentes usos	II, IE, IS
Implementar sistemas de recirculação de água de refrigeração em equipamentos (e.g. vácuo) que os utilizem quando aplicável		II, IE, IS
Activação da rede de recolha dos efluentes laboratoriais e instalação de pré-tratamento	Origens de água alternativas para usos compatíveis	II, IE, IS
Possibilidade de utilização de água residual tratada em usos não potáveis		Todas as ICS
Substituição pelos sistemas AVAC que incluem torres de arrefecimento		Todas as ICS
Manutenção adequada dos sistemas de aquecimento a água	Redução do consumo de água e energia	Todas as ICS
Inspeção regular e manutenção adequada dos sistemas de aquecimento e refrigeração de ar		Todas as ICS

Legenda:

ICS – Instalações colectivas e similares;
 CC – Centros comerciais;
 E – Escritórios;
 IE – Instalações de ensino;
 ID – Instalações desportivas;
 IH – Instalações de hoteleiras;
 II – Instalações de investigação;
 IS – Instalações de saúde.

3.6.3 Avaliação de medidas e selecção de acções

Esta etapa corresponde à selecção de acções que permitam a implementação das medidas de UEA identificadas como relevantes para a ICS em análise (exemplos na Tabela 3.3). A identificação das acções a seleccionar pode resultar da auditoria para diagnóstico, realizado à instalação ou de sugestões dos funcionários e utilizadores. Das medidas identificadas é de prever que existam medidas de carácter geral que se aplicam a toda a instalação, e medidas especificamente aplicáveis a determinadas componentes da rede de rega ou sistema de rega, entre outras possibilidades.

O procedimento nesta etapa deve incluir a avaliação das medidas e acções de implementação respectivas, em termos do seu potencial de poupança de água, necessidades de investimento, facilidade de implementação e ajustamento face a legislação e regulamentação existente.

A avaliação pode ser feita de modo mais ou menos directo, devendo passar pela realização de uma análise custo-benefício, incluindo custos de implementação, períodos de amortização, custos de operação e manutenção, poupanças de água e energia. Como se pretende não prejudicar os serviços prestados pela instalação colectiva ou similar em análise deve-se ainda, tendo este factor em mente, prever os potenciais impactos negativos e dificuldades de implementação destas medidas.

Para análise de viabilidade económica das medidas pode utilizar-se como critério o período de retorno ou *payback* de determinado investimento. Este é um indicador simples que mostra o número de períodos (anos, meses ou dias) necessários para recuperar determinado investimento, neste caso, efectuado para melhoria do sistema de gestão da água de uma entidade com o objectivo de reduzir o consumo de água (PNCDA, 1997). A um menor período de retorno corresponde uma intervenção mais eficiente, pelo que se consideram períodos de retorno entre 2 a 8 anos bastante atractivos. Para que este indicador inclua o valor do recurso no tempo é necessário incluir uma taxa de desconto apropriada.

No entanto poderá ser útil, em relação a algumas medidas, recorrer a outro critério para avaliação económica, por exemplo analisar a razão entre os benefícios e os custos associados. Uma razão igual a 1 implica que os benefícios igualam os custos, mas uma razão superior a 1 indica que os benefícios são superiores aos custos. Quanto maior for a razão entre os benefícios e os custos mais depressa a estratégia compensará o seu investimento inicial.

Após este processo de avaliação será possível estabelecer prioridades de aplicação. Segundo Canha (2008) propõe-se as seguintes prioridades de aplicação para cada acção de acordo com os seguintes critérios:

- Prioridade de aplicação alta - aplicável às medidas que conduzam a poupanças muito significativas, que sejam fáceis de implementar, que tenham uma relação custo-eficácia (ou custo-benefício) favorável e em que a perspectiva de generalização seja elevada;
- Prioridade de aplicação média - aplicável às medidas que conduzam a poupanças significativas, com implementação exequível, com uma relação custo-eficácia (ou custo-benefício) razoável ou em que a perspectiva de generalização seja média ou elevada;

- Prioridade de aplicação baixa - aplicável às medidas que conduzam a poupanças baixas, de difícil implementação, com uma relação custo-eficácia (ou custo-benefício) pouco atractiva ou com baixa perspectiva de generalização.

Verifica-se que algumas medidas e acções podem ser consideradas prioritárias mesmo que estas não sejam as mais eficientes no curto prazo, uma vez que podem ser indispensáveis para suprir lacunas de informação ou para sensibilizar os consumidores para a necessidade de promover um uso mais eficiente da água, permitindo dessa forma a criação de sinergias importantes com outras medidas. Embora não se desenvolva, pormenorizadamente, esta questão, no anexo III apresenta-se uma ficha respeitante à avaliação do potencial de eficiência no uso da água.

3.6.4 Programação temporal, técnica e orçamental de implementação das medidas

Nesta etapa é essencial planear a implementação das medidas em termos das diferentes acções seleccionadas para que esta seja efectuada de forma expedita, reduzindo efectivamente o consumo de água e evitando desperdícios nas instalações colectivas ou similares mas mantendo os custos de implementação baixos, e tentando não alterar a qualidade dos serviços apresentados nem reduzir o grau de satisfação do consumidor.

Para que a implementação aconteça da forma mais adequada, deve ficar bem definido quem são os responsáveis pela implementação das medidas, quais são os prazos e metas a atingir e, caso existam, quais são as necessidades de formação, de financiamento ou de assistência técnica. Esta programação deve constar de um documento bem fundamentado para que todos os responsáveis tenham conhecimento das decisões e meios a utilizar na sua execução. A gestão de um plano de UEA pressupõe a existência de um gestor responsável da entidade. Para auxiliar na implementação e na avaliação da mesma, deve ser elaborado um cronograma específico para a implementação de cada acção.

A programação orçamental deverá ser efectuada de modo a que o investimento eventualmente necessário seja enquadrado na disponibilidade financeira da entidade.

3.6.5 Apreciação de procedimentos e monitorização

Para manter o nível de eficiência no uso da água que se pretende atingir e continuar a contribuir para a conservação da água é necessário adoptar um sistema de monitorização eficaz. Na realidade verifica-se que embora a implementação de medidas e acções para optimização do uso da água traga benefícios incontestáveis, geralmente acontece que quatro a seis anos depois, os equipamentos novos colocados acabam por ter fugas, podem

ter sido vandalizados, a introdução de novos funcionários alterou as boas práticas que tinham sido estabelecidas, entre outras situações.

Deste modo, a avaliação periódica dos procedimentos e a monitorização têm como objectivo acompanhar e analisar as consequências das medidas de uso eficiente implementadas. Esta avaliação pode ser feita através da análise de indicadores de sustentabilidade.

No entanto a eficácia de um sistema de monitorização depende da selecção criteriosa dos aspectos a controlar, por isso, devem seleccionar-se apenas as características chave. A implementação de um sistema de monitorização permite identificar as áreas onde é necessária uma acção correctiva, contribuindo para o processo de melhoria contínua do UEA. É também através da monitorização que se verifica o nível de cumprimento das metas estabelecidas. É de salientar que é importante manter calibrado o equipamento de monitorização, como é o caso dos medidores de caudal. A qualidade da informação obtida depende também do rigor aplicado na amostragem.

Assim, para que seja possível avaliar periodicamente as medidas implementadas deve procurar-se definir um conjunto de instrumentos, tais como:

- Plano de análise dos resultados da auditoria, tipos de controlo e monitorização a implementar e periodicidade dos mesmos;
- Revisão e actualização do plano de implementação e do plano de monitorização;
- Plano de manutenção e sua actualização;
- Apreciação das formações periódicas aos funcionários;
- Publicação anual de relatório, com a seguinte informação: grau de desenvolvimento do plano de implementação e contribuição de cada uma das medidas, análise do desempenho dos indicadores e nível de concretização dos objectivos.

Após a implementação das medidas deve observar-se os consumos diários ou mensais, tendo em consideração o tipo de consumidores. Essa informação deve posteriormente ser apresentada aos utilizadores por meio de uma campanha de sensibilização, de forma a informar quais as melhorias alcançadas e incentivar a melhoria contínua dos comportamentos no que se refere ao uso da água (PNCDA, 1997).

3.6.6 Estratégia de comunicação e formação

A comunicação no interior da organização é um elemento chave, uma vez que, contribui para o empenhamento de todos os funcionários na implementação do Plano de UEA. A implementação do plano e a manutenção e melhoria dos seus resultados dependem de um sistema de gestão permanente e eficaz, cujo sucesso envolve, para além da componente técnica e humana, a realização de actividades consumidoras.

De acordo com o que foi referido anteriormente, é fundamental o entendimento, por parte da totalidade dos recursos humanos da instalação colectiva ou similar, dos objectivos ambientais da empresa e o seu papel na implementação do Plano. Nesta etapa devem ser previstas acções de formação sobre as novas medidas adoptadas e o processo de implementação das mesmas. Posteriormente o responsável do plano deverá ficar atento ao cumprimento efectivo dos procedimentos estabelecidos, pelos funcionários. Só assim será possível identificar eventuais necessidades de formação adicional.

É também indispensável que se realizem campanhas de sensibilização para o UEA dirigidas aos utilizadores e que estes sejam informados sobre as alterações realizadas nas infra-estruturas de água, sobre as mudanças de horários de operação e comportamentos que se pretendem implementar.

4. CASOS DE ESTUDO

4.1 Enquadramento

Para aplicar a metodologia definida no capítulo anterior, optou-se por escolher quatro casos de estudo (A – D) em instalações com diferentes tipologias. Adicionalmente, o caso de estudo E, é dedicado à aplicação da metodologia de caracterização do consumo de diferentes tipos de ICS, para obter informação de valor para fins comparativos e identificação de oportunidades para UEA em diferentes instalações (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Caracterização do nível de análise e métodos específicos para os casos de estudo

Designação	Instalação	Nível de análise	Métodos específicos
A	Edifício Departamental (FCT/UNL)	Intermédio	Auditoria
B	Edifício NES e Edifício DHA (LNEC)	Intermédio	Auditoria
C	Complexo escolar dos Arcos (Óbidos)	Detalhado	Auditoria/TradebXL4.0
D	Hospital	Agregado	Auditoria
E	ICS de Oeiras	Detalhado (aplicação TradebXL4.0)	TradebXL4.0

O caso de estudo A foi realizado no edifício Departamental, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL); o caso de estudo B nos edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC); o caso de estudo C no complexo escolar dos Arcos em Óbidos; o caso de estudo D num hospital; e por fim, o caso de estudo E contempla uma análise de perfis de consumo e cálculo de alguns indicadores para ICS de Oeiras.

As tarefas definidas do Capítulo 3 foram seguidas para aplicação aos casos de estudo. No entanto, nestes casos de estudo a tarefa referente à “Análise da informação recolhida e elaboração do relatório de diagnóstico”, não contempla a elaboração do relatório de diagnóstico. Porém, para apresentação formal da análise realizada à administração da ICS em causa, ou para os serviços técnicos de gestão e manutenção, entre outros, seria indispensável a elaboração deste relatório incluindo as informações recolhidas e a sua análise. Optou-se por apresentar algumas medidas e acções comportamentais e tecnológicas conducentes a um uso mais eficiente da água, decorrentes da informação recolhida e analisada para caracterização dos usos e consumos de água destas instalações. Posteriormente deve ser desenvolvido em conjunto com a administração, o Plano de Acção para o UEA da ICS em causa, com base na análise anteriormente efectuada.

Com estes casos de estudo, pretende-se dar exemplos concretos e demonstrar como é possível realizar o diagnóstico do uso da água e planear acções que conduzam ao aumento da eficiência em Instalações Colectivas e Similares. A apresentação destes casos, pretende também identificar os obstáculos à implementação da metodologia e sugerir formas de ultrapassar essas barreiras.

4.2 Caso de estudo A - Edifício Departamental da FCT/UNL

4.2.1 Enquadramento

Este caso de estudo teve como objectivo o diagnóstico ao uso da água no edifício Departamental, da FCT/UNL, situado no *Campus* Universitário no Monte da Caparica, Almada. A tipologia deste edifício no que se refere às ICS enquadra-se nas instalações de ensino. Sendo uma das unidades orgânicas da Universidade Nova de Lisboa, o *Campus* da Faculdade de Ciências e Tecnologia está localizado na margem sul do rio Tejo, ocupando uma área de cerca de 30 ha conhecida por Quinta da Torre, no Monte de Caparica, com capacidade de expansão associada a outras actividades da Universidade até 60 ha. O plano de urbanização do *Campus* considera três pólos de desenvolvimento: o pólo universitário gerido pela reitoria da UNL e FCT, a zona das residências universitárias gerido pelos Serviços de Acção Social da UNL (SAS) e o Parque de Ciência e Tecnologia Almada-Setúbal – Madan-Parque de Ciência (www.fct.unl.pt, consultado em 15 de Outubro de 2008). Criada em 1977, a FCT é hoje uma das escolas portuguesas mais prestigiadas no ensino de engenharia e de ciências, tendo actualmente cerca de 6000 alunos. Desenvolvendo actividades de ensino, investigação, serviços de apoio ao ensino e outras actividades de carácter cultural e de prestação de serviços à comunidade em que se integra, a FCT/UNL conta com docentes e investigadores e funcionários não docentes, e estrutura-se em 14 sectores departamentais (um dependente da Reitoria) e 14 serviços de apoio.

O desenvolvimento deste caso de estudo incorpora as seguintes tarefas:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 - Recolha e compilação de informação documental;
- Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*;
- Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico.

4.2.2 Tarefa 1 - Definição de objectivos e do plano de trabalhos

A escolha da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL, mais precisamente do caso prático do edifício Departamental, tem como enquadramento o facto de as universidades terem um papel muito importante no âmbito da formação científica e consequente sensibilização da sociedade civil para as questões ambientais. Estes importantes pólos de

desenvolvimento estimulam uma variedade de actividades e serviços a nível local e regional. É também de realçar que nos últimos anos a FCT/UNL tem sido objecto de várias iniciativas de índole ambiental, como o Projecto «*Campus Verde*», que tem vindo a actuar no sentido de implementar e certificar o Sistema de Gestão Ambiental do *Campus* da FCT-UNL, de acordo com os requisitos da norma NP EN ISSO 14001:2004 e do Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS). O objectivo deste projecto é contribuir para melhorar o desempenho ambiental da FCT/UNL, nomeadamente no cumprimento da legislação, redução do consumo de recursos e melhoria da sua imagem na sociedade. Neste contexto, a elaboração do diagnóstico ao uso da água pode dar um contributo importante para estes objectivos da FCT/UNL.

4.2.3 Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental

Descrição genérica das instalações

O *Campus* da FCT tem actualmente três componentes, uma habitacional (residências universitárias), outra semi-industrial (laboratórios) e de serviços (restauração, entre outros), que serão apresentadas mais abaixo. O número de docentes, funcionários e alunos da FCT/UNL, valores do ano lectivo 2007/2008, encontra-se indicado na Tabela 4.2.

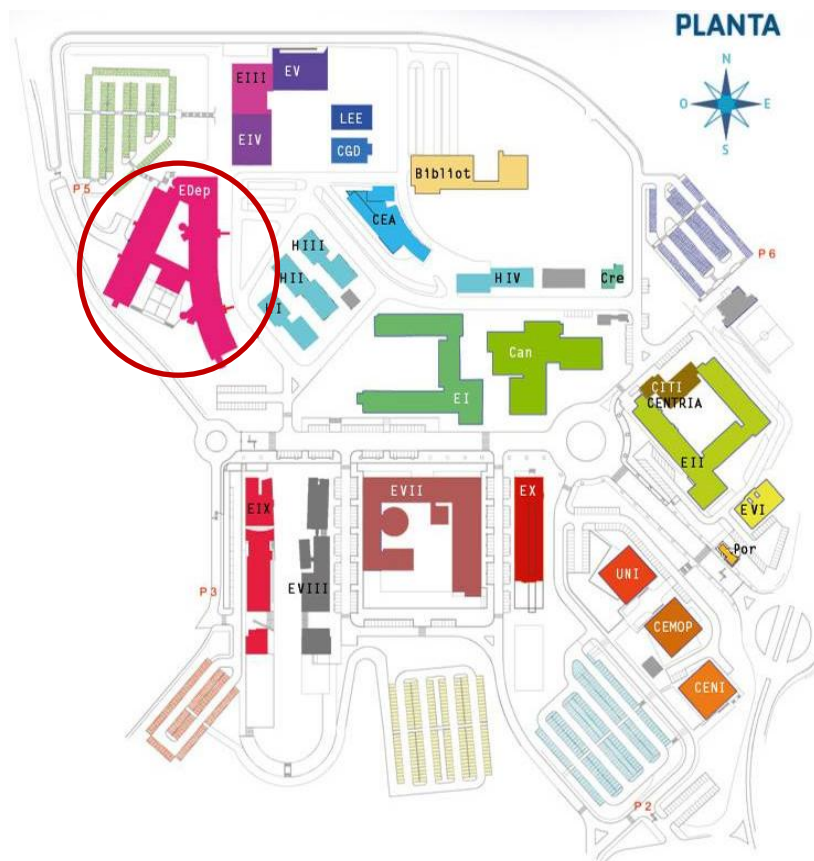
Tabela 4.2 – Docentes, funcionários e alunos da FCT/UNL (2007/2008)

	Nº de pessoas
Docentes	477
Funcionários	253
Alunos	6108
TOTAL	6838

O *Campus* universitário em que a FCT se insere dispõe de infra-estruturas pedagógicas e de investigação, que estão instaladas em vinte edifícios, sendo o mais recente o da Biblioteca Central. Inclui ainda outras infra-estruturas, como residência de estudantes, campos desportivos, creche, posto de enfermagem, livraria, agência bancária, agência de viagens, loja de conveniência, cantina e diversos restaurantes e snack bares.

Na FCT existem 13 unidades de restauração em regime de concessão e múltiplos serviços contratados. Os SAS-UNL gerem a cantina principal, instalações sociais e as residências universitárias. O Madan-Parque de Ciência é composto pelo instituto de investigação UNINOVA e por um nicho empresarial de pequenas empresas na área da ciência e tecnologia.

O esquema dos edifícios que fazem parte do *Campus* da FCT/UNL apresenta-se na Figura 4.1, onde se sinaliza o edifício em análise com um círculo.



- | | |
|--|--|
| <p>EI - Edifício I
 Direcção
 Administração
 Conselho Científico
 Conselho Pedagógico
 Divisão Académica
 Divisão de Recursos Financeiros
 Divisão de Recursos Humanos
 Centro de Documentação e Biblioteca
 Gabinete de Relações Internacionais
 Assessoria Jurídica
 Assessoria de Planeamento
 Departamento de Física</p> <p>EII - Edifício II
 Departamento de Ciência dos Materiais
 Departamento de Informática</p> <p>CITI/CENTRIA
 Centro de Informática e Tecnologias de Informação
 Centro de Inteligência Artificial</p> <p>EIII - Edifício III
 Centro de Informática
 Gabinete de Apoio Psicológico e Aconselhamento
 Unidade de Investigação Educação e Desenvolvimento</p> <p>EIV - Edifício IV
 Salas de Aulas e Anfiteatros
 Sala de Actos</p> <p>EV - Edifício V
 Grande Auditório</p> <p>EDep - Edifício Departamental
 Departamento de Química
 Dep. de Ciências e Eng. do Ambiente
 Dep. de Ciências da Vida
 Departamento de Conservação e Restauro
 G.D. Ecologia da Hidrosfera</p> <p>EVII - Edifício VII
 Centro de Imagem, Imprensa e Difusão de Informação
 Complexo Pedagógico
 Departamento de Matemática
 Departamento de Ciências Sociais Aplicadas
 Centro de Formação
 Gabinete de Acolhimento e Mobilidade
 Gabinete de Orientação e Informação de Emprego</p> | <p>EVIII - Edifício VIII
 Departamento de Eng. Mecânica e Industrial</p> <p>EIX - Edifício IX
 Departamento de Eng. Civil
 Departamento de Ciências da Terra</p> <p>EX - Edifício X
 Departamento de Engenharia Electrotécnica</p> <p>EVI - Edifício VI
 PCTA'S - Madan Parque</p> <p>Ceni - CENIMAT</p> <p>H - Hangares
 HI - Hangar I
 Associação de Estudantes
 HII - Hangar II
 Economato
 HIII - Hangar III
 Divisão de Logística e Conservação
 Núcleo de Conservação e Restauro
 HIV - Hangar IV
 Departamento de Física
 Casa do Pessoal</p> <p>Can - Cantina
 Cantina
 Serviços de Acção Social
 Associação de Estudantes</p> <p>Por - Portaria</p> <p>Uni - UNINOVA</p> <p>CEMOP</p> <p>CEA - Centro de Excelência do Ambiente
 Centro de Excelência do Ambiente
 Fundação da FCT
 Posto Médico</p> <p>LEE - Livraria Escolar Editora</p> <p>CGD - Caixa Geral de Depósitos</p> <p>Cre - Creche</p> <p>Biblioteca</p> |
|--|--|

Figura 4.1 - Esquema dos edifícios que fazem parte do Campus da FCT-UNL
 (adaptado de <http://www.fct.unl.pt/fct>, consultado em 15 de Outubro de 2008)

Descrição do edifício Departamental

Dada a dimensão do *Campus*, optou-se por seleccionar apenas um dos edifícios para aplicação pormenorizada da metodologia proposta, sendo neste caso o edifício Departamental VI (Figura 4.2).



Figura 4.2 - Fotografias do edifício Departamental

O edifício Departamental fica localizado na extremidade oeste do *Campus* e foi construído em três fases, a primeira em 1993 (13000 m² com 7 pisos), a segunda em 1994 (8000 m² com 5 pisos) e uma terceira fase em 1996 (3600 m² com 5 pisos).

As unidades instaladas neste edifício são as seguintes:

- Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA)
- Departamento de Química (DQ)
- Grupo de Disciplinas de Ecologia da Hidrosfera (GDEH)
- Departamento de Ciências da Vida (DCV) (Ex-Secção Autónoma de Biotecnologia)
- Secção de Economato e Inventário (SEI-FCT)
- Oficinas dos Serviços Técnicos e Oficinais (STO-FCT)
- Bar D. Lídia Quaresma

Os espaços do edifício Departamental segundo as suas fases de construção são os apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Espaços do edifício Departamental segundo as suas fases de construção (dados de 2006/2007)

FASE I	Descrição
Piso 0	P2, Átrio, Bar D. Lídia Quaresma, SEI-FCT (Gabinete e Armazéns Económato), STO (Gabinetes e Oficinas), Armazém de Reagentes DQ
Piso 1	Átrio, Armazém de Reagentes DQ, SID-FCT (Biblioteca)
Piso 2	DQ/ Direcção e Secção Química Orgânica (SQO), SID-FCT (Biblioteca)
Piso 3	DQ/ SQO, SID-FCT (Biblioteca)
Piso 4	DQ/ Secção Química Inorgânica (SQI)
Piso 5	DQ/ SQI + Secção Engenharia Química (SEQ)
Piso 6	DQ/ SEQ + DCV
Piso 7	Cobertura
FASE II e III	Descrição
Piso 0	P1, DCEA (Lab.'s e Armazéns)
Piso 1	DCEA (Lab.'s e Salas de Aula)
Piso 2	DCEA (Lab.'s e Gabinetes)
Piso 3	DCEA (GASA, GOT, CME, CIVITAS), GDEH
Piso 4	DCEA (Direcção)
Piso 5	Cobertura

Na Tabela 4.4 (Jesus, 2008) são apresentados os utilizadores por sector neste edifício. Existem também cerca de 6 funcionários que pertencendo a outros serviços do *campus*, estão afectos a este edifício. As principais actividades desenvolvidas neste edifício são: administração departamental, ensino teórico e prático, investigação, restauração e apoio técnico.

Tabela 4.4 – Distribuição de docentes, não docentes e alunos do edifício Departamental por unidade (2006)

Principais Unidades	Professores	Não docentes	Alunos ETI	Funcionários *	TOTAL
DCEA	42	12	367	-	421
GDEH	10	4	88	-	102
DQ	53	16	440	-	509
DCV	14	3	114	-	131
Funcionários *	-	-	-	6	6
TOTAL	119	35	1 009	6	1 169

* Funcionários de outros serviços afectos a este edifício

Para se conseguir comparar os resultados deste caso de estudo com outros dados obtidos em trabalhos já realizados neste âmbito na FCT/UNL, optou-se por seguir alguns dos métodos indicados nesses estudos, como é o caso do cálculo do número de alunos Equivalentes a Tempo Inteiro (ETI). O número de alunos ETI influído na Tabela 4.3 foi calculado com base na fórmula [6] segundo Jesus (2008).

$$ETI = \frac{\sum (T + TP + P) \times n^\circ \text{alunos}}{30h} \quad [6]$$

Em que:

T – aulas teóricas

TP – aulas teórico práticas

P – aulas práticas

h – horas (foi utilizada uma estimativa de 30 horas, que correspondem ao número de horas ideais semanais que um aluno devia gastar para frequentar as aulas e para estudo)

Para o cálculo da população média diária, uma vez que os alunos estão afectos a mais do que um sector departamental não comparecendo todos em simultâneo, foram considerados apenas 50% dos alunos ETI, considerando a capacidade do edifício em termos de distribuição de aulas nos vários departamentos. Deste modo, incluindo também os funcionários de outros serviços do *campus* afectos a este edifício, obteve-se uma população média diária afluente a este edifício de cerca de 665 pessoas.

O valor determinado será útil para o cálculo de algumas estimativas de consumo de água, verificando-se também a necessidade de determinar os dias por ano em que o edifício está ocupado. Deste modo, tendo em conta que esta população não frequenta o *campus* todos os dias, devido a fins-de-semana e período de férias, e de forma a ser coerente com o valor utilizado em Melo *et al.* (2000b), consideraram-se também 213 dias de ocupação por ano. Uma vez que alguns usos são continuados poderia ter-se optado pela utilização dos 365 dias do ano, no entanto pelas razões apresentadas anteriormente e também por motivos de comparação com os estudos já realizados manteve-se o valor de 213 dias.

Segundo o Levantamento Ambiental ao *Campus* da FCT/UNL, realizado no ano 2000 (Melo *et al.*, 2000b), o edifício Departamental apresenta em relação as características apresentadas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Características do edifício Departamental

Indicador	Valor
Área Implantada total (AI_{total})	4 117 m ²
Área Implantada edifício/ <i>Campus</i> ($AI_{edifício/campus}$)	31%
Área Bruta total (AB_{total})	24 700 m ²
Área Útil total (AU_{total})	21 181 m ²
Área Útil actividades ($AU_{actividades}$)	12 311 m ²
AU_{DQ}	5 309 m ²
AU_{DCEA}	3 536 m ²
AU_{CGEH}	449 m ²
AU_{DCV}	991 m ²

Notas:

AI = Área Implantada (sobre o terreno)

AB = Área Bruta (AI x nº pisos)

AU = Área Útil (AB excepto área de paredes)

Na Figura 4.3 apresenta-se a distribuição da área útil ocupada pelas principais unidades instaladas no edifício Departamental, verificando-se que o DCEA e o DQ são as unidades que ocupam maior área.

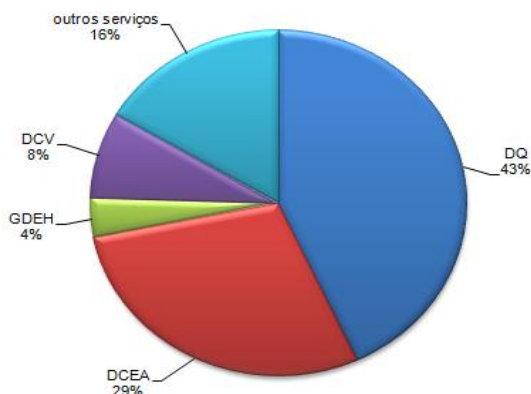


Figura 4.3 - Distribuição da área útil ocupada pelas principais unidades instaladas no edifício Departamental

Segundo o estudo referido acima a distribuição da área útil do edifício é apresentada na Tabela 4.6 e na Figura 4.4.

Tabela 4.6 - Distribuição da área útil do edifício Departamental

Actividade	Área (m ²)	Área (%)	Nº salas
Ensino teórico	535	3	27
Ensino prático	3 536	17	110
Apoio ao ensino	1 485	7	1
Administração/Direcção	229	1	10
Gabinetes docentes	4 929	23	179
Apoio técnico geral	1 420	7	43
Instalações sanitárias	1 045	5	43
Circulações	7 825	37	-

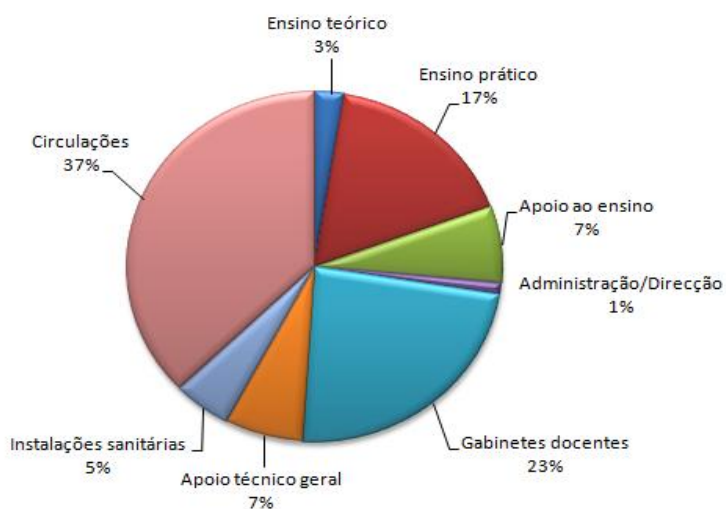


Figura 4.4 - Áreas afectadas às diferentes actividades no edifício Departamental

Na Tabela 4.7 apresentam-se as redes existentes no edifício em análise.

Tabela 4.7 - Redes existentes no edifício Departamental

Instalado	Não instalado
Rede de electricidade	Rede de abastecimento de água quente
Rede de abastecimento de água fria	Rede de drenagem de água residual laboratorial
Rede de drenagem de água residual doméstica	
Gás propane	
AVAC	
Rede telefónica	
Rede de fibra óptica	

As utilizações de água neste edifício são efectuadas nas instalações sanitárias (descarga de autoclismos e torneiras), no bar (torneiras, máquinas de café e máquina de lavar loiça), nos laboratórios (torneiras, máquinas de lavar loiça e outros equipamentos de laboratório) e por fim, na limpeza das instalações (torneiras). O serviço de limpeza é subcontratado.

Características da rede de distribuição de água e registos de consumo

A água é distribuída pelos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) de Almada, sendo depois distribuída por uma rede interna, para os diferentes edifícios e bocas de rega e de incêndio (Melo *et al.*, 2000b).

No *Campus* da FCT/UNL existem dois ramais de abastecimento com os respectivos contadores do SMAS de Almada, um colocado à entrada do *Campus* e outro perto do Grande Auditório (Zona Norte). Foi possível obter os registos destes dois contadores globais do *Campus*, assim como os registos do contador do edifício Departamental (2007-2008), estes dados foram cedidos pelo “Campus Verde”. Segundo Melo *et al.* (2000b) a rede de distribuição de água da FCT/UNL é de dimensão significativa, sendo comparável à de um grande condomínio ou de um bairro com uma extensão considerável. Grande parte da rede actual foi implantada aquando da construção dos primeiros edifícios (há cerca de quinze a vinte anos); para efeito de cálculo das perdas na rede é válido considerar um valor na ordem dos cinco por cento do consumo facturado, de acordo com Manual de Saneamento Básico (1991). Esta rede de abastecimento de água tem crescido à medida que novos edifícios foram sendo construídos, e é maioritariamente constituída por tubagens de fibrocimento (mais antigas) e PVC (mais actuais).

Em relação ao edifício Departamental, existe um contador à entrada do edifício, da marca *Bruno Janz*, *type WP-Dynamic/00*, e com as seguintes características: $Q_n = 60 \text{ m}^3/\text{h}$, D95, Metr B, 30°C / PN16 (Figura 4.5). Não foi possível obter a planta da rede de distribuição de água predial.



Figura 4.5 – Contador *Bruno Janz* existente na entrada do edifício Departamental

Edifício Departamental: Consumo global de água no edifício

Foi possível obter os registos do contador instalado no edifício Departamental (2007-2008) que serão analisados na Tarefa 4. O edifício Departamental tem actividades tão diversas como escritórios, laboratórios, salas de aulas e bares.

Características dos espaços exteriores e do sistema de rega

O *Campus* da FCT tem uma área verde considerável, que exige manutenção, nomeadamente rega durante a época seca. O regime pluviométrico geral da região onde se localiza o *Campus* implica que a rega seja realizada em cerca de 4 ou 5 meses por ano. Segundo Jesus (2008) a rega no *Campus* é feita do seguinte modo:

- Não existe rega nos meses de Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro (Inverno);
- Nos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro (Verão), a rega automática funciona duas vezes por dia, durante 20 minutos e a rega manual ocorre duas vezes por semana, durante cerca de 2 horas e 30 minutos;
- Nos restantes meses, a rega automática funciona uma vez por dia, durante 20 minutos e a rega manual ocorre uma vez por semana, durante cerca de 2 horas e 30 minutos.
- Na rega automática, o modelo de sprinkler mais utilizado é o T-Bird da Rainbird, sendo o seu caudal médio de aspersão de $1 \text{ m}^3/\text{aspersor.h}$ (Melo *et al.*, 2000b).
- Em relação ao edifício Departamental, este tem uma zona de relvado com algumas árvores que acompanha a fachada principal do edifício. Na área em frente existe uma zona de estacionamento e acessos pavimentados. O sistema de rega da área relvada é automático como os restantes espaços verdes do *Campus*, sendo que a água consumida não é contabilizada pelo contador parcial colocado neste edifício.
- Existe também um furo de captação de água perto do edifício novo da Biblioteca (Jesus, 2008). A água deste furo tem sido utilizada para rega da área verde junto dos parques de estacionamento do edifício Departamental e junto ao novo Campo de Jogos, para rega do espaço em frente à Biblioteca e para abastecer os reservatórios (Figura 4.6) do Serviço de Incêndios.



Figura 4.6 – Reservatórios do Serviço de Incêndios nas traseiras do edifício Departamental

Características da rede de drenagem de águas residuais e pluviais

Segundo Faustino (2008) as tubagens da rede de drenagem de águas residuais domésticas da FCT/UNL são de PVC Rígido (8 kg/cm) e os seus diâmetros variam entre os 110 mm nos ramais de ligação às redes prediais e os 300 mm em alguns troços, sendo a maioria de diâmetro 200 mm, incluindo os colectores finais. De acordo com o Levantamento Ambiental (Melo *et al.*, 2000b) prevê-se que estejam presentes no efluente deste edifício compostos da química orgânica e inorgânica, sendo uma das principais actividades geradoras de resíduos devido à realização de análises de águas.

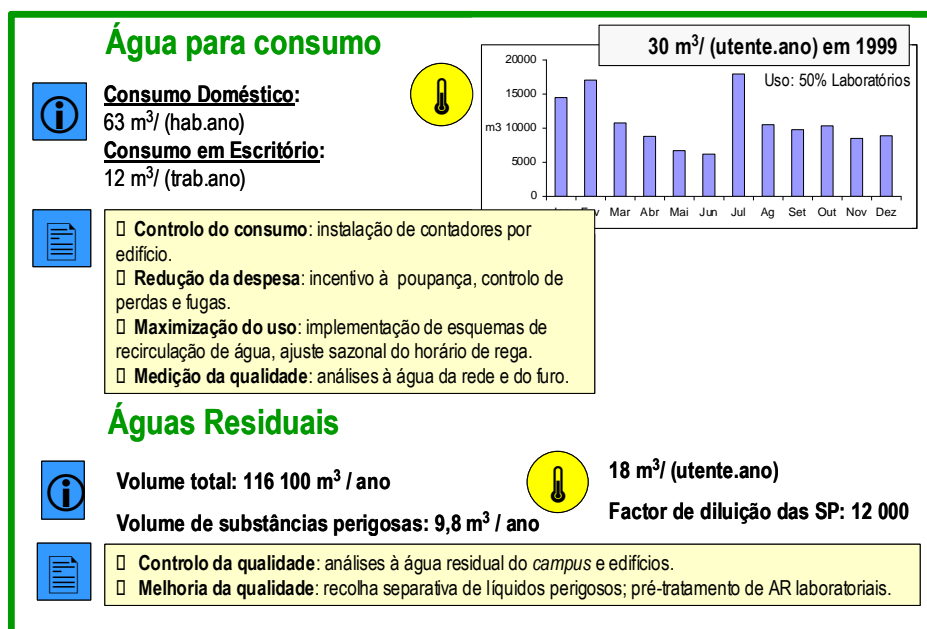
Em relação à rede de drenagem de águas pluviais, esta é de betão e varia entre os 110 mm e os 600 mm no colector final, estando a maioria da rede entre os 200 e os 500 mm. Verifica-se ainda que no edifício Departamental VI existe a instalação de rede separativa de recolha de águas residuais laboratoriais, no entanto, esta rede permanece ligada à rede de águas residuais domésticas sem qualquer tratamento prévio (Faustino, 2008).

Estudos efectuados

O Plano de Política de Ambiente do *Campus* da FCT indica que este foi alvo de inúmeras acções de carácter ambiental realizadas no âmbito de algumas disciplinas leccionadas na FCT. No DCEA, mais precisamente no Centro de Excelência para o Ambiente realizaram-se no, ano 2000, alguns trabalhos de referência na área do ambiente na FCT contribuindo para a aplicação do conceito de “Ecocampus” à FCT. Realizou-se um Levantamento Ambiental do *Campus*, realizado em 1998 no âmbito da disciplina de Projecto de Auditoria e Ecogestão (DCEA), posteriormente completado e actualizado no ano 2000, no âmbito do Projecto *Campus Verde* (Melo *et al.*, 2000b). O objectivo deste estudo foi o de fornecer um conjunto de instrumentos capazes de monitorizar, avaliar e melhorar o desempenho ambiental da Faculdade. Na sequência deste trabalho foi elaborado um conjunto de documentos de suporte à implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) no *campus* e na Faculdade. O Levantamento Ambiental realizado no ano 2000 (Melo *et al.*, 2000a) realça alguns trabalhos como por exemplo: “Um Olhar sobre a FCT numa Perspectiva Ambiental” (Lichte, 1995); “Auditoria Energética à FCT (Rebello, 1996); Recuperação de Solventes

Orgânicos” (Almeida, 1997); “Levantamento Ambiental à FCT” (Calado *et al.*, 1998); “Estudo da Implantação e da Gestão Ambiental do *Campus* da FCT” (Fernandes *et al.*, 1999).

Na Figura 4.7 (Melo *et al.*, 2000a) apresenta-se o resumo da informação obtida aquando da elaboração do Levantamento Ambiental ao *Campus* da FCT/UNL (2000) para o descritor água.



Legenda:



Informação de referência usada para diagnosticar a situação ambiental do *Campus*;



Informação que traduz a situação (indicadores ambientais que podem ter a cor encarnada, amarela e verde, consoante existam inconformidades legais respectivamente, a corrigir com urgência, normativas ou face ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA), a corrigir antes da implementação do SGA e tendo em conta a certificação ou práticas ideais, a corrigir para obtenção futura de certificação ambiental);



As principais medidas correctivas e recomendações (listadas junto ao ícone) sugeridas pela equipa que realizou esse estudo na sequência da análise aos indicadores.

Figura 4.7 – Estimativa do consumo efectivo de água no *Campus* da FCT/UNL (1999)

No mesmo estudo verificou-se que em termos de consumo de água per capita, o valor de 30 m³/(utilizador.ano) se situava perto do dobro do esperado em escritórios e escolas, valor de referência de 12 m³/(per capita.ano) (SMAS de Almada), e equivalente à capitação doméstica de 2 145 habitantes (dados de 1999).

4.2.4 Tarefa 3 – Recolha e verificação da informação in situ

No caso do edifício Departamental foram efectuadas visitas às instalações, percorrendo-se a maioria das instalações sanitárias do edifício, no entanto apenas se realizaram medições em duas instalações sanitárias femininas, duas masculinas e numa sala de Laboratório do 6º piso. Na Tabela 4.8 é possível apresentar o número médio total de dispositivos ou

equipamentos de cada tipo observado nas instalações sanitárias, considerando todo o edifício, e posteriormente, os dispositivos e equipamentos observados apenas na sala de laboratório referida anteriormente.

Tabela 4.8 – Dispositivos e equipamentos existentes no edifício Departamental

Local	Dispositivo/Equipamento	Quantidade estimada (nº)
Instalações sanitárias (total)	Torneiras tradicionais	20
	Torneiras com temporizador	127
	Urinóis	72
	Autoclismos	100
Sala de Laboratório	Torneiras tradicionais de centro bancada	40
	Torneiras tradicionais de bancada	6
	Dispositivos de segurança (lava-olhos e chuveiro)	1
	Máquina de lavar loiça	1
	Máquinas para destilação da água	2

Na Figura 4.8 é possível observar os dispositivos de uso da água em que se realizaram medições, do lado esquerdo nas instalações sanitárias e no lado direito no laboratório. No anexo IX incluem-se os registos das medições realizadas para este caso de estudo.



Figura 4.8 – Dispositivos e equipamentos de uso da água existentes nas instalações sanitárias do edifício Departamental

Realizaram-se medições em 4 instalações sanitárias, duas masculinas e duas femininas. Em duas destas as torneiras existentes são tradicionais e nas outras duas as torneiras são temporizadoras. É relevante acrescentar que na maioria das instalações sanitárias visitadas no resto do edifício estão instaladas torneiras com temporizador. Na Tabela 4.7 apresentam-se os resultados obtidos nas medições efectuadas. Os autoclismos existentes na maioria das instalações sanitárias existentes no edifício são da marca JET, como identificado em 2000 (Melo *et al.*, 2000b).

No Laboratório 625 (Química) existem 6 torneiras de bancada nos cantos das mesmas, (primeira imagem do lado esquerdo na Figura 4.9) e 40 torneiras no centro da bancada, estando dispostas duas a duas como se observa também na mesma figura. Existem também os dispositivos de segurança como lava-olhos e chuveiro (Figura 4.9). Numa sala adjacente existem também máquinas de lavar material do laboratório e destiladoras de água.



Figura 4.9 – Dispositivos e equipamentos de uso da água existentes no laboratório do edifício Departamental

Realizaram-se medições em três torneiras de cada tipo, estando os resultados apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Quantificação dos caudais médios determinados para as torneiras analisadas

Dispositivo de água	Local	Abertura máxima	Abertura regular
Torneira tradicional	WC † (6º piso)	11 l/min	8 l/min
Torneira tradicional	WC † (6º piso)	11 l/min	7 l/min
Torneira de bancada (individual)	Lab. 625	10 l/min	4 l/min
Torneira de bancada (central)	Lab. 625	9 l/min	2 l/min
Dispositivo de água	Local	Abertura fixa	
Torneira c /temporizador	WC † (4º piso)	5 l/min	
Torneira c/ temporizador	WC † (4º piso)	5 l/min	
Dispositivo de água	Local	Volume de descarga	
Autoclismo	WC † (6º piso)	8 l	

Com base em algumas das informações recolhidas no local e apresentadas nesta tarefa, foi possível estimar os consumos de água por actividade, de modo a identificar o peso de cada uma das actividades relativamente ao consumo de água global do edifício. As estimativas e o modo como foram realizadas são apresentados em seguida, tendo por base o trabalho realizado em Melo *et al.* (2000b) e em Jesus (2008).

Edifício Departamental: Estimativa do consumo de água na limpeza das instalações

A limpeza dos espaços interiores do edifício, tais como salas, laboratórios, gabinetes dos professores, sanitários e zonas comuns, é uma actividade diária na qual é utilizada água proveniente da rede de abastecimento. Com base no Levantamento Ambiental de 2000 (Melo *et al.*, 2000b), onde foi estimado o volume de água associado a esta actividade para toda a FCT, foram inquiridos na altura três funcionários da empresa prestadora do serviço, apurando-se um valor médio de 6,6 l/(m².ano), embora exista indicação de que este valor possa estar subestimado (ainda que na mesma ordem de grandeza) devido aos factores que podem influenciar esta actividade (sujidade dos locais, época do ano, entre outros). Este valor médio permitiu estimar o consumo de água para limpeza do edifício Departamental de 140 m³/ano, considerando a área útil total (Tabela 4.10).

Tabela 4.10 - Consumo de água para limpeza dos espaços interiores do edifício Departamental

Consumo unitário (litros/ (m ² .ano))	Área Útil edifício Departamental (m ²)	Consumo total de água para limpeza (m ³ /ano)
6,6	21 181	140

Edifício Departamental: Estimativa do consumo de água nas instalações sanitárias

Em relação à quantidade de água consumida nas instalações sanitárias foram considerados as descargas de autoclismo, as lavagens de mãos e fugas provenientes do mau funcionamento dos autoclismos como indicado em Melo *et al.* (2000b). Considerando que os hábitos da população não se alteraram, assumiram-se as mesmas taxas de utilização consideradas no estudo referido anteriormente, quer para as descargas de autoclismos, quer para as lavagens de mãos. No que se refere às taxas de utilização para descargas de autoclismo considerou-se metade do valor de referência da *United States Environmental Protection Agency* (US EPA, 1998), em utilizações domiciliárias (4 descargas/(per capita.dia)) e para a frequência de lavagem de mãos um valor de 3 lavagens/(per capita.dia) para seguir as mesmas indicações dos estudos anteriores realizados na FCT/UNL, para permitir no final a comparação de valores. No entanto, estas taxas médias podem não representar a realidade, não tendo sido feito levantamento do número de utilizações. Depois de uma visita realizada a maioria das instalações sanitárias existentes no edifício, verificou-se que continuam a predominar os autoclismos da marca JET. Para a estimativa dos consumos de água nestes dispositivos, considerou-se o volume unitário de descarga de 8 litros (Tabela 4.11).

Tabela 4.11 - Estimativa do consumo de água por descarga de autoclismos no edifício Departamental

Utilizadores (pessoas/dia)	Descargas unitárias (nº/(per capita.dia))	Volume unitário (litros/descarga)	Dias por ano (nº/ano)	Volume anual (m ³ /ano)
665	2	8	213	2266

Na Tabela 4.12 pode observar-se o volume anual associado às lavagens de mãos no edifício. O volume unitário médio das torneiras foi calculado com base na amostragem realizada a alguns dispositivos de uso da água para uma abertura regular, considerando um tempo de lavagem das mãos de 15 a 20 segundos, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS).

Tabela 4.12 - Estimativa do consumo de água em lavagem das mãos no edifício Departamental

Utilizadores (pessoas/dia)	Lavagens unitárias (nº/(per capita.dia))	Volume unitário (litros/20 s)	Dias no ano (nº/ano)	Volume anual (m ³ /ano)
665	3	2,34	213	994

Procurou-se também estimar o volume de perdas em equipamentos sanitários, nomeadamente os autoclismos. Melo *et al.* (2000b) estimou em cerca de 10% os autoclismos com fugas. O caudal de fuga médio foi estimado em 0,4 m³/dia (www.sma-mirandela.pt, consultado em Novembro 2008). Para a realização deste cálculo, contabilizaram-se os 365 dias do ano, uma vez que a fuga de água nestes dispositivos ocorre todos os dias,. A Tabela 4.13 sintetiza os resultados.

Tabela 4.13 - Estimativa das perdas de água nos autoclismos no edifício Departamental

Nº de Autoclismos		Fugas (m ³ /dia)	Volume anual de fugas (m ³ /ano)
A Funcionar	Avariados		
100	10	0,4	1 460

Verifica-se que a maior parte do consumo em sanitários prende-se com o funcionamento dos autoclismos. Consta-se que, mesmo que o número de autoclismos avariado, esteja subestimado, a sua reparação resultará numa poupança estimada de cerca de 30% do consumo em sanitários.

Edifício Departamental: Estimativa do consumo de água nas instalações de restauração

No edifício Departamental existe apenas o Bar D. Lídia Quaresma. Pelos dados fornecidos pelo *Campus Verde* é possível verificar que, para o ano 2008, e para efeitos do contrato de concessão celebrado, existe uma estimativa do consumo de água para este serviço, sendo neste caso cerca de 15 m³ por mês. Com base neste valor o consumo anual de água será de 180 m³.

Edifício Departamental: Estimativa do consumo de água nos laboratórios

Como foi possível estimar os consumos nas diferentes actividades neste edifício resta determinar aquele que se deve às actividades laboratoriais. Como não existe actualmente outra forma para determinar este consumo, este será feito subtraindo ao consumo efectivo aquele que se deve à limpeza, aos sanitários e ao bar, correspondendo deste modo o resto ao consumo nos laboratórios. A Tabela 4.14 resume os dados referentes às diferentes actividades consumidoras de água no edifício.

Tabela 4.14 - Estimativa do consumo nos laboratórios no edifício Departamental

Distribuição do consumo	Actividade				Consumo médio anual
	Limpeza	Sanitários	Restauração	Laboratórios	
(m ³)	140	4 720	180	11 153	16 193
(%)	0,9	29,1	1,1	68,9	100

4.2.5 Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico

Com base nos registos dos dois contadores gerais (dados fornecidos pela responsável do *Campus Verde*) foi possível analisar o consumo mensal de água em 2007 e 2008 em todo o *Campus* (Figura 4.10).

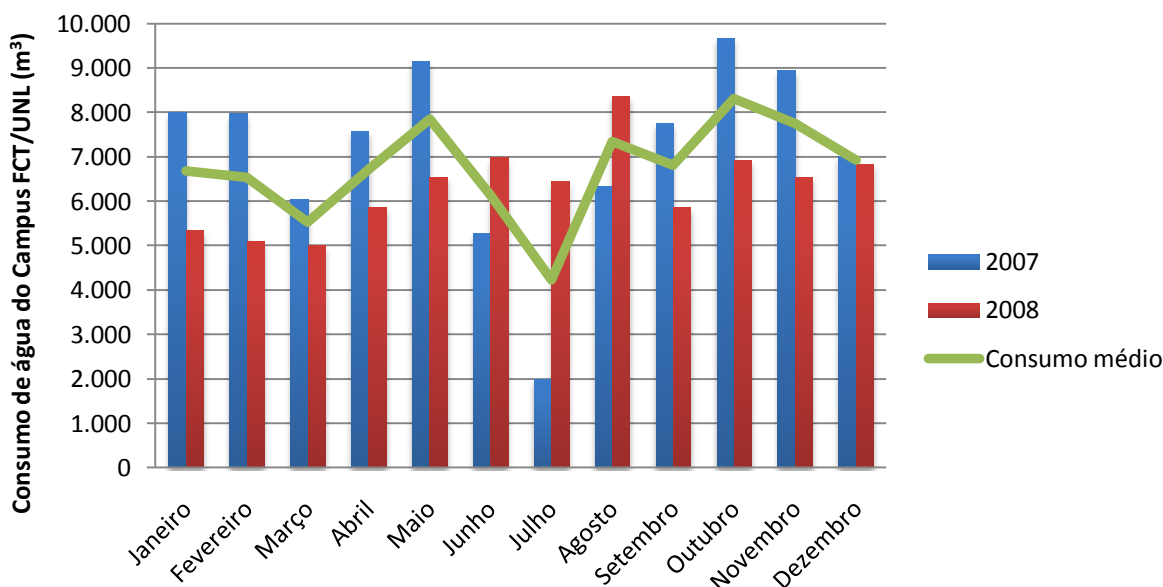


Figura 4.10 – Consumo mensal de água para o *Campus* da FCT/UNL em 2007 e 2008

Como neste caso de estudo, se analisou em detalhe o edifício Departamental que dispõe de um contador individual, é possível observar também o consumo global de água no edifício em análise em 2007 e 2008 (Figura 4.11).

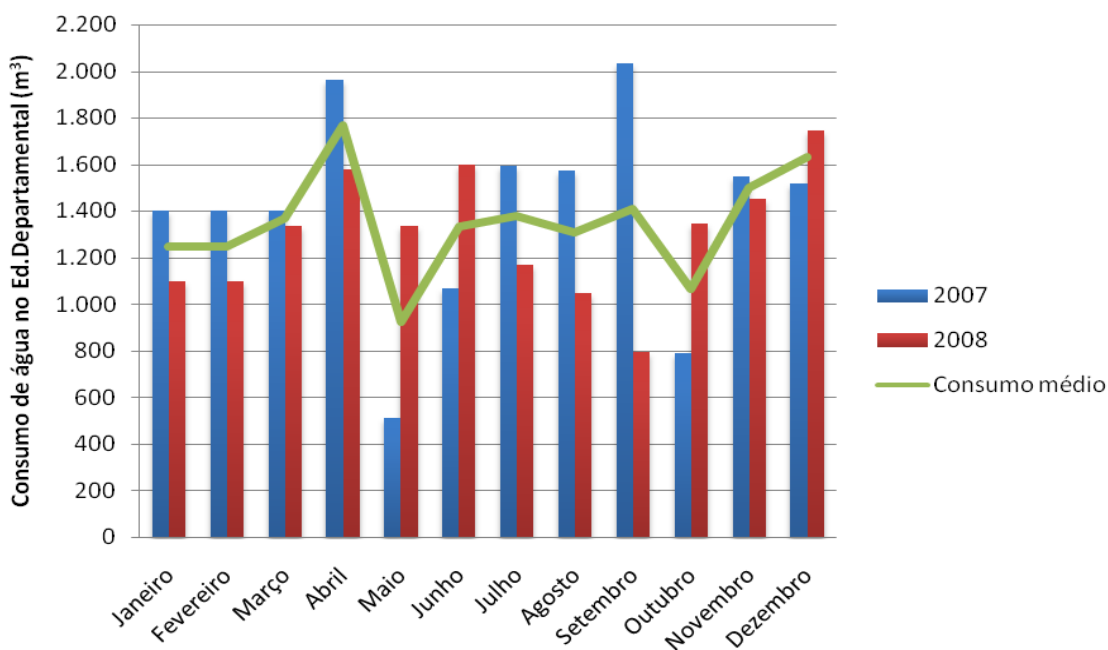


Figura 4.11 – Consumo mensal de água para o edifício Departamental em 2007 e 2008

Verifica-se na Figura 4.11 existirem flutuações significativas quer mensais quer para os mesmos meses nos dois anos em análise. Parte destas variações estarão associadas aos períodos de aulas e férias. Em termos do consumo anual médio o valor obtido é de 16 193 m³, verificando-se no edifício um consumo anual médio de água per capita de 14 m³/utilizador.

Na Tabela 4.15 apresentam-se as estatísticas relativas ao consumo mensal.

Tabela 4.15 – Estatísticas relativas ao consumo mensal no edifício Departamental (2007-2008)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	1249	1249	1368	1770	924	1332	1380	1310	1413	1066	1501	1632
Máx.	1399	1399	1399	1961	1336	1598	1592	1574	2033	1345	1550	1747
Mín.	1099	1099	1336	1579	512	1066	1168	1046	792	787	1452	1517

A contribuição do consumo de água deste edifício para o total do *Campus* apresenta-se na Figura 4.12.

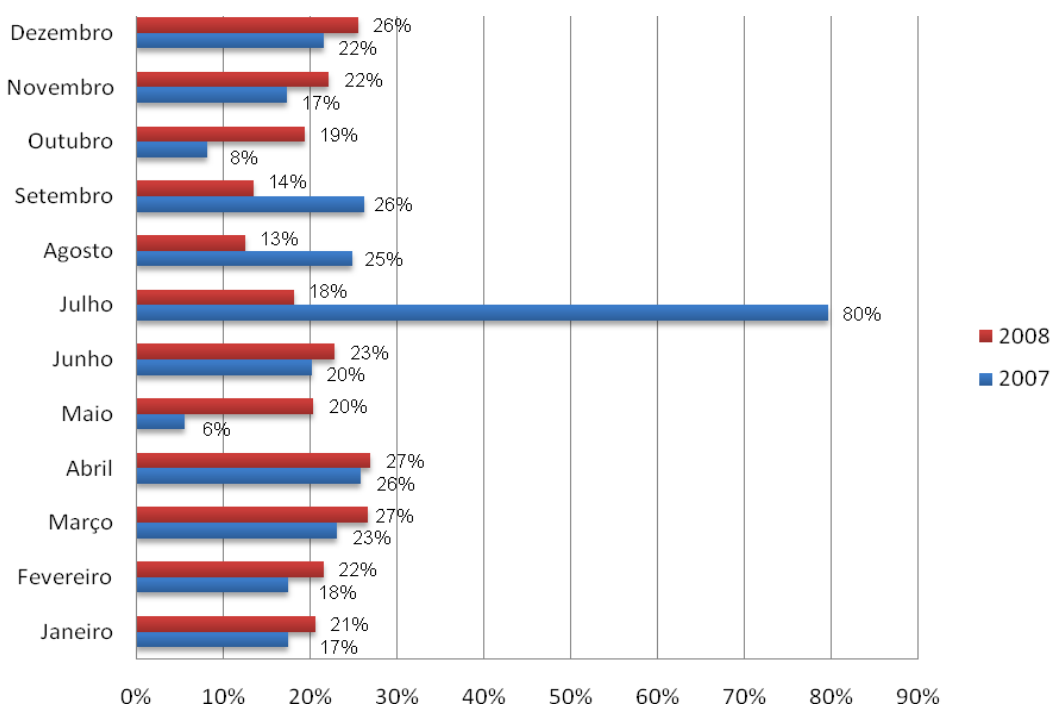


Figura 4.12 – Contribuição do consumo de água no edifício Departamental para o consumo total da FCT/UNL entre 2007 e 2008

O edifício Departamental teve em média uma contribuição mensal de 24% do consumo total do *Campus* e em 2008 por 21%. Na Figura 4.12 verifica-se que, no mês de Julho de 2007, a contribuição do consumo deste edifício para o total de consumo de água do *Campus* foi de 80%, o que provavelmente indica a ocorrência de uma fuga neste edifício, não tendo sido

possível confirmar esta ocorrência. O consumo anual deste edifício em 2007 foi cerca de 16 800 m³/ano e de 15 600 m³/ano para 2008.

Segundo o Levantamento Ambiental no ano 2000, o valor elevado de consumo de água neste edifício está associado aos equipamentos de refrigeração, que funcionam em sistema aberto e em contínuo sem o reaproveitamento da água, da produção de água destilada, da diluição de reagentes lançados na rede de drenagem do edifício, das lavagens de material, de experiências e simuladores de sistemas aquáticos, entre outras operações de ensino e investigação (Melo *et al.*, 2000b).

Na Figura 4.13 apresenta-se a estrutura de consumos resultante das estimativas efectuadas

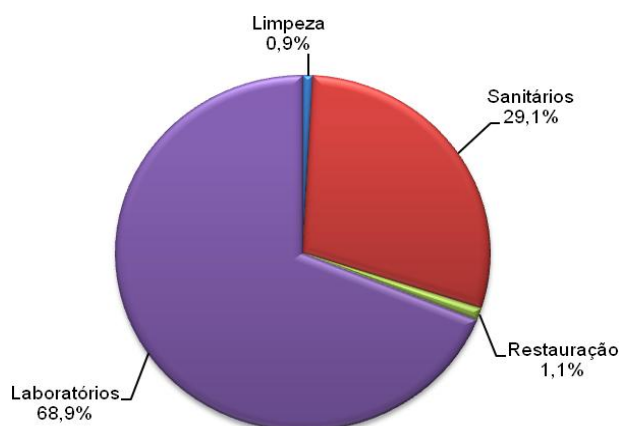


Figura 4.13 – Contribuição das várias actividades para o consumo de água no edifício Departamental

O consumo médio anual apresentado na Tabela 4.12 inclui as perdas associadas ao funcionamento dos autoclismos, no entanto subtraindo esse valor para obtenção do valor efectivo de consumo pelos dispositivos e equipamentos de uso da água, obtêm-se um valor de 14 873 m³/ano.

Da análise efectuada verifica-se que os locais deste edifício onde provavelmente existe um consumo de água mais significativo são os laboratórios do DCEA e do DQ. Este facto certamente está relacionado com o conjunto de procedimentos que implicam gastos consideráveis de água nos laboratórios (Figura 4.13), nomeadamente alguns procedimentos que podem ser alterados no sentido de reduzir o consumo, como o arrefecimento em contínuo de equipamentos sem reaproveitamento da água, destilações em contínuo, a produção de água destilada (um equipamento com este fim instalado num laboratório do DQ utiliza cerca de 60 litros de água da torneira para produzir 10 litros de água destilada), a não descarga de reagentes no esgoto (por vezes são deixadas torneiras abertas com este objectivo de diluição durante 24 horas seguidas) providenciando um sistema adequado de recolha e melhoria dos procedimentos de lavagem de materiais de laboratório com recurso a máquinas eficientes sempre que adequado (Melo *et al.*, 2000b).

Esta tarefa de análise mostra que mais de metade do consumo de água no edifício ocorre nos laboratórios. É de ressaltar, no entanto, que esta análise foi efectuada utilizando algumas estimativas e foram feitas hipóteses relativamente ao número de utilização para calcular os consumos parciais de água, que podem apresentar algumas diferenças da realidade.

Utilizando-se o consumo médio de água anual de 16 200 m³ indicado pelo contador do edifício Departamental (dados de 2007-2008) e com base nos dados apresentados na descrição deste caso de estudo, calculam-se alguns indicadores de consumo apresentados na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Indicadores de consumo calculados para o edifício Departamental

Quantidade de água consumida	
Consumo médio anual	16 200 m ³ /ano
Consumo médio mensal	1 350 m ³ /mês
Consumo médio diário	45 m ³ /dia
Consumo médio diário por utilizador	0,07 m ³ /(utilizador.dia)
Consumo médio diário por área	0,002 m ³ /(m ² .dia)
Consumo médio anual estimado dispositivos e equipamentos	14 873 m ³ /ano

Embora se possa calcular a eficiência global só com base nas perdas estimadas nos autoclismos, que resultaria em 92%, não é possível avaliar eventuais perdas nas redes de distribuição do edifício. No entanto, estima-se que estas possam ser reduzidas em virtude de grande parte desta rede estar visível e ser facilmente despistadas fugas e efectuadas a sua reparação.

Em relação aos dispositivos de uso da água, na Tabela 4.17 considera-se útil a comparação dos volumes médios determinados na Tarefa 3 com os valores indicados pelo sistema australiano de classificação de dispositivos em termos de uso eficiente da água (AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005).

Tabela 4.17 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água

Dispositivo	Unidades	A	AA	AAA	AAAA	AAAAA	Volumes médios determinados
Torneiras de lavatório, bidé ¹	l/min	6 - 7,5	4,5 - 6	3 - 4,5	2 - 3	< 2 ⁺	7 - 11 ^A 5 ^B
Torneiras de cozinha ¹	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6	4 - 10 ^C 2 - 9 ^D
Chuveiros	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6	
Autoclismos	l	5,5 - 6,5	4 - 5,5	3,5 - 4	2,5 - 3,5	< 2,5	8
Urínóis	l/descarga	< 2,5 [*]	< 2 ^{**}	< 2 ^{***#}	< 2 ^{***#}	< 1,5 ^{***#}	

¹ Aplica-se o mesmo critério aos reguladores de fluxo

⁺ com fecho automático

^{*} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 3 postos individuais

^{**} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 2 postos individuais

^{***} servido 1 posto individual

[#] a classificação AAA, AAAA, AAAAA depende do modo de activação e do sensor

^A Torneira tradicional

^B Torneira com temporizador

^C Torneira de bancada laboratorial semelhante a torneira de cozinha

^D Torneira central de bancada laboratorial semelhante a torneira de cozinha. Note-se no entanto que os valores baixos apresentados neste caso devem-se à baixa pressão existente nestas torneiras com reduzido conforto para os utilizadores

Seguidamente sugerem-se algumas medidas e acções de melhoria nesta ICS, apresentadas na Tabela 4.18 e Tabela 4.19.

Tabela 4.18 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do edifício Departamental

Medidas comportamentais	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Levantamento da frequência de utilização dos vários dispositivos e equipamentos de uso da água		Geral
Manter os procedimentos de leitura do contador existente no edifício e alargar este procedimento aos contadores parciais em determinadas áreas laboratoriais e de restauração (assim que estes sejam colocados).	Facilitar o procedimento de monitorização os consumos de água	Geral
Levantamento dos procedimentos de limpeza		Geral
Campanha de sensibilização para adequação dos comportamentos de uso da água por parte dos utilizadores, nomeadamente para a adequada recolha de reagentes e correcta utilização dos dispositivos e equipamentos de uso da água existentes nos laboratórios, instalações sanitárias e sistema de rega	Redução do consumo de água em autoclismos, torneiras, chuveiros, urínóis, máquinas de lavar louça, noutros equipamentos laboratoriais e no sistema de rega	Geral
Adopção de procedimentos de detecção e reparação de fugas		Geral
Adequação do volume, frequência e duração das descargas dos urínóis em função da utilização através de inspecção regular aos dispositivos		Geral
Recolha de água da chuva para rega em jardins ou similares	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em jardins ou similares		Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Redução do consumo de água na rega	Usos exteriores

Tabela 4.18 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do edifício Departamental (continuação)

Medidas comportamentais	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Recolha de água da chuva para rega em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Usos exteriores
Adequação de procedimentos de lavagem de pavimentos	Redução do consumo de água na lavagem de pavimentos	Geral
Utilização de limpeza a seco de pavimentos		Geral
Adequação de procedimentos laboratoriais no que se refere à recolha adequada de reagentes	Redução do consumo de água em laboratórios	Laboratórios

Tabela 4.19 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do edifício Departamental

Medidas e acções tecnológicas	Objectivo/Implementação	Aplicável
Substituição ou adaptação de autoclismos por outros de baixo consumo, com descarga de volume reduzido e controlada pelo utilizador		Geral
Substituição das restantes torneiras pelos modelos mais eficientes, assim como ponderar a substituição de urinóis por outros modelos mais eficientes.	Redução do consumo de água em diferentes usos	Geral
Adaptação da utilização de urinóis, através da instalação de sistemas de controlo automático da descarga		Geral
Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins ou similares		Laboratórios/ Restauração
Colocação de contadores parciais no edifício, nomeadamente na área de restauração e nos laboratórios	Monitorização do consumo de água em diferentes usos	Usos exteriores
Realização de análises à qualidade da água do furo	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Geral
Substituir progressivamente equipamentos de laboratório com uso da água segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental		Laboratórios
Implementar sistemas de recirculação de água de refrigeração em equipamentos (e.g. vácuo) que os utilizem	Redução do consumo de água em diferentes usos	Laboratórios
Substituir progressivamente equipamentos com uso da água, como máquinas de lavar loiça na área da restauração, segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental		Restauração
Activação da rede de recolha dos efluentes laboratoriais e instalação de pré-tratamento	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Laboratórios

4.2.6 Síntese do caso de estudo

Em relação a este caso de estudo, foram aplicadas as tarefas indicadas para um nível intermédio, tendo sido aplicada a metodologia conforme o procedimento indicado sempre que foi possível. No entanto a concretização de cada tarefa esteve dependente da informação disponível, pelo que é de ressaltar, que nesta análise quando não foi possível obter dados efectivos, foram efectuados cálculos utilizando estimativas e foram assumidas determinadas constantes para calcular os consumos parciais de água, que podem apresentar algumas diferenças da realidade. O consumo médio anual de água para este edifício (2007-2008) foi de 16 193 m³. Foi possível calcular alguns indicadores de consumo sugeridos na metodologia e apresentados na tarefa 4, nomeadamente o consumo médio diário do edifício de 45 m³/dia. Os valores encontrados em bibliografia, para esta tipologia (instalação de ensino) segundo Vickers (2001) é de 316 m³/dia para universidades. No entanto, esta referência não é útil pois não é feita referência à dimensão da instalação e o

valor calculado neste caso foi apenas para um dos edifícios do *Campus* Universitário. Assim, não parece muito correcta a sua comparação. Os valores indicados por esta autora para escolas elementares e secundárias (17 m³/dia) e escolas técnicas (18 m³/dia) também são de reduzida utilidade dado serem normalmente instalações bastante distintas.

A análise efectuada permitiu identificar que no edifício Departamental as actividades responsáveis por um maior consumo de água ocorrem nos laboratórios (68,9%), seguidas das instalações sanitárias (29,1%), da restauração (1,1%) e limpeza (0,9%). Verifica-se que a maioria do consumo de água nos laboratórios provavelmente corresponderá aos laboratórios do DCEA e do DQ. Relacionado com o conjunto de procedimentos que implicam gastos consideráveis de água nestes laboratórios. Considera-se que, existem oportunidades significativas de melhorar a eficiência no consumo de água neste edifício, desde a adaptação ou substituição de equipamentos de laboratório que permitam o reaproveitamento da água, evitar destilações em contínuo, limitar a produção de água destilada, evitar a diluição de reagentes no esgoto através da recolha em depósitos apropriados e realizar a lavagem de materiais de laboratório de forma adequada.

Em relação aos dispositivos de uso da água no edifício em análise, após a realização das medições por amostragem, estas indicam valores médios de caudal nas torneiras tradicionais ainda existentes em alguns sanitários do edifício, de 11 l/min para uma abertura máxima e de 7 l/min para uma abertura regular. Para as torneiras com temporizador existentes nas restantes torneiras dos sanitários, as medições indicaram valores médios de 5 l/min. Deste modo é óbvia a vantagem de substituição das torneiras tradicionais por torneiras com temporizador. No entanto, a manutenção regular destes dispositivos para verificação do seu correcto funcionamento e regulação é indispensável, de modo a evitar perdas desnecessárias. A realização das medições dos diversos dispositivos e equipamentos de uso da água em todo o edifício Departamental não foi possível devido a limitações de recursos humanos para a realização de um trabalho exaustivo desta dimensão, pelo que se optou por realizar medições por amostragem em alguns dos locais.

Embora a aplicação da metodologia tenha permitido chegar às conclusões apresentadas anteriormente, inicialmente o objectivo na sua aplicação neste caso de estudo seria obter a aplicação do nível de detalhado, com a instalação de monitorização em contínuo. Deste modo, teria sido possível obter padrões de consumo para esta instalação e analisar os comportamentos que os determinam, podendo também apoiar a decisão de instalação de *datta logger* no contador do edifício de forma contínua, caso os benefícios desta análise fossem relevantes para a gestão deste recurso. No entanto, existiram limitações temporais que não permitiram esta análise.

4.3 Caso de estudo B - Edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC

4.3.1 Enquadramento

O LNEC, criado em Novembro de 1946, é uma instituição de Ciência e Tecnologia do sector do Estado, sujeito à tutela do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, sendo a competência relativa à definição das suas orientações estratégicas exercida em articulação com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Esta entidade exerce a sua actividade em vários domínios da engenharia civil e áreas afins e tem como missão empreender, coordenar e promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico necessários ao progresso, à inovação e à boa prática da engenharia civil. Actualmente existem perto de 630 funcionários, dos quais 43,8 % possuem grau universitário e cerca de 25% são investigadores com doutoramento ou grau equivalente (LNEC, 2008). Adicionalmente, fazem parte do LNEC cerca de 100 beneficiários de bolsas de investigação científica concedidas por esta entidade. Ao todo são considerados 729 utilizadores desta instalação.

O desenvolvimento deste caso de estudo incorpora as seguintes tarefas:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 - Recolha e compilação de informação documental;
- Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*;
- Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico.

4.3.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos

Este caso de estudo teve como objectivo a análise da Gestão da Água nos edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa (LNEC), nomeadamente o edifício do Núcleo de Engenharia Sanitária (NES) e um outro edifício do Serviço de Hidráulica indicados na Figura 4.14. A tipologia deste edifício no que se refere às ICS enquadra-se nas Instalações de Investigação.

A escolha dos edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente para este caso de estudo, justifica-se uma vez que o PNUEA resultou de um estudo realizado pelo LNEC, com o apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA), e que foi promovido pelo Instituto da Água (INAG) do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT). Neste contexto, faz sentido que esta entidade procure contribuir para um uso mais eficiente da água,

começando por analisar as suas próprias instalações e verificando quais são as Medidas e acções prioritárias para implementação.

O LNEC localiza-se num *campus* de 22 hectares, em Lisboa, limitado a sul pela Av. do Brasil, em Lisboa, onde se localizam as entradas de peões e veículos. A distribuição dos vários edifícios do LNEC está apresentada na Figura 4.14, onde estão assinalados os edifícios em análise do Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA).

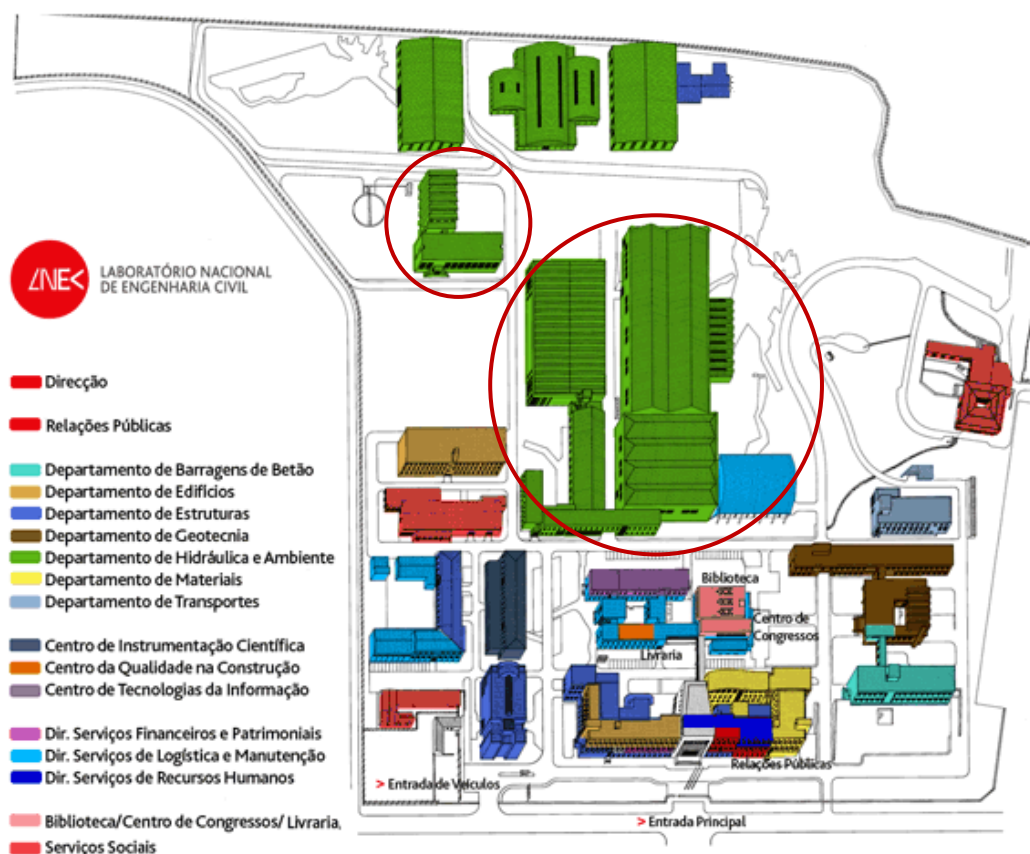


Figura 4.14 - Esquema dos edifícios que fazem parte do LNEC
(adaptado de <http://www.lnec.pt>, consultado em 15 de Outubro de 2008)

4.3.3 Tarefa 2 – Informação documental

Descrição genérica das instalações

A área afectada ao *campus* do LNEC tem actualmente uma componente de gabinetes e escritórios, outra semi-industrial (laboratórios) e ainda alguns serviços, um posto médico, creche, centro de convívio e refeitório, centro de congressos, biblioteca, livraria, snack bares e um reduzido número de quartos para visitantes (investigadores) (Figura 4.14). O abastecimento de água é feito pela EPAL, existindo 4 ramais de abastecimento, cada um com o seu contador. No *campus* do LNEC existem vários departamentos e serviços como indicado anteriormente, que estão instalados em cerca de vinte edifícios. O DHA é composto por seis núcleos de investigação em dois edifícios principais.

Descrição dos edifícios em estudo e das suas condições de funcionamento

Optou-se por seleccionar apenas dois edifícios do DHA para aplicação pormenorizada da metodologia proposta numa instalação de investigação, sendo neste caso o edifício do Núcleo de Engenharia Sanitária (NES) e o edifício que inclui os outros núcleos na área de Hidráulica e Ambiente designado por edifício DHA (Figura 4.15).



A – Edifício NES



B – Edifício DHA

Figura 4.15 - Fotografias dos dois edifícios em análise

O edifício do NES tem dois pisos e fica localizado na extremidade oeste do *campus* do LNEC. Este edifício tem junto à fachada principal uma zona verde com rega automática. O edifício DHA também tem dois pisos incorporando serviços administrativos e pavilhões de ensaios, têm também junto das fachadas principais um estreito corredor verde, entre as paredes do edifício e a calçada de passeio.

O edifício do NES caracteriza-se por ter gabinetes, uma sala de reuniões, o Laboratório de Análises de Águas e Resíduos (LABES) incluindo salas de microbiologia, salas de físico-química e salas de lavagens, o Laboratório de Ensaios Hidráulicos (LEHid) e instalações sanitárias. O edifício do DHA incorpora gabinetes, salas de reuniões, laboratórios (Estação de Sedimentos Coesivos, Estação da Osmose Inversa), pavilhões com modelos hidráulicos, salas de moldagem, salas das bombas, instalações sanitárias e balneários. Os funcionários que ocupam estes espaços são elementos da carreira de investigação, técnicos, pessoal administrativo, bolseiros e estagiários. Os padrões de consumo dependem do tipo de actividades desenvolvidas pelos sectores. Sendo uma instituição pública, o horário de funcionamento principal é das 9h às 17h30, sendo no entanto variável consoante as actividades realizadas. A limpeza dos edifícios está subcontratada a uma empresa que presta este serviço a todos os edifícios do *campus* do LNEC.

Características da rede de distribuição de água

Em relação à rede de distribuição do LNEC, foi possível obter em AutoCAD a planta que contém a rede de distribuição de água que abastece cada edifício. A entrada de água no *campus* é feita por quatro ramais, como já foi acima referido, cada um com um contador associado. Na Figura 4.16 apresentam-se os quatro contadores e o local onde se situam.



Contador 1 – Portaria dos automóveis



Contador 2 – Edifício principal



Contador 3 – Edifício Calouste Gulbenkian



Contador 4 – Centro de convívio

Figura 4.16 – Fotografias dos quatro contadores instalados no LNEC

Foi possível obter as leituras dos contadores desde o ano 2001 até 2008, através das facturas da EPAL. Verifica-se que o contador 1 é aquele que está associado à rede que abastece os edifícios em estudo, sendo também aquele que abastece o maior número de edifícios do *campus* e o que apresenta valores de consumos mais elevados para todos os anos identificados.

Características da rede de drenagem de águas residuais e pluviais

Relativamente à rede de drenagem não foi possível obter a planta com a rede de tubagens nem outras características como as inclinações, diâmetros e materiais das tubagens, entre outras.

Actualmente existe o aproveitamento de água da chuva dos pavilhões de hidráulica associados aos modelos de circuitos hidráulicos para rega.

Características dos espaços exteriores

As zonas verdes no LNEC ocupam uma área considerável com rega durante os 5 meses de época seca. Existem também dentro do *campus* zonas de estacionamento e acessos pavimentados.

Embora a análise dos usos exteriores não seja muito desenvolvida ao longo deste trabalho, considera-se relevante apresentar sinteticamente o trabalho realizado por Vitorino (2006) sobre o “Uso eficiente da água em consumos públicos: contributo para a caracterização do uso e aumento da eficiência”. O autor realizou um caso de estudo no LNEC com o objectivo de desenvolver um programa com o intuito de aumentar a eficiência no uso da água em espaços exteriores, mais especificamente nas zonas exteriores envolventes do edifício Núcleo de Engenharia Sanitária (NES). Neste trabalho o autor testou a validade da metodologia proposta de um plano estratégico de aumento da eficiência na utilização da água em usos exteriores.

A origem da água destinada à rega dos espaços verdes é proveniente de dois poços existentes dentro do LNEC. Não se utilizam águas de outras origens, como as águas das chuvas ou residuais, por se considerar que a actual origem é suficiente para satisfazer todas as necessidades correntes. Pontualmente, é utilizada água proveniente da rede pública para rega de alguns espaços (Vitorino, 2006).

Segundo o mesmo autor, o sistema de rega do LNEC foi projectado para trabalhar a uma pressão de 4 kg/cm^2 , valor que se considerado suficiente para atender às necessidades do sistema de rega. Para garantir tal pressão o grupo electrobomba é constituído por uma bomba submersível e capaz de garantir uma altura manométrica de 80 metros. Constata-se que existem dois tipos de relva, com necessidades de água diferentes, relva de folha fina relva de escalracho e outras áreas com arbustos, árvores arbustivas, árvores e flores ornamentais e uma área com prado em frente ao edifício do NES. Verifica-se que o sistema de rega não possui contadores, pelo que se torna impossível aferir os consumos de água. Também impede de averiguar com precisão se existem fugas ou de retirar elementos para um futuro planeamento dos usos de água. Actualmente o sistema de rega predominante em todo o LNEC é o sistema manual, cobrindo cerca de 80% de toda a área. Para a rega semi-automática o procedimento é a rega durante 2 horas, de 3 em 3 dias. Nas mangueiras usadas na rega manual não existe qualquer dispositivo de controlo de fluxo de caudal (Vitorino, 2006).

O trabalho realizado por Vitorino (2006) permitiu a realização de uma pequena auditoria ao espaço verde circundante do edifício do NES. A elaboração deste trabalho foi feita

por secções, correspondendo cada secção à caracterização geral, ao sistema de rega, às características do solo, às espécies de plantas plantadas e outros elementos considerados relevantes. Verifica-se que os funcionários estão sensibilizados para o uso eficiente da água, mas as suas acções estão limitadas sobretudo pela falta de equipamento. Constata-se também que nenhum dos funcionários recebeu alguma vez formação na área da jardinagem e que nunca foi elaborado um balanço hídrico ao espaço, por não existirem equipamentos de medição adequados.

O sistema de rega da área envolvente ao edifício do NES é totalmente automático, de instalação recente e ainda em fase de ajustes quando foi avaliado. Está dividido em quatro sectores, e é constituído por uma unidade de controlo, 6 aspersores e 14 pulverizadores. O sistema inclui uma válvula redutora de pressão imediatamente a seguir à bomba. Contudo, não existe sensor de caudal, de chuva, de vento ou de humidade do solo. O sistema está concebido para alternar a programação duas vezes por ano, e tem manutenção regular. Actualmente o sistema é accionado todos os dias, com uma duração de rega de 15 minutos por cada sector, por volta das 8h, nos meses de Maio a Setembro (Vitorino, 2006).

O teste de aferição da eficiência do sistema de rega automático da zona exterior envolvente do edifício do NES, realizado por Vitorino (2006), permitiu identificar um conjunto de problemas centrados na orientação dos aspersores e observação de zonas secas. Sendo um sistema recente não se observaram cabeças partidas ou entupidas. Em relação à orientação dos aspersores no relvado, verifica-se que a sua orientação não é a correcta, pelo que é comum alagarem o passeio e a pressão de funcionamento parece estar desajustada, porque os aspersores lançam água para fora da área alvo. Em relação à zona de arbustos observa-se a ocorrência de zonas secas, devido em parte à obstrução pelos arbustos dos aspersores e pelo facto de não existir a rega gota-a-gota, como estava previsto projecto. Assim, na zona mais central do espaço, as plantas obtêm muito pouca água.

O tipo de relva utilizada é uma relva de grama do tipo de estação quente, normalmente denominada de relva de escalracho. Não existe qualquer tipo de lista das plantas, mas sabe-se que as espécies predominantes são de origem portuguesa. Contudo, existem algumas espécies cujo nome se desconhece ou origem delas. Desconhece-se também se as plantas estão dispostas consoante as necessidades de águas, as designadas hidrozonas, ou em função da exposição solar. A averiguação das necessidades de água das plantas é feita através da inspecção visual e da experiência do jardineiro, não existindo qualquer apoio de instrumentos de medição.

A metodologia utilizada foi construída com base em sites consultados de entidades gestoras de água. Consistiu na distribuição de recipientes idênticos numa matriz quadrada e equidistantes, numa distância de 1 metro (Figura 4.17; Vitorino, 2006). Os copos encontravam-se enumerados para tornar mais fácil, *a posteriori*, a averiguação das diferenças de altura e respectiva localização.



Figura 4.17 – Distribuição dos copos de medição

Depois da distribuição feita ligou-se o sistema de rega, com uma duração de 15 minutos. Posteriormente mediu-se o volume de cada copo, em mililitros, utilizando para este efeito um funil e um objecto graduado, e registaram-se os valores dos volumes (anexo II; Vitorino, 2006).

O teste efectuado permitiu averiguar a eficiência de dispersão do sistema de rega sobre a área alvo e concluir que o sistema funciona de acordo com os valores apresentados na bibliografia. Todavia, existem situações que são passíveis de serem melhoradas e que podem aumentar ainda mais a eficiência da utilização da água em usos exteriores. Entre as várias medidas e acções propostas salientam-se a melhoria do sistema de rega, a adopção de espécies vegetais mais resistentes à escassez de água, a melhoria da composição e estrutura do solo, a utilização de resíduos para protecção do solo e seu enriquecimento com nutrientes, através da aplicação de composto. Também uma formação adequada dos seus funcionários afectos à jardinagem seria uma boa medida, porque os seus conhecimentos seriam actualizados sobre as melhores técnicas de jardinagem. Ao efeito directo da redução do consumo de água poder-se-ão juntar os efeitos indirectos de redução na utilização de produtos químicos e de energia.

4.3.4 Tarefa 3 – Informação *in situ*

Nesta abordagem foi possível obter o apoio de um técnico do LNEC para a identificação da localização, do número e do tipo de dispositivos de uso da água, nos dois edifícios analisados (Tabela 4.20).

Tabela 4.20 – Dispositivos e equipamentos existentes no edifício NES e DHA

Local	Dispositivo/Equipamento	Quantidade estimada (nº)
Instalações sanitárias	Torneiras tradicionais	28
	Torneiras com temporizador	3
	Urinóis	-
	Autoclismos	16 *
	Chuveiros	12
Copa	Torneiras misturadoras	4
	Torneiras tradicionais	3
Laboratórios	Torneiras tradicionais de parede	10
	Torneiras misturadoras	12

* Autoclismos contabilizados apenas do edifício NES

Deste modo foi possível confirmar os dados obtidos e actualizar a informação desactualizada e realizar medições para a quantificação do volume médio em cada ponto de utilização. As características identificadas assim como os volumes médios determinados para a maioria dos dispositivos dos três edifícios apresentam-se em no Anexo VII.



Figura 4.18 – Dispositivos de utilização da água nas instalações sanitárias e copa no edifício do NES

Os resultados da quantificação dos dispositivos de água no edifício NES permitem indicar que a maior parte das torneiras são simples e misturadoras. Os locais onde foram realizadas as medições incluem pequenas copas, sanitários masculinos e femininos (Figura 4.18). No segundo andar, as torneiras de lavatório dos sanitários masculinos e femininos apresentam falta de pressão. Indica-se também que se notou a existência de fugas numa torneira de lavatório nos sanitários femininos. Os sanitários têm autoclismos de depósito exterior com volumes de água entre os 7 – 9 l, nota-se ainda que estes não tem dupla descarga e quem em termos de utilização muitas vezes exigem duas descargas completas.

O edifício do NES tem ainda uma nave central para ensaios onde se localiza o Laboratório de Ensaios Hidráulicos (LEHid). Nesta zona existem ainda mais dois sanitários, masculino e feminino. No Laboratório de Análises de Águas e Resíduos (LABES) existem várias torneiras misturadoras, como as apresentadas na Figura 4.19.



Figura 4.19 – Dispositivos de utilização da água nas salas do Laboratório de Análises de Águas e Resíduos do edifício do NES

Foram ainda realizadas medições nas salas de microbiologia e de lavagens, assim como nas salas de físico-química. As medições efectuadas no edifício do NES estão sistematizadas na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 – Quantificação dos caudais médios determinados para os dispositivos do edifício NES

Dispositivo de água	Local no edifício NES	Abertura máxima	Abertura regular
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (1º piso)	1,5 l/min	-
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (1º piso)	15,9 l/min	-
Torneira tradicional (bidé)		7,0 l/min	-
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (2º piso)	5,2 l/min	2,9 l/min
Chuveiro		15,5 l/min	-
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (2º piso)	3,7 l/min	-
Torneira tradicional (bidé)		6,6 l/min	-
Chuveiro		21,7 l/min	5,6 l/min
Torneira misturadora (lava-loiça)	WC † (2º piso) LEHid	10,3 l/min	3,9 l/min
Torneira tradicional (lavatório)		11,3 l/min	8,1 l/min
Chuveiro	WC † (2º piso) LEHid	-	20,0 l/min
Torneira misturadora (lavatório)		10,6 l/min	6,6 9 l/min
Chuveiro		-	17,3 l/min
Torneiras tradicionais (bancada)	Salas de microbiologia (LABES)	12,5 l/min	5,8 l/min
Torneiras tradicionais (bancada)	Salas de lavagens (LABES)	15,5 l/min	7,0 l/min
Torneiras tradicionais (bancada)	Salas físico-química (LABES)	9,7 l/min	5,2 l/min
Dispositivo de água	Local	Volume de descarga	
Autoclismo	WC † (1º e 2º piso)	7,5 l	



Figura 4.20 – Dispositivos de utilização da água nas instalações sanitárias, balneários e copa do edifício DHA

Em relação ao edifício do DHA foram realizadas medições no local (Figura 4.20) incluindo o primeiro e o segundo piso do edifício. As divisões onde foram realizadas medições incluem pequenos locais de copa, sanitários masculinos e femininos, balneários, e alguns laboratórios, tais como o Laboratório do Núcleo de Águas Subterrâneas

Em relação às áreas de laboratório, salas dos modelos dos circuitos hidráulicos, e de outras áreas de trabalho apresenta-se na Figura 4.21 alguns dispositivos de uso da água.



Figura 4.21 – Dispositivos de utilização da água nas salas de trabalho do edifício DHA

Foram também realizadas medições na Estação de Sedimentos Coesivos, do Núcleo de Estuários, na Estação de Osmose Inversa e no pavilhão anexo, assim como na sala de Moldagem.

Os dados das medições realizadas no edifício do DHA são apresentados na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Quantificação dos volumes médios determinados para os dispositivos do edifício DHA

Dispositivo de água	Local no edifício DHA	Abertura máxima	Abertura regular
Torneira tradicional (lavatório)	Copa (2º piso)	14,5 l/min	5,6 l/min
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (2º piso – Chefia)	30,0 l/min	7,7 l/min
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (2º piso – Chefia)	19,5 l/min	8,5 l/min
Torneira tradicional (lavatório)	WC † (2º piso - corredor)	15,6 l/min	7,2 l/min
Chuveiro		7,3 l/min	-
Torneira tradicional (lavatório)	Balneário † (2º piso)	18,0 l/min	6,7 l/min
Lava-pés		33,9 l/min	7,8 l/min
Torneira tradicional	Lab NAS (1º piso)	14,1 l/min	13,3 l/min
Torneira tradicional	Balneário † (1º piso)	20,4 l/min	10,7 l/min
Torneira misturadora	Estação de Sedimentos Coesivos	10,0 l/min	7,4 l/min
Torneira tradicional (manípulo)	Junto à Estação de Sedimentos Coesivos	21,4 l/min	8,6 l/min
Torneira tradicional	Estação de Osmose Inversa	18,6 l/min	6,3 l/min
Torneira tradicional	Junto à Estação de Osmose Inversa	14,6 l/min	10,2 l/min
Torneira tradicional	Sala de Moldagem	20,0 l/min	3,8 l/min
Torneira tradicional	Sala de Bombagem	21,4 l/min	5 l/min



Figura 4.22 – Substituição das tubagens de abastecimento de água da EPAL ao LNEC

No dia 18 de Março de 2009 foi possível registar a substituição das tubagens que fazem a ligação da rede da EPAL ao edifício principal do LNEC (Figura 4.22), assim como a indicação de que serão colocados novos contadores em cada entrada de água de

abastecimento, incluindo *datta logger*, uma vez que o LNEC é um grande consumidor de água e interessa conhecer com maior pormenor os seus consumos globais.

4.3.5 Tarefa 4 – Análise da informação recolhida e diagnóstico

Na Figura 4.23 apresenta-se o consumo de água total entre 2001 e 2008 por cada mês, no entanto não foi possível determinar o consumo de água mensal para cada edifício.

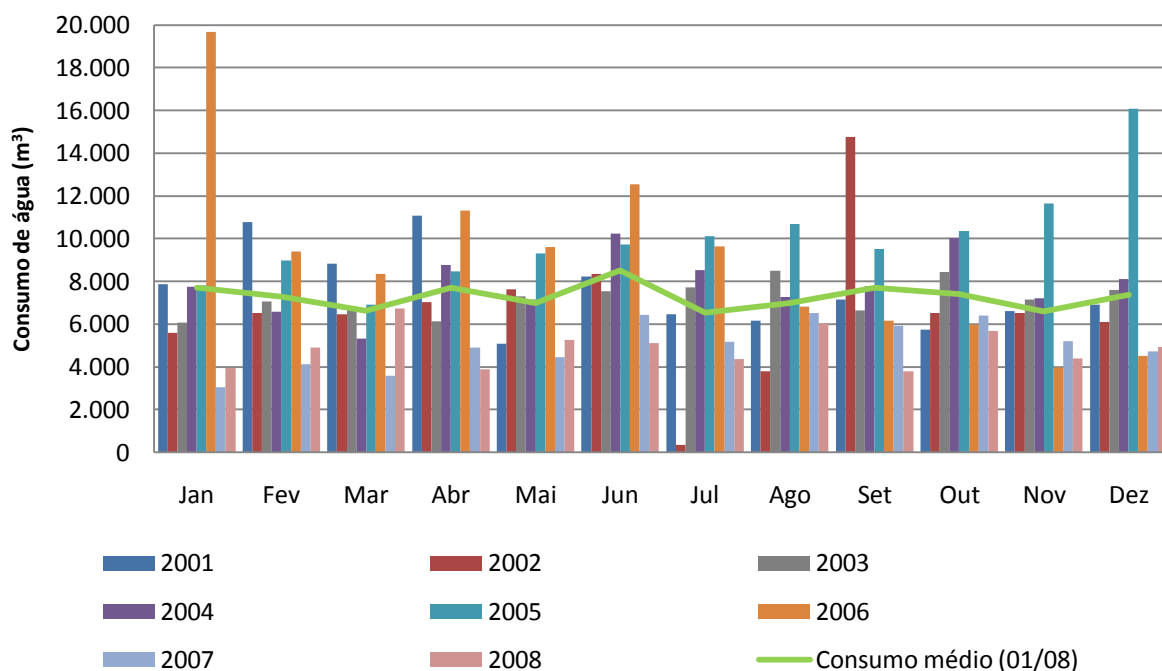


Figura 4.23 - Consumo mensal de água entre 2001 e 2008 para o *campus* do LNEC

Verifica-se que, ao longo do ano, o consumo médio de água no LNEC se mantém bastante estável. O comportamento do consumo de água nos primeiros três meses apresenta uma ligeira redução até Março (de 7 900 – 6 500 m³). O mês com maior consumo médio mensal é Junho, com cerca de 8 500 m³, observando-se uma redução dos consumos no período de Verão. No final de 2005 e início de 2006 observam-se valores mais elevados, sendo o maior de cerca de 19 800 m³. Estas alterações de consumo podem ser devido a vários factores, podendo estar relacionadas com rupturas na rede de distribuição do LNEC. Podem também estar relacionados com o contador que apresenta a maior variação. Neste caso o aumento significativo está relacionado com o contador nº1, ou seja, é o contador associado ao DHA, pelo que o aumento do consumo pode não estar relacionado com nenhuma ruptura, mas por exemplo com algum ensaio em modelo físico que tenha causado esse aumento. Verifica-se que nos últimos dois anos os consumos mensais de água desceram bastante, encontrando-se entre os 3 000 m³ (Janeiro de 2007) e os 6 500 m³ (Março de 2008).

Em relação ao consumo registado por cada um dos contadores, verifica-se que os contadores 1 e 2 apresentam sempre valores mais elevados. Como exemplo, apresenta-se o gráfico de consumo para cada contador, no ano de 2007 (Figura 4.24).

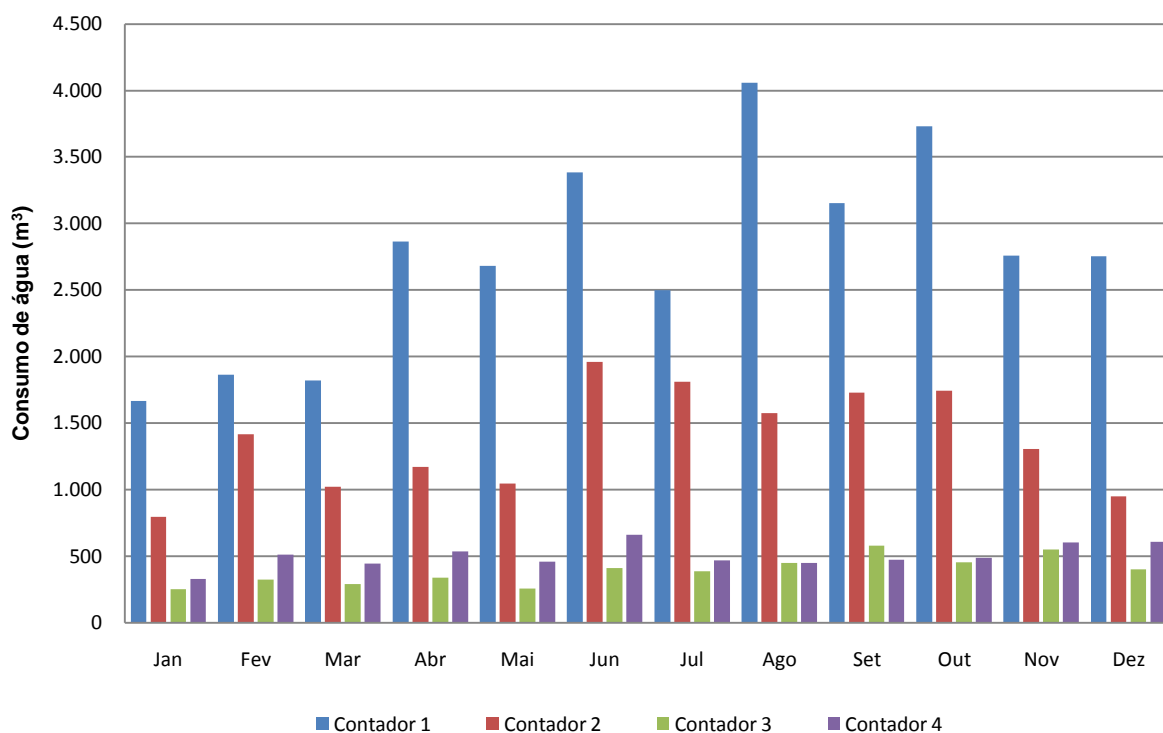


Figura 4.24 - Consumo mensal de água por contador em 2007

Na Tabela 4.23 apresentam-se as estatísticas relativas ao consumo mensal no *Campus* do LNEC.

Tabela 4.23 – Estatísticas relativas ao consumo mensal no *Campus* do LNEC (2001-2008)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	7719	7294	6625	7700	6972	8525	6545	6979	7720	7393	6591	7368
Máx.	19674	10785	8834	11331	9597	12539	10108	10673	14769	10358	11656	16080
Mín.	3038	4113	3581	3874	4445	5122	349	3806	3792	5688	3984	4501

Neste caso de estudo apenas é possível calcular o consumo médio de água anual para todo o *campus* do LNEC que é de 87 429 m³ indicado (dados de 2001-2008) e com base nos dados apresentados na descrição deste caso de estudo, calculam-se alguns indicadores de consumo apresentados na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 – Indicadores de consumo calculados para o *Campus* do LNEC

Quantidade de água consumida	
Consumo médio anual	87 429 m ³ /ano
Consumo médio mensal	7 286 m ³ /mês
Consumo médio diário	243 m ³ /dia
Consumo médio diário por utilizador	0,33 m ³ /(utilizador.dia)

Em relação aos dispositivos de uso da água, considera-se útil a comparação dos volumes médios determinados na Tarefa 3 com os valores indicados pelo sistema australiano de classificação de dispositivos em termos de uso eficiente da água (AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005) (Tabela 4.25).

Tabela 4.25 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos do edifício NES e DHA com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água

Dispositivo	Unidades	A	AA	AAA	AAAA	AAAAA	Volumes médios determinados
Torneiras de lavatório, bidé ¹	l/min	6 - 7,5	4,5 - 6	3 - 4,5	2 - 3	< 2 ⁺	6,8 – 12,4 ^A
							6,8 ^B
							6,8 – 19,2 ^C
							20,9 ^D
Torneiras de cozinha ¹	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 – 7,5	< 6	4,8 – 12,4 ^E
							8,2 – 13,7 ^F
Chuveiros	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 – 7,5	< 6	10,7 – 14,8
Autoclismos	l	5,5 – 6,5	4 – 5,5	3,5 - 4	2,5 – 3,5	< 2,5	7,5
Urinoís	l/descarga	< 2,5 [*]	< 2 ^{**}	< 2 ^{***#}	< 2 ^{***#}	< 1,5 ^{**#}	

¹ Aplica-se o mesmo critério aos reguladores de fluxo

⁺ com fecho automático

^{*} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 3 postos individuais

^{**} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 2 postos individuais

^{***} servido 1 posto individual

[#] a classificação AAA, AAAA, AAAAA depende do modo de activação e do sensor

^A Torneira tradicional lavatório

^B Torneira tradicional bidé

^C Torneira tradicional de pé

^D Torneira tradicional de lava-pés

^E Torneira de cozinha

^F Torneira de bancada laboratorial semelhante a torneira de cozinha

Nota: Embora alguns dispositivos apresentem volumes médios baixos, também neste caso a maioria desses valores deve-se à baixa pressão existente nestas torneiras com reduzido conforto para os utilizadores

Tabela 4.26 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do edifício NES e DHA

Medidas comportamentais	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Levantamento da frequência de utilização dos vários dispositivos e equipamentos de uso da água		Geral
Manter os procedimentos de leitura dos quatro contadores instalados no <i>Campus</i> mas alargar este procedimento aos contadores parciais por edifício (assim que estes sejam colocados).	Facilitar o procedimento de monitorização os consumos de água	Geral
Levantamento dos procedimentos de limpeza		Geral
Campanha de sensibilização para adequação dos comportamentos de uso da água por parte dos utilizadores		Geral
Adopção de procedimentos de detecção e reparação de fugas	Redução do consumo de água em autoclismos, torneiras, chuveiros, urinóis, máquinas de lavar louça, noutros equipamentos laboratoriais e no sistema de rega	Geral
Adequação adequada do volume, frequência e duração das descargas dos urinóis em função da utilização através de inspecção regular aos dispositivos		Geral
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em jardins ou similares		Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Redução do consumo de água na rega	Usos exteriores
Adequação de procedimentos de lavagem de pavimentos		Geral
Utilização de limpeza a seco de pavimentos	Redução do consumo de água na lavagem de pavimentos	Geral
Adequação de procedimentos laboratoriais no que se refere à recolha adequada de reagentes	Redução do consumo de água em laboratórios	Laboratórios

Tabela 4.27 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do edifício NES e DHA

Medidas e acções tecnológicas	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Substituição ou adaptação de autoclismos por outros de baixo consumo, com descarga de volume reduzido e controlada pelo utilizador		Geral
Substituição ou adaptação de torneiras, chuveiros e urinóis por outros modelos mais eficientes.		Geral
Adaptação da utilização de urinóis, através da instalação de sistemas de controlo automático da descarga	Redução do consumo de água em diferentes usos	Geral
Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins ou similares		Usos exteriores
Manutenção dos dispositivos e equipamentos periódica		Geral
Colocação de contadores parciais nos edifícios do <i>Campus</i> , e se possível em determinadas secções como por exemplo na área de restauração, nos laboratórios, e nos modelos dos circuitos hidráulicos hidráulicos.	Monitorização do consumo de água em diferentes usos	Laboratórios/ Restauração
Realização de análises à qualidade da água do furo	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Geral
Substituir progressivamente equipamentos de laboratório com uso da água segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental		Laboratórios
Implementar sistemas de recirculação de água de refrigeração em equipamentos (e.g. vácuo) que os utilizem quando aplicável	Redução do consumo de água em diferentes usos	Laboratórios
Substituir progressivamente equipamentos com uso da água, como máquinas de lavar loiça na área da restauração, segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental		Restauração

4.3.6 Síntese do caso de estudo

Neste caso de estudo, foram aplicadas as tarefas indicadas para um nível intermédio, tendo sido aplicada a metodologia conforme o procedimento indicado. O consumo médio anual de água para todo o *campus* do LNEC entre 2001-2008 foi de 87 424 m³. Não foi possível calcular o consumo médio apenas para o edifício em análise uma vez que este não tem instalado um contador dedicado. Com os dados obtidos foi possível calcular alguns indicadores de consumo sugeridos na metodologia e apresentados na tarefa 4, nomeadamente o consumo médio diário do edifício de 243 m³/dia. Em termos comparativos utiliza-se o valor de referência segundo Vickers (2001) encontrado para a tipologia “universidades” de 316 m³/dia para universidades, uma vez que não foram encontrados valores para instalações de investigação e pelos seus usos e consumos serem provavelmente mais parecidos com os destas instalações. Verifica-se que o valor calculado, embora inferior, se encontra numa gama semelhante ao valor referido em bibliografia.

Considera-se que, existem oportunidades significativas de melhorar a eficiência no consumo de água nestes edifícios, desde a adaptação ou substituição de dispositivos e equipamentos em instalações sanitárias, balneários, locais de copa, salas de laboratório e adopção de procedimentos de utilização de dispositivos de uso da água adequados, conforme as medidas e acções indicadas na Tarefa 4.

Em relação aos dispositivos de uso da água nos edifícios em análise, foi possível realizar uma amostragem bastante significativa uma vez que se contou com o apoio de um técnico do NES. No entanto foram encontradas algumas dificuldades na realização das medições, por diversos motivos, que vale a pena referir nesta fase. Alguns dispositivos nas salas de laboratório encontravam-se ligados a equipamentos que estavam em funcionamento contínuo para a realização de determinadas experiências. Por outro lado, na zona dos modelos dos circuitos hidráulicos, as torneiras tem uma pressão tão elevada que se torna muito difícil fazer a medição controlada conforme o procedimento definido, em alguns casos foi possível colocar um troço de mangueira para se realizar o enchimento do balde, no entanto, noutras situações, nomeadamente quando a abertura da torneira não permite colocar a mangueira, é mais complicado resolver esta questão. Outra dificuldade encontrada foi o facto de muitas vezes ser difícil definir a abertura pretendida, embora se tenha realizado medições definindo três aberturas possíveis (máxima, regular e mínima), foi difícil garantir que as repetições mesmo quando realizadas pela mesma pessoa, se realizassem nas mesmas condições. Em alguns casos também devido à pressão existente em algumas torneiras não foi possível efectuar sequer a medição com a abertura mínima, com o método definido nesta metodologia.

Os volumes médios determinados para os vários dispositivos indicados na Tabela 4.18 mostram que é óbvia a vantagem de substituição das torneiras tradicionais por torneiras com temporizador. No entanto, a manutenção regular destes dispositivos para verificação do seu correcto funcionamento e regulação é indispensável, de modo a evitar perdas desnecessárias.

Neste caso de estudo, assim como no anterior, a aplicação da metodologia planeada seria a aplicação do nível de detalhe, no entanto por limitações de meios e recursos humanos, assim como lacunas e dispersão de informação necessária, não foi possível a sua aplicação até ao nível desejado, optando-se apenas pelo nível intermédio. Por outro lado os dados obtidos não permitiram a indicação de indicadores de consumos gerais para os edifícios do NES e DHA em análise, no entanto foi possível desenvolver com maior pormenor a tarefa 3, em termos da realização exaustiva de medições em muitos dos dispositivos de uso da água. Foram também detectados a ausência de certos procedimentos, que podem vir a facilitar a monitorização dos consumos de água nestas instalações, como indicado nas medidas e acções para estes edifícios na Tarefa 4.

É de realçar que posteriormente à substituição das tubagens de abastecimento de água ao edifício principal pela EPAL em Março de 2009, foi-nos informado que seriam instalados brevemente nos próximos meses *datta logger*s nos quatro contadores principais do LNEC que permitirão em breve a obtenção de dados de consumo de água em contínuo. Esta situação irá permitir a aplicação do TradebXL4.0 e a obtenção de padrões de consumo para esta instalação, favorecendo a análise dos comportamentos que os determinam, contribuindo para a adequada gestão do recurso água nesta instalação. No entanto, seria útil a colocação de contadores para cada edifício e em locais específicos, como áreas de restauração, laboratórios e modelos dos circuitos hidráulicos.

4.4 Caso de estudo C – Complexo Escolar dos Arcos em Óbidos

4.4.1 Enquadramento

A realização deste caso de estudo surgiu como um complemento ao trabalho que está a ser desenvolvido pela Quercus e pelas Águas do Oeste, S.A., no âmbito do programa EcoFamílias-Água, com os objectivos de caracterização dos consumos de água ao longo de um ano; delineação de planos de uso eficiente de água para o complexo escolar dos Arcos e análise da redução de consumos decorrente das actividades realizadas no âmbito do projecto. Este complexo escolar foi inaugurado em Setembro de 2008. O Município de Óbidos com este novo estabelecimento de ensino apostou num novo modelo de escola para alunos do primeiro e segundo ciclos, sendo este o primeiro dos três complexos a construir no concelho.

O desenvolvimento deste caso de estudo incorpora as seguintes tarefas:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental;
- Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*;
- Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos (aplicação TradebXL4.0);
- Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e diagnóstico.

4.4.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos

Este caso de estudo teve como objectivo o diagnóstico ao uso da água no complexo escolar dos Arcos em Óbidos, aplicando-se parte da metodologia de “Nível III – Detalhado” a esta instalação colectiva, com o objectivo de verificar e melhorar a sua aplicabilidade, contribuindo também para o processamento dos resultados. A tipologia deste complexo de edifícios no que se refere às ICS enquadra-se nas instalações de ensino.

4.4.3 Tarefa 2 – Recolha e compilação de informação documental

Descrição genérica das instalações e das condições de funcionamento

O complexo escolar dos Arcos ocupa uma área total de 9 136 m², tendo 16 salas de aula e outras específicas como o refeitório, o pavilhão desportivo, o centro de recursos, a sala de informática, a sala de música e dois laboratórios. Este estabelecimento de ensino tem 445 alunos, 45 professores e 30 funcionários não docentes. Os alunos estão divididos por 9 turmas do 1º ciclo e 11 turmas do 2º ciclo do ensino básico. Na Figura 4.25 apresentam-se alguns dos espaços exteriores e interiores deste complexo escolar.



a) Espaço exterior

b) Zona de entrada

c) Refeitório

d) Sala de aula

e) Pavilhão desportivo

Figura 4.25 – Fotografias do espaço exterior e interior do complexo escolar dos Arcos em Óbidos

Não foi possível ter acesso aos horários dos alunos, no entanto prevê-se que exista uma maior taxa de ocupação entre as 9h – 18h. Esta instalação tem variações de ocupação ao longo dos meses de acordo com o calendário escolar. Para a análise foram consideradas as interrupções indicadas pela escola: a primeira de 19 de Dezembro de 2008 a 4 de Janeiro, a segunda de 23 a 25 de Fevereiro, e a terceira 28 de Março a 13 de Abril de 2009. O ano escolar 2008/2009 terminou a 19 de Junho de 2009.

Características da rede de distribuição de água

Embora não tenha sido possível obter a planta com a rede de distribuição de água, foi possível ter acesso à planta da escola o que facilitou a caracterização dos usos da água, assim como dos dispositivos associados. A escola é abastecida por um ramal equipado entretanto com telemetria. O equipamento de telemetria para monitorização dos consumos de água foi colocado em Novembro de 2008 mas só a partir de 15 de Dezembro se consideram os dados como fiáveis para análise.

Características da rede de drenagem de águas residuais e pluviais

Não foi possível analisar a rede de drenagem de águas residuais. No entanto tendo sido esta escola inaugurada em Setembro de 2008, depreende-se que tenha esta siga todas as obrigações actuais no que respeita esta matéria, estando ligada ao sistema de tratamento de águas residuais de Óbidos. Em relação às águas pluviais não existe sistema de recolha destas águas para posterior aproveitamento.

Características dos espaços exteriores

No espaço exterior existem zonas com calçada e com áreas relvadas, existindo no recreio determinadas áreas com piso adequado a espaços com crianças. As áreas verdes têm rega automática, não sendo esta analisada pormenorizadamente uma vez que o seu consumo não é contabilizado no contador monitorizado.

4.4.4 Tarefa 3 – Recolha e verificação de informação *in situ*

Nesta tarefa, como foi possível obter o apoio de alguns técnicos da Câmara Municipal de Óbidos, realizou-se a identificação da localização, do número e do tipo de dispositivos de uso da água no complexo escolar (Tabela 4.28), tendo sido possível realizar medições para a quantificação do volume médio em cada ponto de utilização.

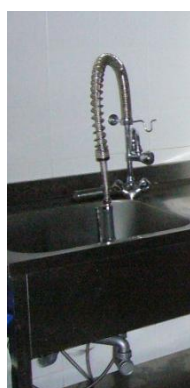
Tabela 4.28 – Dispositivos e equipamentos existentes no complexo escolar dos Arcos

Local	Dispositivo/Equipamento	Quantidade estimada (nº)
Instalações sanitárias	Torneiras com temporizador	61
	Torneiras com sensor	2
	Chuveiros	13
Refeitório/Bar/Sala de aula	Torneiras misturadoras de cozinha	2
	Torneiras misturadoras de alta pressão de cozinha	4
	Torneiras misturadoras acopladas às de alta pressão de cozinha	4
	Torneiras misturadoras de sala de aula	17
	Torneira de pé de cozinha e bar	5
	Máquina de café	1
	Máquina de lavar loiça	2
	Banho-maria (refeitório)	1
	Descasca batatas	1

As características identificadas nos vários dispositivos assim como os volumes médios determinados para a maioria dos dispositivos apresentam-se em Anexo VIII, apresentando-se alguns dos dispositivos analisados na Figura 4.26 e na Figura 4.27.



a) Torneiras no refeitório



b) Torneira na cozinha



c) Torneira nas instalações sanitárias



d) Torneira na sala de aula

Figura 4.26 – Fotografias de alguns dos dispositivos de uso da água do complexo escolar dos Arcos onde foram realizadas medições do volume médio de água por unidade de tempo



a) Torneira na sala de aula



b) Arejadores da torneira de sala de aula



c) Chuveiro nos balneários



d) Pormenor do chuveiro nos balneários

Figura 4.27 – Fotografias mostrando as características de alguns dos dispositivos de uso da água do complexo escolar dos Arcos

Em cada sala de aula do complexo escolar existe uma torneira misturadora, como aquela que é possível observar no lado esquerdo da Figura 4.27. Verifica-se que estas têm arejadores instalados.

Nas instalações sanitárias dos alunos de 1º ciclo (1º piso), 5 das 9 torneiras com temporizador onde se realizaram as medições, assim que pressionadas apresentavam caudal em contínuo, com débitos de aproximadamente de 6 l/min. Nas instalações sanitárias dos alunos de 2º ciclo (1º piso), 3 das 9 torneiras onde se realizaram as medições, também apresentavam caudal em contínuo, com débitos de aproximadamente de 7 l/min. Em relação às instalações sanitárias dos alunos do 2º piso, a mesma análise mostrou que 6 das 10 torneiras onde se realizaram as medições, apresentavam caudal em contínuo, com débitos de aproximadamente de 6 l/min.

Na Tabela 4.29 apresenta-se um resumo das medições realizadas nos diferentes dispositivos de uso da água nos vários locais do complexo escolar dos Arcos.

Tabela 4.29 – Quantificação dos caudais médios determinados para os dispositivos do complexo escolar dos Arcos

Dispositivo de água	Local	Abertura fixa		
Torneiras c/ temporizador (lavatório)	Refeitório	5 - 9 l/min		
Torneiras de alta pressão	Cozinha	11 – 14 l/min		
Torneiras acopladas às de alta pressão	Cozinha	5 – 10 l/min		
Torneiras de pé	Cozinha e serviço refeitório	3 – 8 l/min		
Torneiras c/ temporizador	Balneários † † (professores)	6 l/min		
Torneiras c/ temporizador	Enfermaria	10 l/min		
Torneiras c/ temporizador	Balneários † † (alunos)	6 l/min		
Torneiras c/ temporizador	WC † † (alunos 1º ciclo/1º piso)	6 l/min		
Torneiras c/ temporizador	WC † † (alunos 2º ciclo/ 1º piso)	7 l/min		
Torneiras c/ temporizador	WC † † (2º piso)	6 l/min		
Torneiras c/ sensor	WC † † deficientes	11 l/min		
Dispositivo de água	Local	Abertura máxima	Abertura regular	Abertura mínima
Torneiras misturadoras (lavatório)	Bar	11 – 13 l/min	5 – 7 l/min	2 – 3 l/min
Torneiras misturadoras	Sala de aula	18 l/min	9 l/min	4 l/min
Chuveiro	Balneários † † (professores)	16 l/min	10 l/min	5 l/min
Chuveiro	Balneários † † (alunos)	16 l/min	10 l/min	5 l/min

De forma geral os dispositivos de uso da água que são utilizados por funcionários e professores apresentam-se em bom estado de conservação. As torneiras com temporizador demoram cerca de 8 a 20 segundos por descarga. No entanto, algumas torneiras com temporizador nos sanitários dos alunos encontram-se desreguladas, mantendo-se o débito contínuo após utilização. Este facto ocorre provavelmente, por estes dispositivos de uso da água terem uma frequência de utilização mais elevada e menos cuidada, necessitando assim de um serviço de manutenção mais regular.

4.4.5 Tarefa 4 – Análise e padronização dos consumos

A análise dos perfis de consumo é efectuada nesta tarefa, utilizando-se a aplicação disponibilizada pelo LNEC, TradebXL4.0. Para esta análise, foram seleccionados os dados recolhidos pela monitorização contínua em intervalos de cinco minutos, para o período entre 15 de Dezembro de 2008 e 25 de Maio de 2009. Os resultados estatísticos para esta análise são apresentados no anexo V – Figura 1.

Na Figura 4.28 é possível identificar que a gama de valores de caudal médio diário é relativamente estável para a série temporal seleccionada, no entanto, observam-se para alguns dias no mês de Dezembro, a ocorrência de consumos médios bastante elevados. Verifica-se também que não houve registo de consumo em alguns dias, podendo este facto

representar alguma avaria no equipamento de monitorização, mas não foi possível esclarecer esta situação. No entanto, considera-se que a série temporal é relativamente estável prosseguindo-se com a sua análise.

As envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana apresentadas na Figura 4.28 mostram o valor médio e máximo de caudal registado para cada dia da semana. Verifica-se que o valor máximo vai decrescendo de 2^afeira para domingo, no entanto, os valores médios são bastante inferiores, apresentando-se dois grupos distintos, para os dias úteis e fim-de-semana. O valor mínimo não aparece representado no gráfico o que indica que o seu valor foi considerado nulo em cada dia da semana, indiciando poderem ser as perdas no sistema predial.

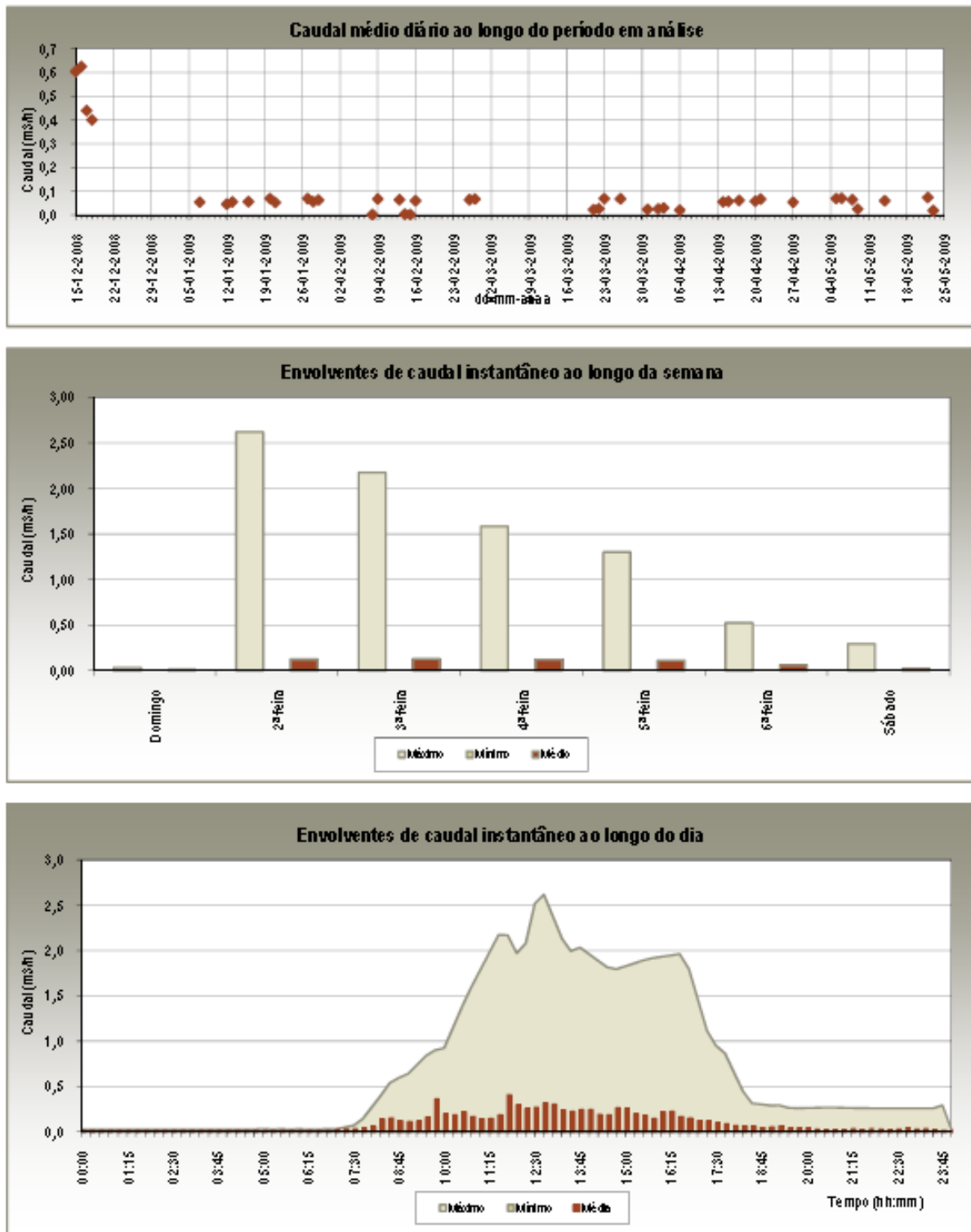


Figura 4.28 – Complexo escolar dos Arcos: Caudal médio e envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia

Na Figura 4.28 as envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, permitem obter, para a globalidade do período de cálculo e para cada instante do dia, o valor médio e máximo de caudal registado. Observa-se que a variabilidade do consumo de água é grande

principalmente entre as 7h30 e as 18h45, verificando-se neste período que os valores máximos são bastante superiores aos valores médios. Pela análise gráfica verifica-se também que existem durante o dia três picos de consumo de água mais significativos.

TradebXL 4.0 - Padrões adimensionais de caudal ©LNEC 2004, 2007
 Padrões adimensionais de caudal - global, dia útil, Sábado e Domingo
 Sector: Complexo Escolar dos Arcos (Óbidos)
 Período de cálculo: 15/12/2008 a 25/5/2009 Pág. 2/4

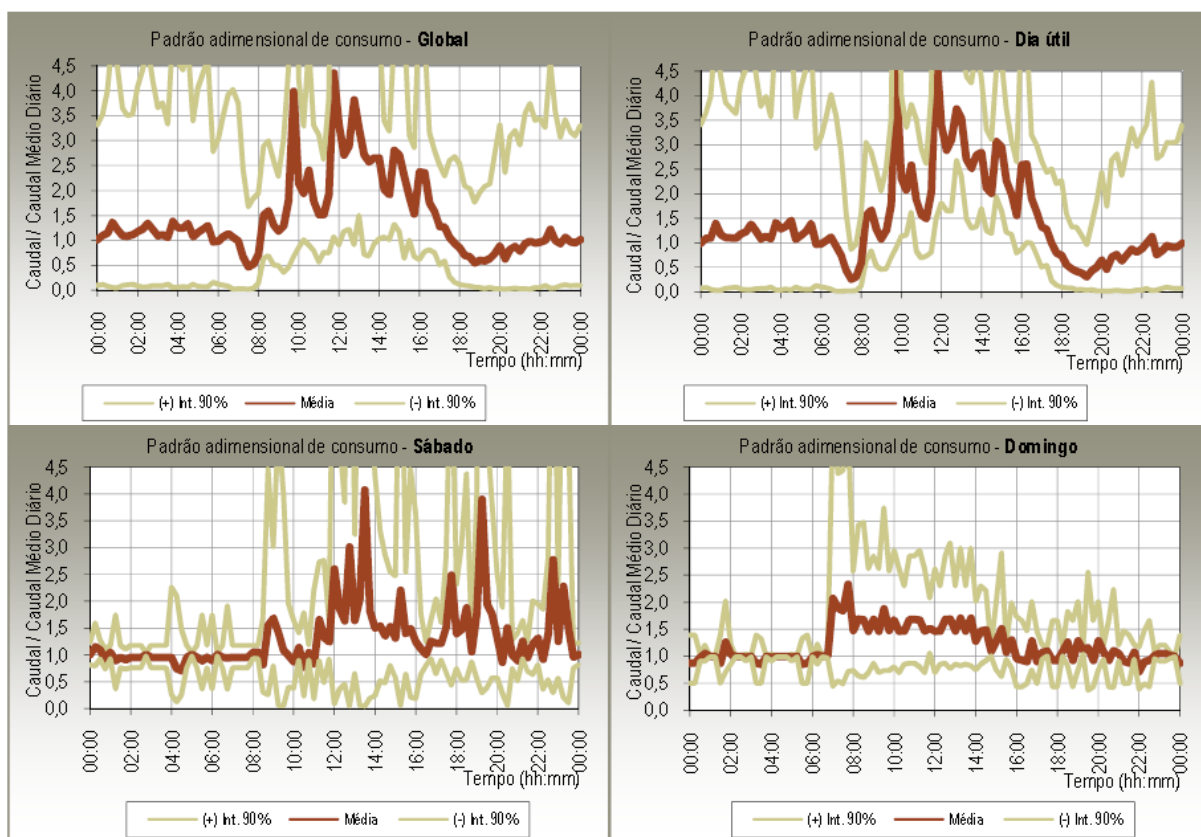


Figura 4.29 – Complexo escolar dos Arcos: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Na Figura 4.29 apresentam-se os padrões adimensionais de consumo para a globalidade do período de cálculo, dia útil, sábado e domingo. Os gráficos do padrão adimensional de consumo global e do dia útil apresentam comportamentos semelhantes, sendo expressivos os três picos de consumo, identificados anteriormente. Verifica-se que as maiores diferenças de perfil são encontradas entre os dias úteis, os sábados e os domingos.

Nos gráficos dos padrões adimensionais de caudal (anexo IV – Figura 1) para 2ª e 3ª é possível verificar que ocorreram consumos com picos elevados, entre as 00h e as 7h da manhã. Em todos os dias úteis, se verifica que os consumos de água mais significativos ocorrem entre as 8h30 e as 18h, verificando-se que na 4ª feira há indicação de consumo elevado por volta entre as 22h-23h. Os padrões adimensionais de 2ª e 5ª são relativamente semelhantes, assim como os de 3ª, 4ª e 6ª. As semelhanças e diferenças encontradas entre padrões de dias úteis estão, provavelmente, relacionadas com as taxas de ocupação do complexo escolar e com o tipo de aulas que se praticam nestes dias. Em relação a

sábado o seu padrão mostra picos de consumo por volta das 13h-14h, das 19h-20h e das 22h-23h. O padrão adimensional de domingo é mais uniforme, existindo um pico entre as 7h e as 8h que se mantém estável até decrescer por volta das 16h.

4.4.6 Tarefa 5 – Análise da informação recolhida e diagnóstico

Foi analisado o consumo médio de água em cada mês (Dezembro 2008 a Julho 2009), obtendo-se a Figura 4.30. A análise de destes consumos mensais permitiu verificar que em média o consumo mensal da escola é de 325 m³, variando entre cerca de 260 m³, no mês de Abril, e 392 m³, no mês de Março. Os baixos consumos dos meses de Fevereiro e Abril pode ser justificada pelo menor número de dias úteis nestes (17 e 13 dias, respectivamente). Nesta análise não foi considerado o mês de Dezembro, uma vez que apenas existem valores válidos de medição a partir de 15 de Dezembro nem o mês de Julho por ser um mês de férias.

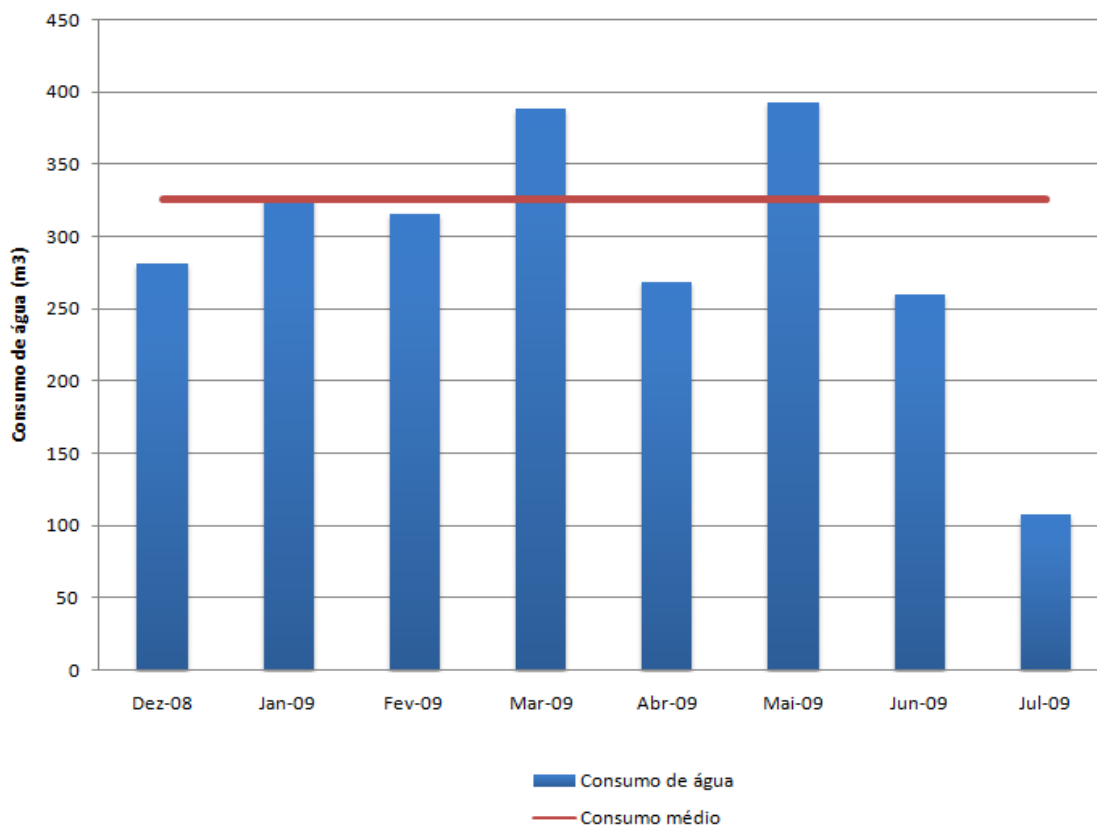


Figura 4.30 – Consumo mensal de água no complexo escolar dos Arcos

Para os meses analisados foi determinada a variação de consumos diários entre o período de aulas e o período de férias.

Na Tabela 4.30 apresentam-se as estatísticas relativas ao consumo diário no complexo escolar dos Arcos.

Tabela 4.30 – Estatísticas relativas ao consumo diário no complexo escolar dos Arcos

	Nº	Período de aulas* (m ³ /dia)	Período de férias (m ³ /dia)
Dias de aulas	111	Consumo médio 17	Consumo médio 3
Dias de férias	80	Consumo máximo 33	Consumo máximo 10
		Consumo mínimo 0,02	Consumo mínimo 0,06

* No período de aulas não se incluíram os fins-de-semana, no período de férias contabilizaram-se também os fins-de-semana.

Na Figura 4.31 apresentam-se os resultados, verificando-se que em período de aulas o consumo médio de água neste complexo escolar é de 17 m³/dia (gama 0,02 – 33 m³/dia), sendo de 3 m³/dia (gama 0,06 – 10 m³/dia) em período de férias.

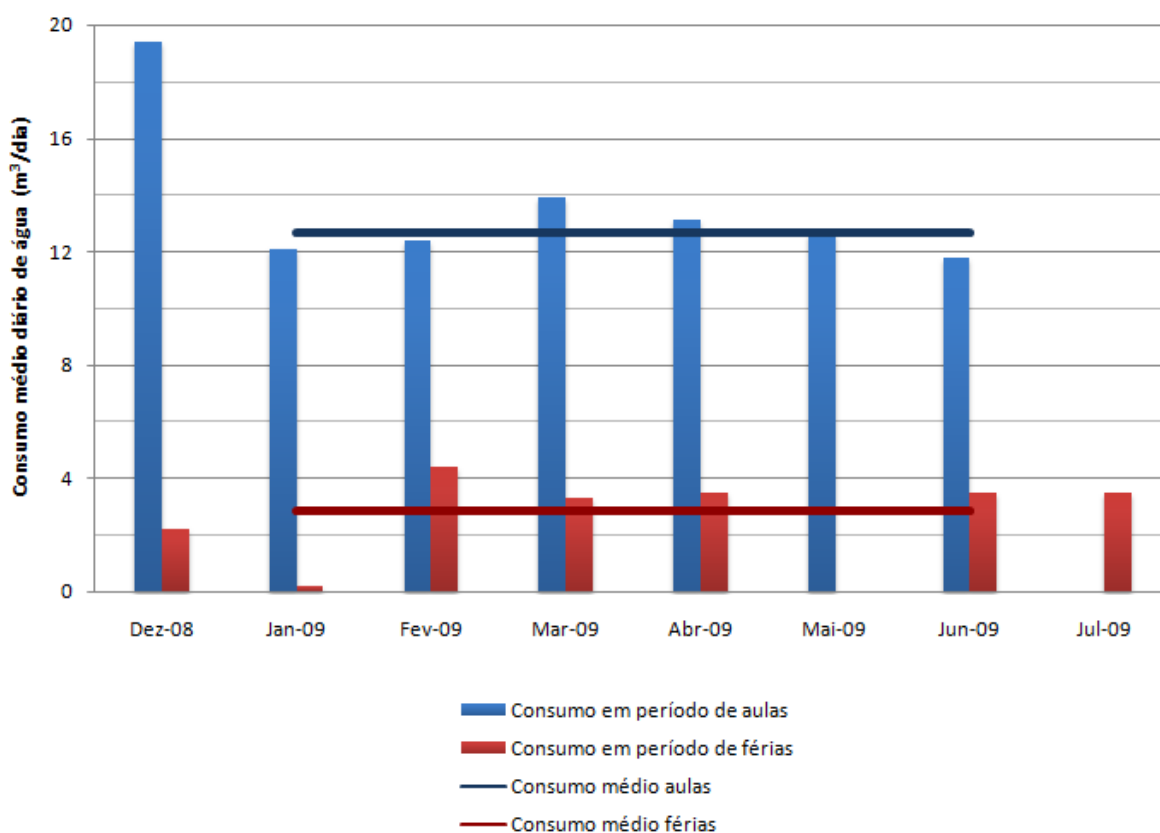


Figura 4.31 – Consumo médio diário de água no complexo escolar dos Arcos

De acordo com a Figura 4.31, verifica-se que o consumo de água no período de aulas é cerca de 98% superior ao período de férias em Janeiro, em Fevereiro, Março, Abril e Junho é respectivamente superior em 64%, 76%, 73% e 70%.

Realizou-se ainda uma caracterização do consumo médio diário para cada dia da semana, identificando-se se os valores estão relacionados com o período de aulas ou período de férias. Na Tabela 4.31 apresenta-se uma síntese dos resultados.

Tabela 4.31 – Estatísticas relativas ao consumo diário por dia da semana no complexo escolar dos Arcos

	Nº	(m ³ /dia)	2ª f	3ª f	4ª f	5ª f	6ª f	Sábado	Domingo	
Dias de aulas	111	Consumo médio	16,2	18,9	15,4	16,4	17,4	1,3	0,8	
Dias de férias	80	Período aulas	Consumo máximo	20,1	21,3	20,6	22,6	32,6	7,5	7,7
		Consumo mínimo	6,92	15,00	0,02	0,07	0,04	0,01	0,05	
		Período férias	Consumo médio	5,0	4,5	4,6	4,0	3,6	0,8	0,2
		Consumo máximo	6,5	7,1	7,8	7,5	9,7	7,2	0,5	
		Consumo mínimo	3,35	1,94	0,15	0,17	0,09	0,11	0,06	

Na Figura 4.32 podem observar-se os resultados obtidos, reflexo da variação da taxa de ocupação e do tipo de actividades desenvolvidas nesta instalação de ensino (diferentes disciplinas).

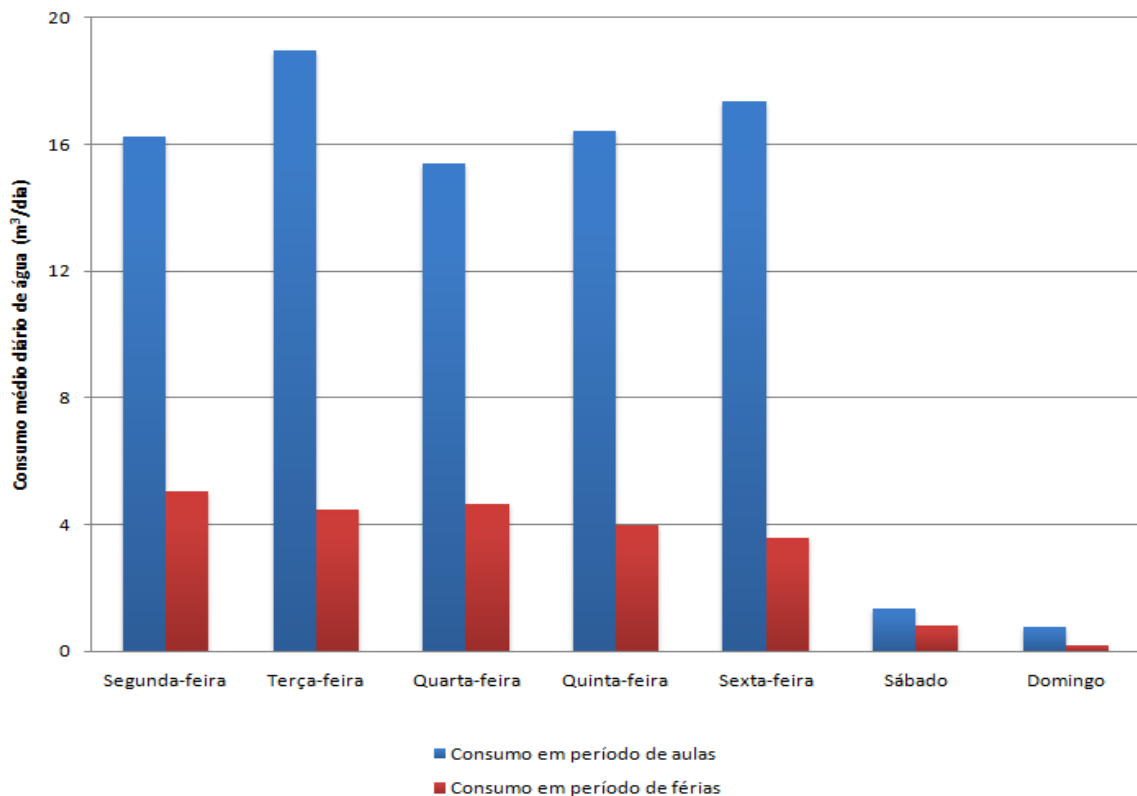


Figura 4.32 – Consumo médio diário de água por dia da semana no complexo escolar dos Arcos

Na Figura 4.32 verifica-se que a 3ª f é o dia da semana com maior consumo durante o período de aulas, cerca de 19 m³/dia (gama 15 - 21 m³/dia). Por outro lado, no período de férias, a 2ª f é o dia com maior consumo observando-se 5 m³/dia (gama 3 – 7 m³/dia). A quarta-feira é o dia útil com menor consumo de 15 m³/dia (gama 0,02 – 21 m³/dia), este facto pode ser justificado por neste dia apenas haver aulas da parte da manhã. O fim-de-semana, como seria de esperar, é o período com menores consumos, no entanto é possível

identificar uma redução de 40% (1,3 para 0,8 m³/dia) e 76% (0,8 para 0,2 m³/dia) quando se passa se período de aulas para período de férias, conforme se trate de sábado ou domingo respectivamente.

Foi ainda possível analisar o consumo horário ao longo do período em análise, apresentando-se na Figura 4.33 os consumos médios horários em cada mês. Verifica-se que os meses de Dezembro, Abril e Junho apresentam valores mais baixos, provavelmente pelos períodos de férias terem ocorrido em parte significativa destes meses.

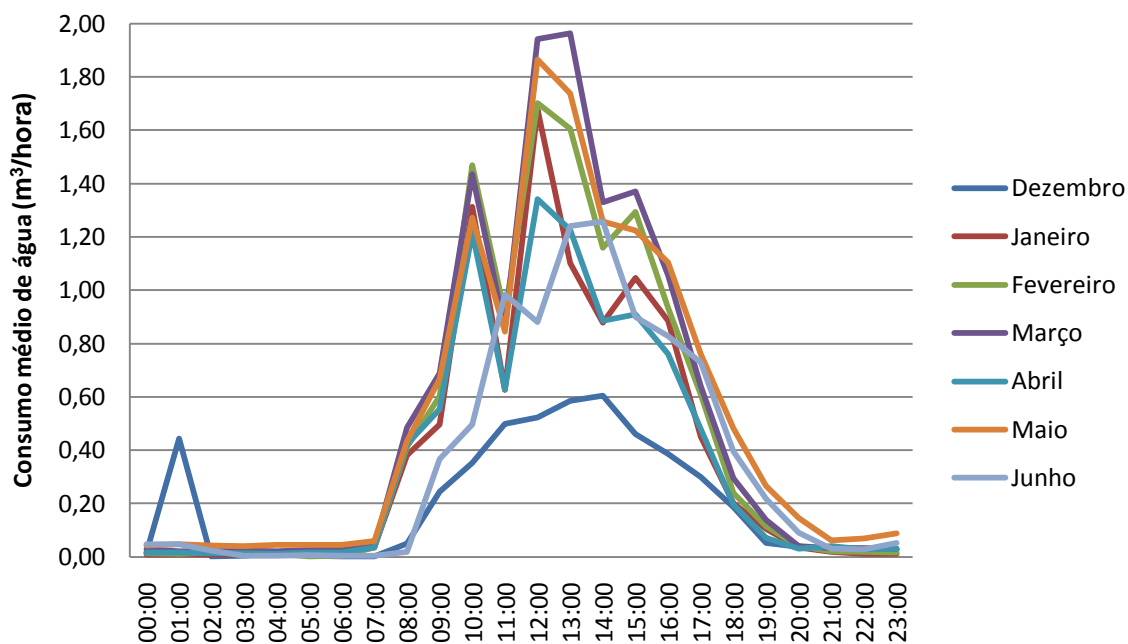


Figura 4.33 – Consumo médio de água por hora no complexo escolar dos Arcos

Como seria previsível o consumo de água começa a ocorrer a partir das 7h-8h atingindo o seu pico a meio do dia (12h-13h) voltando a diminuir após as 18h. Para os meses de Janeiro a Maio identifica-se claramente a existência de três picos de consumo, o primeiro por volta das 10h-11h30, depois o segundo entre as 12h-13h, e o terceiro por volta das 15h. Provavelmente o facto apresentado ocorre por serem alturas onde há maior consumo de água na zona de refeitório e bar na preparação de alimentos. É também entre as 9h e as 15h que ocorrem as aulas de educação física existindo, previsivelmente, maior consumo de água nos balneários.

Neste caso de estudo apenas é possível calcular o consumo médio de água mensal no complexo escolar dos Arcos que é de 325 m³, com base nos dados apresentados na descrição deste caso de estudo, calculam-se alguns indicadores de consumo apresentados na Tabela 4.32.

Tabela 4.32 – Indicadores de consumo calculados para o complexo escolar dos Arcos

Quantidade de água consumida	
Consumo médio mensal	325 m ³ /mês
Consumo médio mensal	11 m ³ /dia
Consumo médio diário por utilizador	0,02 m ³ /(utilizador.dia)

Em relação aos dispositivos de uso da água, considera-se útil a comparação dos volumes médios determinados na Tarefa 3 com os valores indicados pelo sistema australiano de classificação de dispositivos em termos de uso eficiente da água (AS/NZS 6400:2005 e AS/NZS 3662:2005).

Tabela 4.33 – Comparação dos volumes médios determinados nos dispositivos com a classificação de dispositivos pelo sistema australiano em termos de uso eficiente da água

Dispositivo	Unidades	A	AA	AAA	AAAA	AAAAA	Volumes médios determinados
Torneiras de lavatório, bidé ¹	l/min	6 - 7,5	4,5 - 6	3 - 4,5	2 - 3	< 2 ⁺	5 - 9 ^A
							3 - 8 ^B
							9 - 12 ^C
							11 - 14 ^D
Torneiras de cozinha ¹	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6	5 - 10 ^E
							18 ^F
							11 - 13 ^G
Chuveiros	l/min	12 - 15	9 - 12	7,5 - 9	6 - 7,5	< 6	5 - 16
Autoclismos	l	5,5 - 6,5	4 - 5,5	3,5 - 4	2,5 - 3,5	< 2,5	
Urinóis	l/descarga	< 2,5 [*]	< 2 ^{**}	< 2 ^{***#}	< 2 ^{***#}	< 1,5 ^{**#}	

¹ Aplica-se o mesmo critério aos reguladores de fluxo

⁺ com fecho automático

^{*} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 3 postos individuais

^{**} operação pelo utilizador ou automática sendo servidos até 2 postos individuais

^{***} servido 1 posto individual

[#] a classificação AAA, AAAA, AAAAA depende do modo de activação e do sensor

^A Torneira com temporizador de lavatório

^B Torneira de pé

^C Torneira sensor de lavatório

^D Torneira misturadora de alta pressão na cozinha

^E Torneira misturadora acoplada à de alta pressão de cozinha

^F Torneira misturadora de sala de aula

^G Torneira misturadora do bar

Seguidamente sugerem-se algumas medidas e acções de melhoria nesta ICS, apresentadas na Tabela 4.34 e Tabela 4.35.

Tabela 4.34 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do complexo escolar dos Arcos

Medidas e acções comportamentais	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Levantamento da frequência de utilização dos vários dispositivos e equipamentos de uso da água		Geral
Manter os procedimentos de leitura do contador existente no edifício e alargar este procedimento aos contadores parciais em determinadas áreas laboratoriais e de restauração (assim que estes sejam colocados).	Facilitar o procedimento de monitorização os consumos de água	Geral
Levantamento dos procedimentos de limpeza gerais e dos procedimentos na cozinha e refeitório		Geral
Campanha de sensibilização para adequação dos comportamentos de uso da água por parte dos utilizadores, nomeadamente para a correcta utilização dos dispositivos e equipamentos de uso da água existentes nas instalações sanitárias, área de restauração, laboratórios e no sistema de rega	Redução do consumo de água em autoclismos, torneiras, chuveiros, urinóis, máquinas de lavar louça, noutros equipamentos laboratoriais e no sistema de rega	Geral
Adopção de procedimentos de detecção e reparação de fugas		Geral
Adequação do volume, frequência e duração das descargas dos urinóis em função da utilização através de inspecção regular aos dispositivos		Geral
Recolha de água da chuva para rega em jardins ou similares	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em jardins ou similares		Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Redução do consumo de água na rega	Usos exteriores
Recolha de água da chuva para rega em campos desportivos e outros espaços verdes de recreio	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Usos exteriores
Adequação de procedimentos de lavagem de pavimentos		Geral
Utilização de limpeza a seco de pavimentos	Redução do consumo de água na lavagem de pavimentos	Geral

Tabela 4.35 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do complexo escolar dos Arcos

Medidas e acções tecnológicas	Objectivo/Implementação	Aplicável
Colocação de contadores parciais no edifício, nomeadamente na área de restauração, nos laboratórios e para o sistema de rega	Monitorização do consumo de água em diferentes usos	Laboratórios/ Restauração/Usos exteriores
Dimensionamento do sistema de aproveitamento da água da chuva e colocação dos respectivos reservatórios	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Geral
Substituir progressivamente equipamentos com uso da água, como máquinas de lavar loiça na área da restauração, segundo a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental	Redução do consumo de água em diferentes usos	Restauração

4.4.7 Síntese do caso de estudo

A realização deste caso de estudo, permitiu a aplicação da metodologia definida de forma mais completa, tendo sido possível recolher informação essencial para quase todas as etapas apresentadas. A motivação da entidade gestora desta instalação para os benefícios que esta análise pode trazer, assim como a disponibilidade e apoio na procura de informação relevante para a concretização dos objectivos teve um papel essencial. É de realçar no entanto que sendo uma instalação nova (inaugurada em Setembro de 2008) esta

disponibilidade de informação estava de certo modo facilitada. Por outro lado, existia também a motivação extra desta instalação de ensino ser modelo para mais dois complexos escolares no concelho, interessando obviamente corrigir alguns detalhes ou prever situações ou opções por equipamentos que melhorem a gestão da água nestes edifícios, diminuindo também os custos associados. É de referir que teria sido útil analisar as especificações técnicas dos dispositivos de uso da água, principalmente das torneiras e autoclismos, no entanto embora tenham sido pedidos estes dados não foi possível obtê-los, pelo menos em tempo útil para incluir esta informação no trabalho realizado.

A análise deste caso de estudo permitiu confirmar, como seria de esperar para uma instalação deste tipo, que os consumos de água variam consoante a taxa de ocupação e os horários das actividades específicas que ocorrem. Verifica-se que os consumos médios durante os dias úteis, quer sejam em período de aulas ou de férias, são bastante superiores aos do fim-de-semana, realizando-se também que a maior diferença de consumos entre o período de aulas e de férias é verificada nos dias úteis. Encontra-se também um padrão de consumo em que começa a ocorrer um pouco antes do início das aulas, neste caso 8h, atingindo o máximo a meio do dia, entre as 12h-13h, e voltando a diminuir após as 18h. Considera-se que os picos de grandes consumos de água que ocorrem nesta instalação de ensino sejam, previsivelmente, justificados pela necessidade de preparação de alimentos, aumento da frequência de utilização dos sanitários, principalmente os balneários após as aulas de educação física, aulas de componente laboratorial, entre outros factores. Apresenta-se algumas recomendações ao nível de medidas e acções comportamentais e tecnológicas (adequação/substituição ou aquisição de dispositivos e equipamentos de uso de água mais eficientes), como por exemplo colocação de redutores de caudal, dispositivos para aproveitamento de água das chuvas, entre outros.

Este caso de estudo ainda permitiu a obtenção de indicadores de consumo, em termos da quantidade de água consumida no complexo escolar dos Arcos, um valor médio de $11\text{m}^3/\text{dia}$ e de $0,02\text{ m}^3/(\text{utilizador.dia})$. Em termos comparativos com os valores encontrados para esta tipologia (instalação de ensino) em bibliografia, para escolas elementares e secundárias ($17\text{ m}^3/\text{dia}$) e escolas técnicas ($18\text{ m}^3/\text{dia}$) segundo Vickers (2001), sendo no entanto o valor calculado inferior. Segundo Pedroso (1996) para escolas o valor mais baixo de referência é de $10\text{ l}/(\text{aluno.dia})$ e o mais alto é indicado por BCM (2003) é de $135\text{ l}/\text{aluno.dia}$, verificando-se que o valor calculado de $20\text{ l}/(\text{utilizador.dia})$ se aproxima mais do valor referido pelo primeiro autor.

Como tarefa complementar que não foi possível realizar neste caso de estudo, seria a caracterização da frequência de utilização de cada dispositivo e equipamento. Este trabalho poderia vir a ser realizado no âmbito das actividades escolares por alunos e professores, com acompanhamento de um técnico da Câmara Municipal de Óbidos.

4.5 Caso de estudo D – Instalação Hospitalar

4.5.1 Enquadramento

Este caso de estudo teve como objectivo o diagnóstico ao uso da água no edifício de um hospital distrital inaugurado em 1985. Este hospital conta com 35 valências clínicas, prestando assistência ao nível do Internamento, Consulta Externa, Urgência, Hospital de Dia, Assistência Domiciliária e assegura, praticamente, todos os Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica daí decorrentes. A tipologia deste edifício no que se refere às ICS enquadra-se nas instalações de saúde.

Neste nível de abordagem agregado consideram-se as tarefas seguintes:

- Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos;
- Tarefa 2 - Recolha de informação documental e verificação *in situ*;
- Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico

4.5.2 Tarefa 1 – Definição de objectivos e do plano de trabalhos

Este diagnóstico teve como finalidade obter uma caracterização básica dos usos específicos da água neste hospital, identificar áreas com potencial de redução dos consumos de água, identificação de lacunas de informação e promover procedimentos que possam apoiar a elaboração posterior de uma análise de nível mais pormenorizado, assim como prevenir a existência de desperdícios no uso da água (eg. manutenção adequada).

4.5.3 Tarefa 2 – Recolha de informação documental e verificação *in situ*

No que diz respeito à informação disponível da instalação de saúde consultada, verifica-se que em relação ao sistema de água fria, o abastecimento principal de água é feito pela rede pública, existindo um sistema de abastecimento indirecto, no qual a entrada de água alimenta três reservatórios localizados no subsolo da área adjacente ao hospital. Destes reservatórios, a água segue para a rede de abastecimento do hospital através de três conjuntos de bombas independentes (Figura 4.34).



- A. Reservatórios no subsolo
- B. Tubagens para abastecimento ao hospital
- C. Sistema de bombagem

Figura 4.34 – Fotografias do sistema de abastecimento de água pela rede pública

Quanto ao sistema de água quente, o aquecimento de água para o hospital é realizado na área técnica de apoio ao mesmo, sendo utilizadas duas caldeiras de água quente com a utilização de gás natural como fonte de energia, permutadores de calor e reservatórios localizados na parte superior (Figura 4.35). Conjuntos de bombas de recirculação de água quente, controladas por termóstatos estão ligados nas linhas de retorno, para que seja sempre garantida a temperatura ideal em todos os pontos de consumo.



- A. Caldeiras
- B. Tubagens

Figura 4.35 – Sala técnica onde está instalado o sistema de aquecimento de água do hospital

O sistema adoptado para a climatização do hospital é o de água gelada com chillers a ar, colocados no piso técnico junto da cobertura. A água gelada também é produzida na sala técnica onde está também instalado o sistema de aquecimento de água (Figura 4.36).

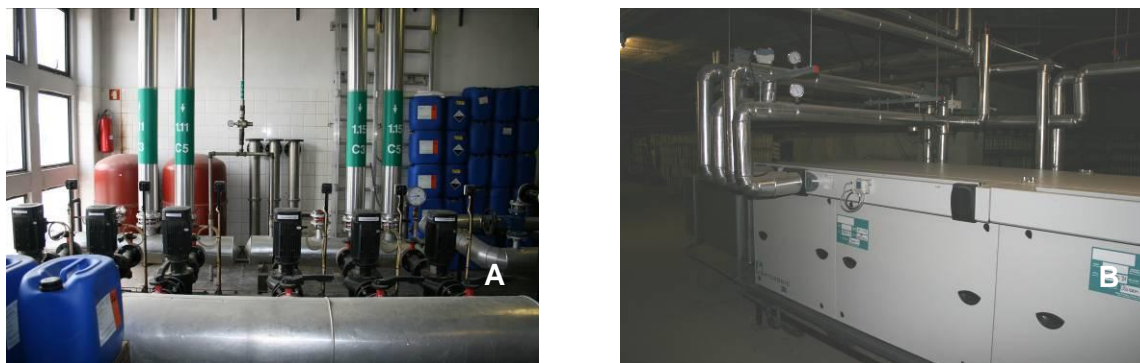


Figura 4.36 – Sistema de produção de água gelada (A) e chiller para climatização (B)

Em relação aos usos específicos de água não foi possível analisar em pormenor, mas constatou-se que são utilizados três tipos de água que são produzidos no hospital.

Verificam-se que em termos de dispositivos, torneiras e autoclismos não são utilizados os mais eficientes na maior parte das instalações sanitárias. No entanto, foi indicado que nas zonas previstas para reabilitação e nas áreas de ampliação do hospital, estas preocupações de utilização de dispositivos mais eficientes é equacionada. O serviço de manutenção é também responsável pela verificação periódica do correcto funcionamento destes equipamentos.

4.5.4 Tarefa 3 – Análise da informação recolhida e relatório de diagnóstico

Com base nas facturas da água foi possível obter os gráficos apresentados na análise seguinte e verificar a evolução do consumo de água nesta instalação.

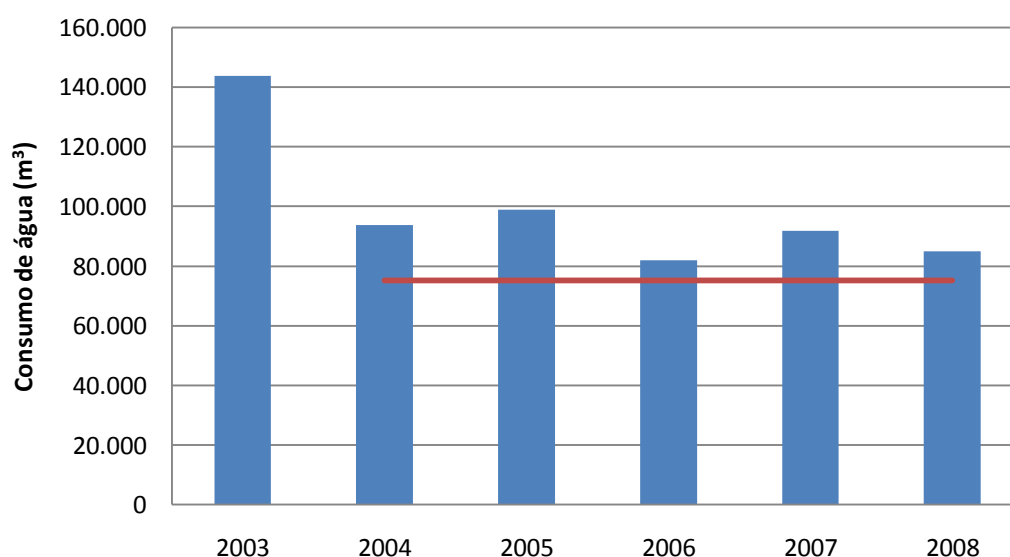


Figura 4.37 – Consumo anual de água do hospital entre 2003 e 2008

Pela análise da Figura 4.37 verifica-se que de 2003 para 2004 existiu uma redução

significativa (superior a 40 000 m³) do consumo anual de água, tendo-se verificado posteriormente até 2008 a manutenção relativamente constante destes consumos de água, perto de 90 000 m³ por ano. Não foi possível averiguar se esta diferença significativa de 2003 para 2004 correspondeu a alguma medida implementada no que se refere ao uso mais eficiente da água. Para os cálculos seguintes retirou-se o ano de 2003. O consumo médio anual é de 75 256 m³/ano. Na Figura 4.38 observam-se os consumos bimensais de água neste hospital entre 2004 e 2008.

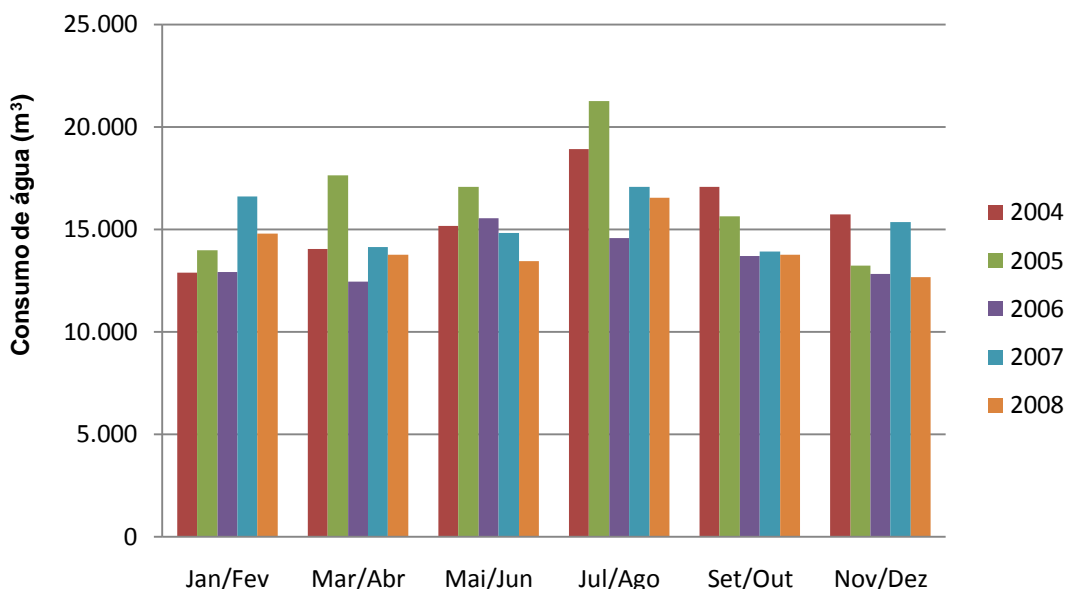


Figura 4.38 – Consumos bimensais de água do hospital entre 2004 e 2008

Na Tabela 4.36 apresentam-se as estatísticas relativas ao consumo bimensal neste hospital.

Tabela 4.36 – Estatísticas relativas ao consumo bimensal neste hospital (2004-2008)

	Jan/Fev	Mar/Abr	Mai/Jun	Jul/Ago	Set/Out	Nov/Dez
Média	14234	14403	15209	17679	14820	13961
Máx.	16595	17638	17058	21262	17081	15725
Mín.	12896	12447	13434	14585	13708	12662

Em relação à Figura 4.38 verifica-se um consumo bimensal semelhante entre 2004 e 2008. Verifica-se que nos primeiros quatro meses do ano os consumos bimensais médios apresentam-se próximos dos 14 000 m³, depois este sobem ligeiramente para perto dos 16 000 m³ entre Maio e Agosto, e depois voltam aos valores médios do início do ano. Em termos de Lotação Média Praticada para este hospital o valor é de 365 camas por ano (dados de 2006/2007). Este valor indica o número de camas disponíveis e apetrechadas para internamento imediato de doentes, excluindo-se as camas do berçário, do serviço de observações, do serviço de anatomia patológica, do recobro e dos hospitais de dia,

nomeadamente da hemodiálise. No entanto a taxa média de ocupação para o mesmo período foi de 72,5%. Deste modo, o número médio de camas ocupadas por ano é de 265. Este valor permitirá calcular alguns indicadores de consumo como apresentados na Tabela 4.37 (não se contabilizou para as médias de consumo o ano de 2003).

Tabela 4.37 – Indicadores de consumo de água no hospital

Ano	Consumo total (m ³ /ano)	Consumo total (m ³ /dia)	Consumo total (l/(cama.dia))
2004	93 842	257	970
2005	98 798	271	1021
2006	82 029	225	848
2007	91 928	252	950
2008	84 939	233	878

Os indicadores de consumo calculados para esta instalação hospitalar variam entre 848 a 1021 l/(cama.dia) entre 2004 e 2008. De acordo com a Tabela 2.6, os valores são da mesma ordem de grandeza dos casos reportados em bibliografia. Na revisão bibliográfica foram encontrados valores próximos dos valores obtidos para este hospital, por quatro autores diferentes, nomeadamente 900 l/(cama.dia) de Afonso (1997), 470-1300 l/(cama.dia) segundo Afonso (2001), 570-950 l/(cama.dia) de Tchobanoglous, *et al* (2003) e por fim 1000 l/(cama.dia) segundo EMABESA (2003).

Na Tabela 4.38 e Tabela 4.39 sugerem-se algumas medidas e acções de melhoria para esta ICS, tendo em conta as informações recolhidas.

Tabela 4.38 – Proposta de medidas e acções comportamentais a incluir no plano de acção para UEA do hospital

Medidas e acções comportamentais	Objectivo/Implementação	Sectores aplicáveis
Levantamento da frequência de utilização dos vários dispositivos e equipamentos de uso da água		Geral
Manter os procedimentos de leitura do contador geral existente no edifício e ponderar o alargamento deste procedimento a contadores parciais em determinadas áreas	Facilitar o procedimento de monitorização os consumos de água	Geral
Levantamento dos procedimentos de limpeza		Geral
Campanha de sensibilização para adequação dos comportamentos de uso da água por parte dos utilizadores, nomeadamente para a correcta utilização dos dispositivos e equipamentos de uso da água	Redução do consumo de água em autoclismos, torneiras, chuveiros, urinóis, máquinas de lavar louça, noutros equipamentos laboratoriais e no sistema de rega	Geral
Manter os procedimentos de detecção e reparação de fugas		Geral
Recolha de água da chuva para rega em jardins ou similares	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Usos exteriores
Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em jardins ou similares	Redução do consumo de água na rega	Usos exteriores

Tabela 4.39 – Proposta de medidas e acções tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA do hospital

Medidas e acções tecnológicas	Objectivo/Implementação	Aplicável
Colocação de contadores parciais no edifício, em áreas a definir	Monitorização do consumo de água em diferentes usos	(e.g.cozinha/usos exteriores)
Dimensionamento do sistema de aproveitamento da água da chuva e colocação dos respectivos reservatórios	Origens de água alternativas para usos compatíveis	Geral

4.5.5 Síntese do caso de estudo

O nível de análise agregado deste caso de estudo não permitiu a quantificação do volume de água em usos específicos, no entanto recomendam-se medidas e acções ao nível dos comportamentos no sentido de incentivar boas práticas ao nível do uso da água e outras que promovam e facilitem o procedimento de monitorização os consumos de água. No entanto, para a sugestão de medidas e acções tecnológicas mais específicas seria necessário a obtenção de outras informações sobre dispositivos e equipamentos de uso de água.

Este caso de estudo permitiu ainda o cálculo de indicadores de consumo variando entre 848 a 1021 l/(cama.dia) no período entre 2004 e 2008. Os valores calculados são da mesma ordem de grandeza dos casos reportados em bibliografia, neste caso tendo sido encontrados valores próximos dos valores obtidos para este hospital, por quatro autores diferentes, nomeadamente 900 l/(cama.dia) de Afonso (1997), 470-1300 l/(cama.dia) segundo Afonso (2001), 570-950 l/(cama.dia) de Tchobanoglous *et al.* (2003) e por fim 1000 l/(cama.dia) segundo EMABESA (2003).

4.6 Caso de estudo E – Análise de Perfis de Consumo de ICS em Oeiras

4.6.1 Enquadramento

Neste caso de estudo, ao invés de olhar para uma instalação procedeu-se à análise dos perfis de consumo de várias ICS em Oeiras. Considerou-se útil realizar este trabalho de análise dos perfis de consumo, com recurso à aplicação TradebXL4.0, para aferir diferenças nos padrões de consumo em diferentes ICS a partir da análise dos consumos de água monitorizados para algumas instalações colectivas e similares (ICS), disponibilizados pelos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) de Oeiras e Amadora.

4.6.2 Análise dos perfis de consumo

A partir do conjunto de séries de consumo disponibilizadas pelos SMAS de Oeiras foram escolhidas oito instalações que apresentaram dados mais fiáveis para se proceder a esta análise. Na Tabela 4.40 apresenta-se o tipo de cada ICS em análise.

Tabela 4.40 - Caso de estudo D: Identificação das ICS em análise

ID	Tipologia de grande consumidor
8	
9	Instalações de Ensino (IE)
38	
50	
54	Instalações de Investigação (II)
59	
13	Instalação Desportiva (ID)
39	Escritório (E)

Os dados utilizados para esta análise referem-se na sua maioria aos anos de 2006 a 2008 e são resultantes da monitorização em contínuo destas instalações (em intervalos de 5 minutos). Para uma primeira análise dos consumos de água destas entidades, obtiveram-se os gráficos do consumo médio mensal para cada tipo de instalação (Figura 4.39 a Figura 4.42).

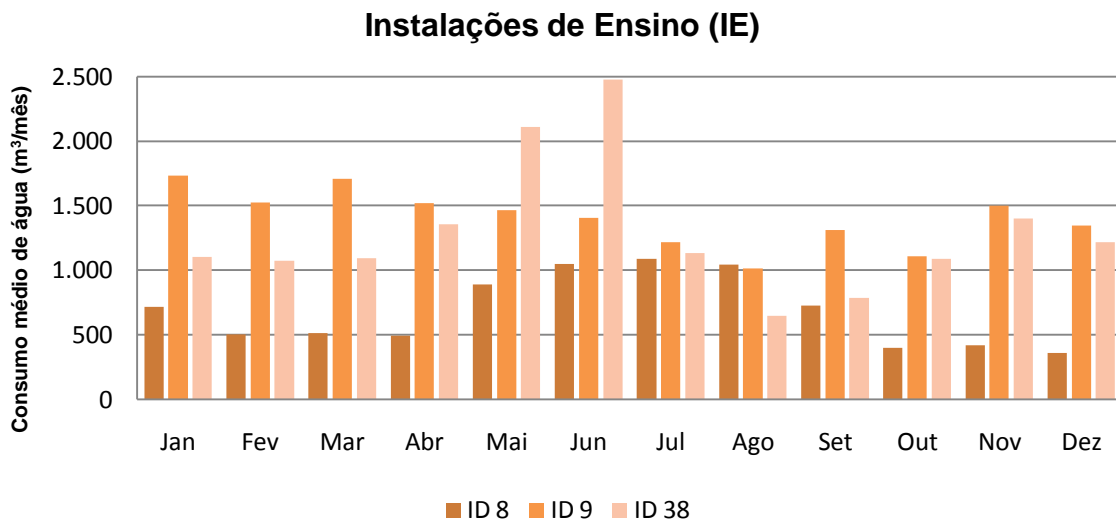


Figura 4.39 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para as instalações de ensino

Observando a Figura 4.39 verifica-se que as instalações de ensino com ID8, ID9 e ID38 apresentam em termos anuais um comportamento semelhante na maior parte dos meses. As variações reflectem factores como o calendário escolar, as actividades existentes e as variações meteorológicas.

A Figura 4.40 apresenta o consumo médio mensal das três instalações de investigação, apresentando um comportamento semelhante para todas as instalações apresentadas. A ID59 é a entidade que apresenta consumos de água mais elevados. Verifica-se um crescimento progressivo dos consumos de água entre Janeiro e Junho, sendo que entre Julho e Dezembro o consumo médio de água vai decrescendo progressivamente até aos 1 500 m³/mês, naturalmente reflexo das condições meteorológicas, entre outros factores.

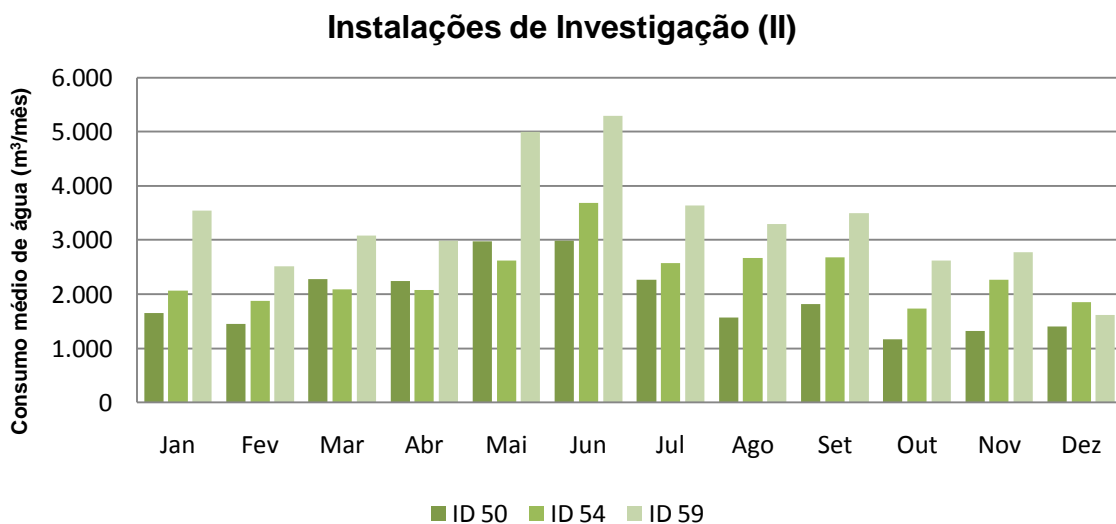


Figura 4.40 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para as instalações de investigação

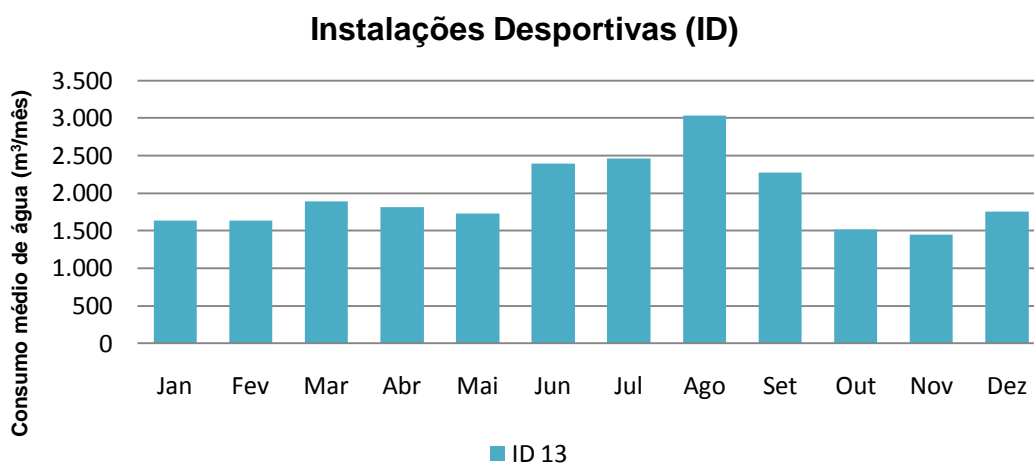


Figura 4.41 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para a instalação desportiva

Também em relação à instalação desportiva, observa-se na Figura 4.41 que o consumo médio de água se mantém estável entre Janeiro e Maio, pelos 1 600 m³/mês, depois ocorre um aumento para os 2 500 m³/mês em Junho e Julho. Em Agosto atinge-se o pico de consumo médio de água com 3 000 m³/mês, ocorrendo posteriormente um decréscimo até Outubro, onde se atinge os 1 500 m³/mês, mantendo-se os meses seguintes perto deste valor até ao final do ano.

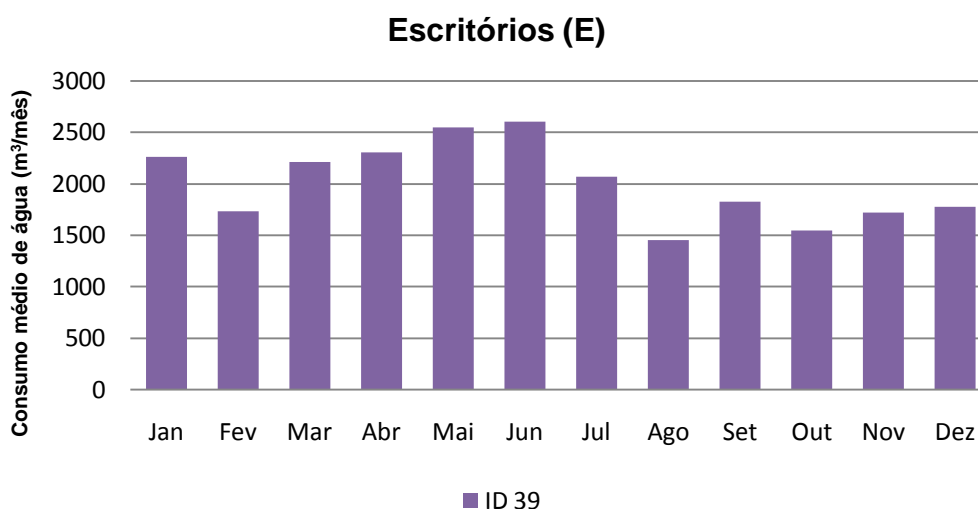


Figura 4.42 – Caso de estudo D: consumo médio mensal para o escritório

No caso da ID39, uma instalação de escritórios, na Figura 4.42, observa-se uma tendência semelhante excepto para Janeiro.

Tendo em consideração a informação disponível, apresenta-se na Tabela 4.41 os indicadores de consumo de água determinados para as instalações em análise.

Tabela 4.41 – Indicadores de consumo das ICS em análise, concelho de Oeiras

ID	Tipologia	Quantidade de água consumida (consumos médios)	
8		683 m ³ /mês	23 m ³ /dia
9	Instalações de Ensino (IE)	1 405 m ³ /mês	47 m ³ /dia
38		1 290 m ³ /mês	43 m ³ /dia
50		1 927 m ³ /mês	64 m ³ /dia
54	Instalações de Investigação (II)	2 349 m ³ /mês	78 m ³ /dia
59		3 323 m ³ /mês	111 m ³ /dia
13	Instalação Desportiva (ID)	1 966 m ³ /mês	66 m ³ /dia
39	Escritório (E)	2 004 m ³ /mês	67 m ³ /dia

Estes indicadores são muito genéricos, embora de alguma utilidade relativa, não permitindo aferir a escala de utilização das ICS sendo mais úteis os indicadores que têm em conta, por exemplo, o número de utilizadores. No entanto, para ICS do mesmo tipo, pode ser feita uma comparação indicativa.

Em relação aos perfis de consumo realizados com o apoio da aplicação TradebXL4.0 apresentam-se os gráficos com a respectiva análise nas secções seguintes. Os resultados estatísticos para esta análise são apresentados no anexo V (da Figura 2 à Figura 9).

Aplicação TradebXL 4.0 – Instalações de ensino

Instalação de ensino ID8

Em relação à instalação de ensino com ID 8, observa-se na Figura 4.43, que a gama de valores de caudal médio diário é relativamente estável para a série temporal seleccionada, verificando-se um aumento do caudal médio entre o início de Maio e meio de Setembro. No entanto, prosseguiu-se com esta série temporal por se considerar que à partida esta sazonalidade associada ao clima não afecta significativamente a estabilidade desta série.

Na Figura 4.46 as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, permitem identificar que o valor mínimo registado foi caudal nulo, verificando-se que, para os dias úteis, os valores médios e máximos são relativamente estáveis, observando-se nos dias de fim-de-semana valores médios inferiores, sendo que o domingo apresenta um valor máximo inferior em cerca de 40%. Nesta instalação verifica-se que, o valor máximo é significativamente superior aos valores médios, o que permite concluir a existência de grande variabilidade dos caudais ao longo do dia.

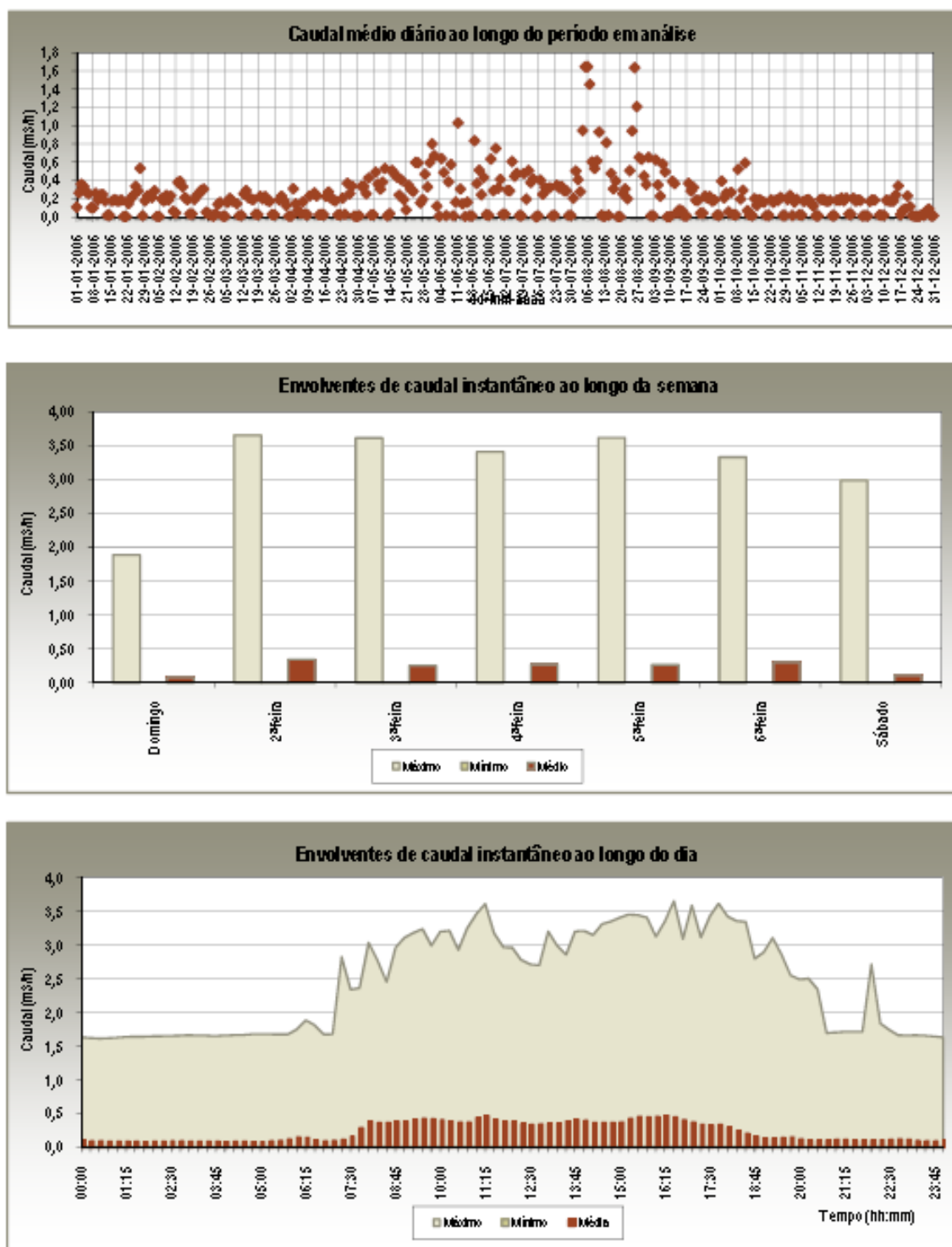


Figura 4.43 – Instalação de ensino ID8: caudal médio diário no período e envolventes de caudal instantâneo diário e horário

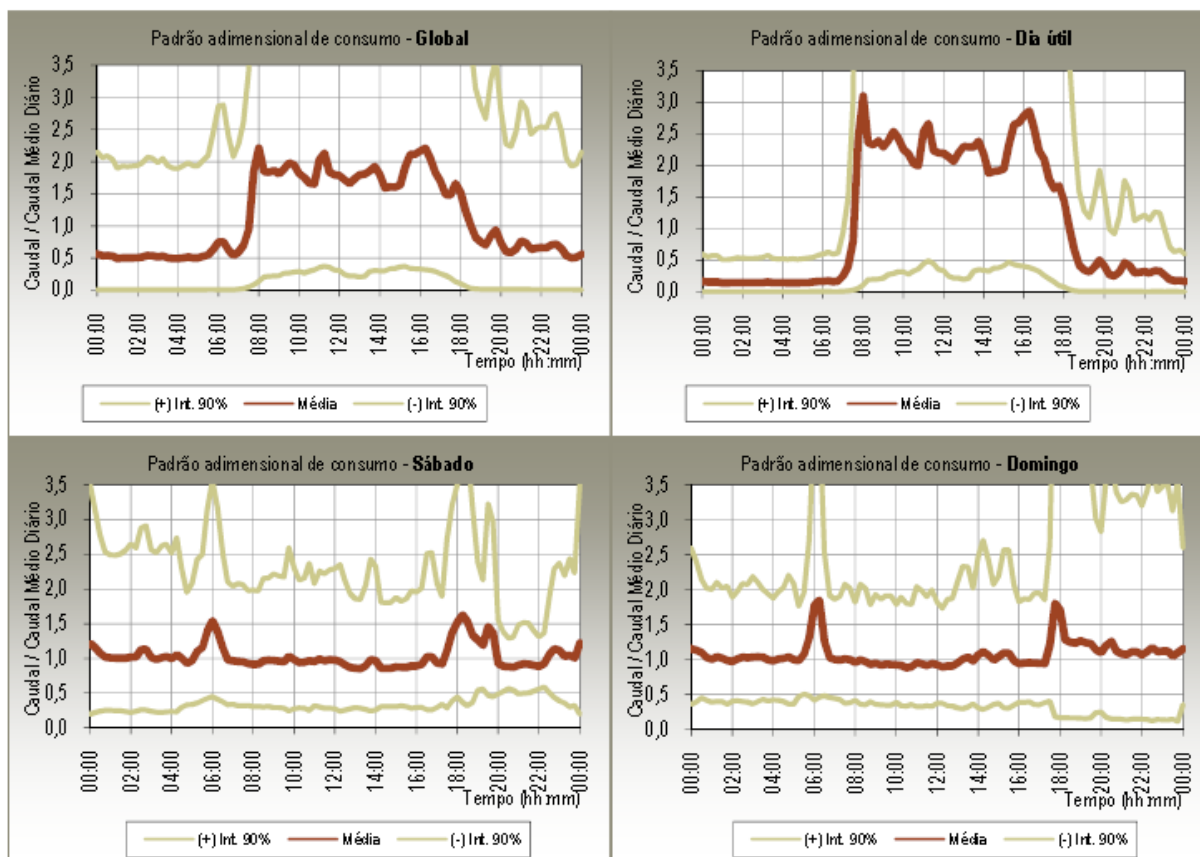


Figura 4.44 – Instalação de ensino ID8: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Na Figura 4.44 verifica-se que o padrão para o dia útil indica o aumento do consumo a partir das 7h30, existindo um primeiro pico acentuado por volta das 8h e um segundo pico significativo cerca das 11h. Observa-se um terceiro pico de consumo pelas 16h e uma descida acentuada até cerca das 18h, hora a partir da qual se registam novamente valores mínimos. Os padrões adimensionais para o sábado e domingo são semelhantes, existindo um pico de consumo de água perto das 6h e posteriormente outro perto das 18h, sendo que os caudais médios apresentam registos muito mais baixos. Por sua vez, o padrão adimensional de consumo global é semelhante ao do dia útil, apresentando no entanto consumos mais baixos. O período de maiores consumos (7h30 – 18h30) corresponderá naturalmente aproximadamente ao período de aulas. Os padrões adimensionais por dia da semana (anexo IV - Figura 2) são relativamente semelhantes.

Instalação de ensino ID9

Em relação à instalação de ensino com ID9, observa-se na Figura 4.45 que a gama de valores de caudal médio diário é relativamente estável na série temporal, verificando-se um decréscimo ligeiro nos valores entre Julho e Agosto, indicando provavelmente o efeito do

período de férias.

Na Figura 4.45 as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, apresentando, para cada dia da semana apresentam valores máximos inferiores às 2^{af}, 4^{af} e 6^{af}. Em relação aos valores médios não se observam diferenças significativas dias úteis, verificando-se apenas uma diferença significativa entre dias úteis e fim-de-semana.

Os valores mínimos registados são nulos. Como característica significativa desta instalação verifica-se que a envolvente dos valores máximos acompanha o comportamento dos valores médios, com menores diferenças que no caso da instalação ID8.

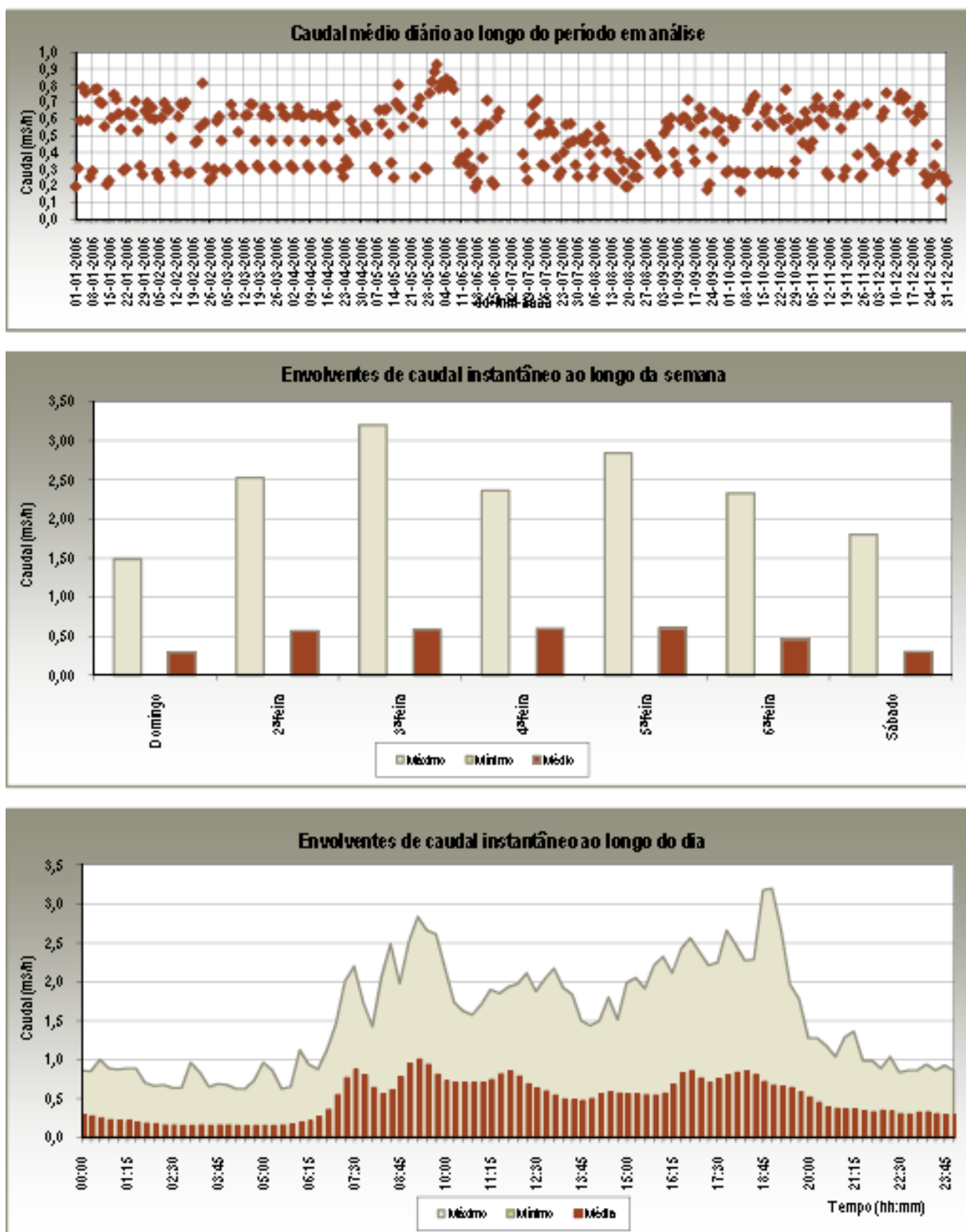


Figura 4.45 – Instalação de ensino ID9: Caudais médio diário e envolventes do caudal instantâneo ao longo da semana e do dia

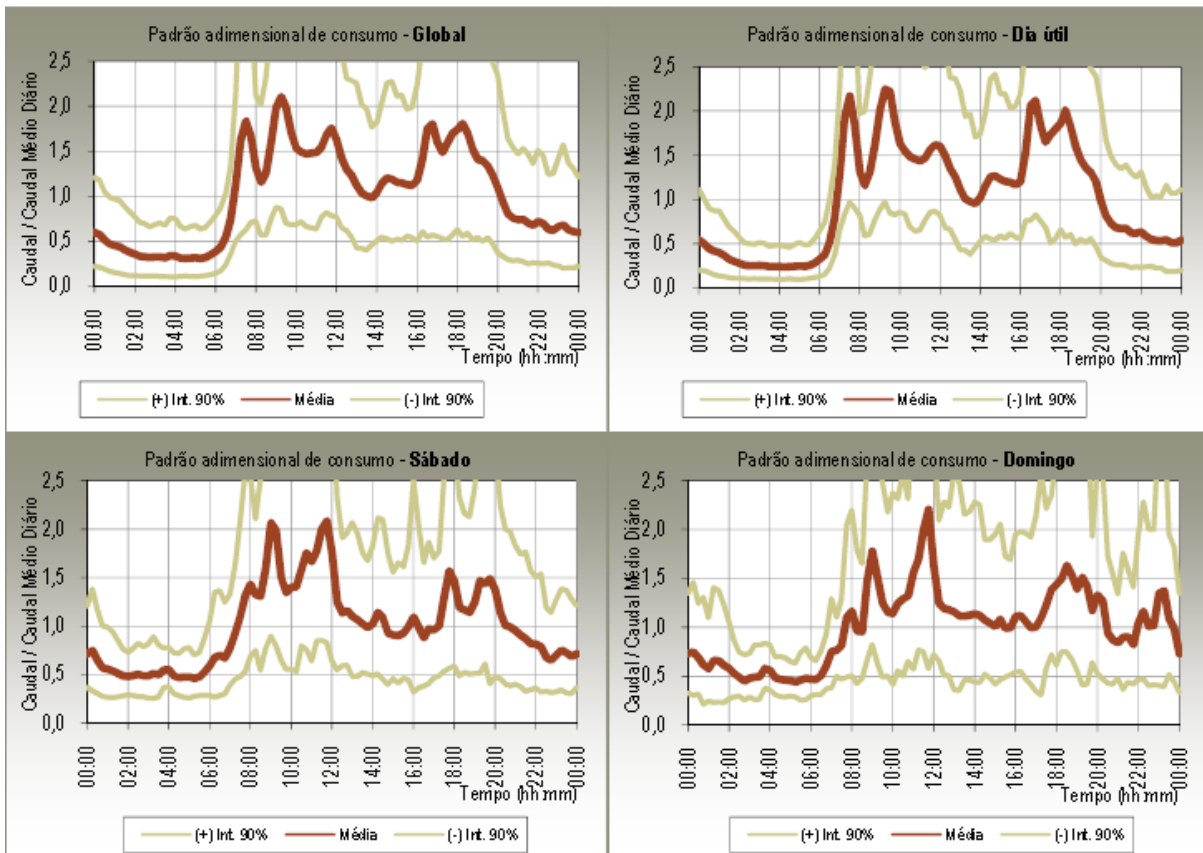


Figura 4.46 – Instalação de ensino ID9: Padrões dimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

O padrão diário do consumo nos dias úteis é relativamente semelhante de 2^ª a 5^ª (anexo IV – Figura 3). Com o aumento do consumo a partir das 7h30, com alguma variação das 12h às 16h e redução significativa depois das 20h (Figura 4.46). O padrão à 6^ª apresenta algumas diferenças dos restantes dias úteis no período da tarde. Os padrões dimensionais para o sábado e domingo são muito semelhantes entre si e distintos nos dias úteis. As diferenças encontradas nos padrões dimensionais reflectem provavelmente o tipo de actividades existentes na instalação, consoante o horário semanal.

Instalação de ensino ID38

Para a instalação de ensino com ID 38, utiliza-se apenas parte da série temporal disponível, a partir de 20 de Setembro, onde a gama de valores de caudal médio diário é relativamente estável.

Na Figura 4.47 é possível verificar que, embora o caudal médio seja estável ao longo da semana, os valores máximos de caudal registado à 3^ª e ao sábado apresentam valores superiores aos restantes dias.

Como característica significativa desta instalação verifica-se que os valores médios são ligeiramente superiores entre as 9h e as 18h e o comportamento dos valores máximo é bastante superior neste período, apresentando picos bastante elevados mostrando a variabilidade de consumos nesses instantes.

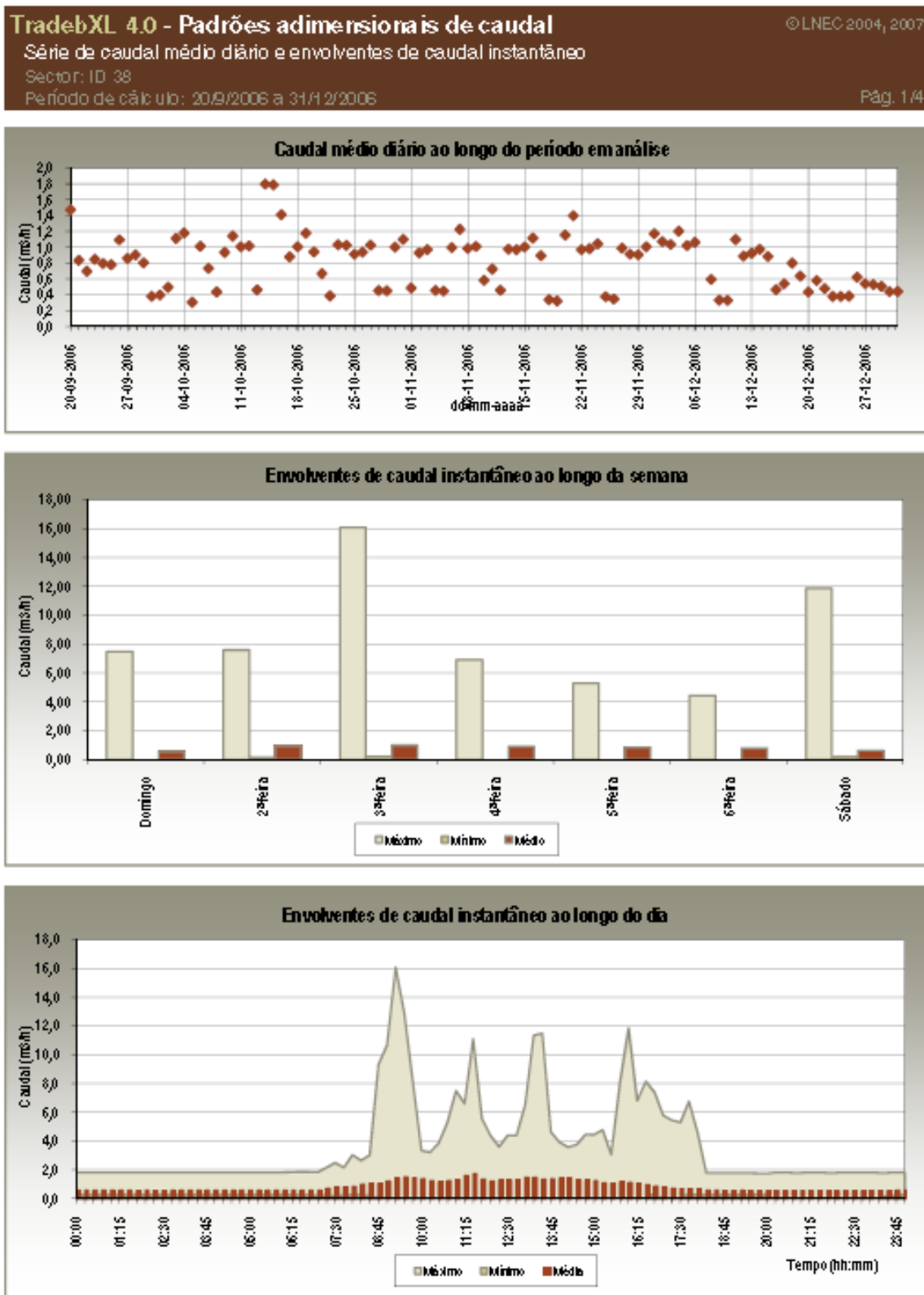


Figura 4.47 – Instalação de ensino ID38: Caudais médio diário e envolventes do caudal instantâneo ao longo da semana e do dia

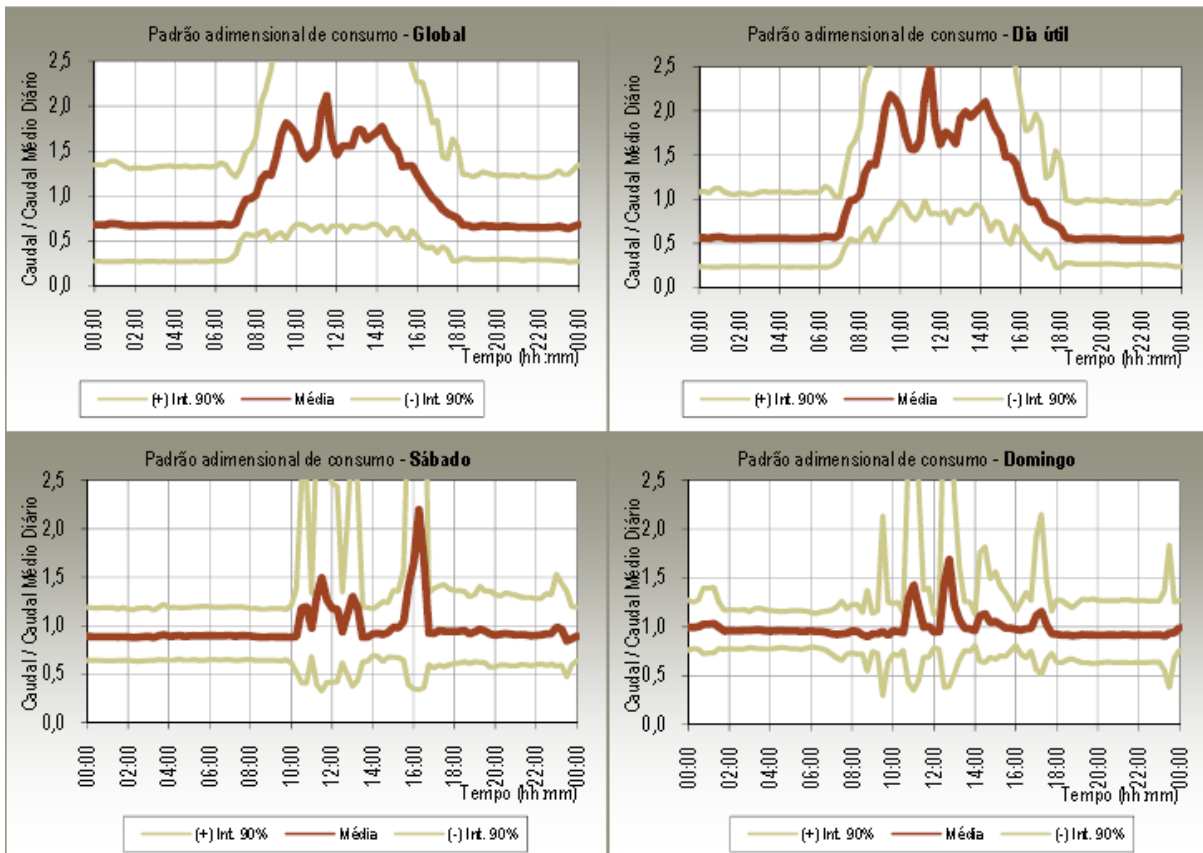


Figura 4.48 – Instalação de ensino ID38: Padrões dimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Relativamente ao padrão adimensional de consumo de dia útil observa-se que o aumento do consumo ocorre por volta das 7h30-8h como se pode observar na Figura 4.48. O primeiro pico de consumo mais significativo ocorre por volta das 10h, ocorrendo posteriormente um segundo e terceiro, por volta das 11h30 e das 14h. A partir das 14h a redução de consumos é significativa. O padrão diário do consumo nos dias úteis é relativamente semelhante para todos os dias (anexo IV - Figura 4).

Os padrões dimensionais para o sábado e domingo apresentam comportamentos semelhantes entre si, particularmente entre as 10h e as 14h, e distintos dos padrões para os dias úteis.

Aplicação TradebXL 4.0 – Instalações de investigação

Instalação de investigação ID 50

Em relação à instalação de investigação com ID 50, verifica-se na Figura 4.49 que a gama de valores de caudal médio diário é relativamente estável para a série temporal

seleccionada, verificando-se apenas um período entre final de Maio e início de Outubro onde ocorrem pontualmente valores de caudal médio mais elevados.

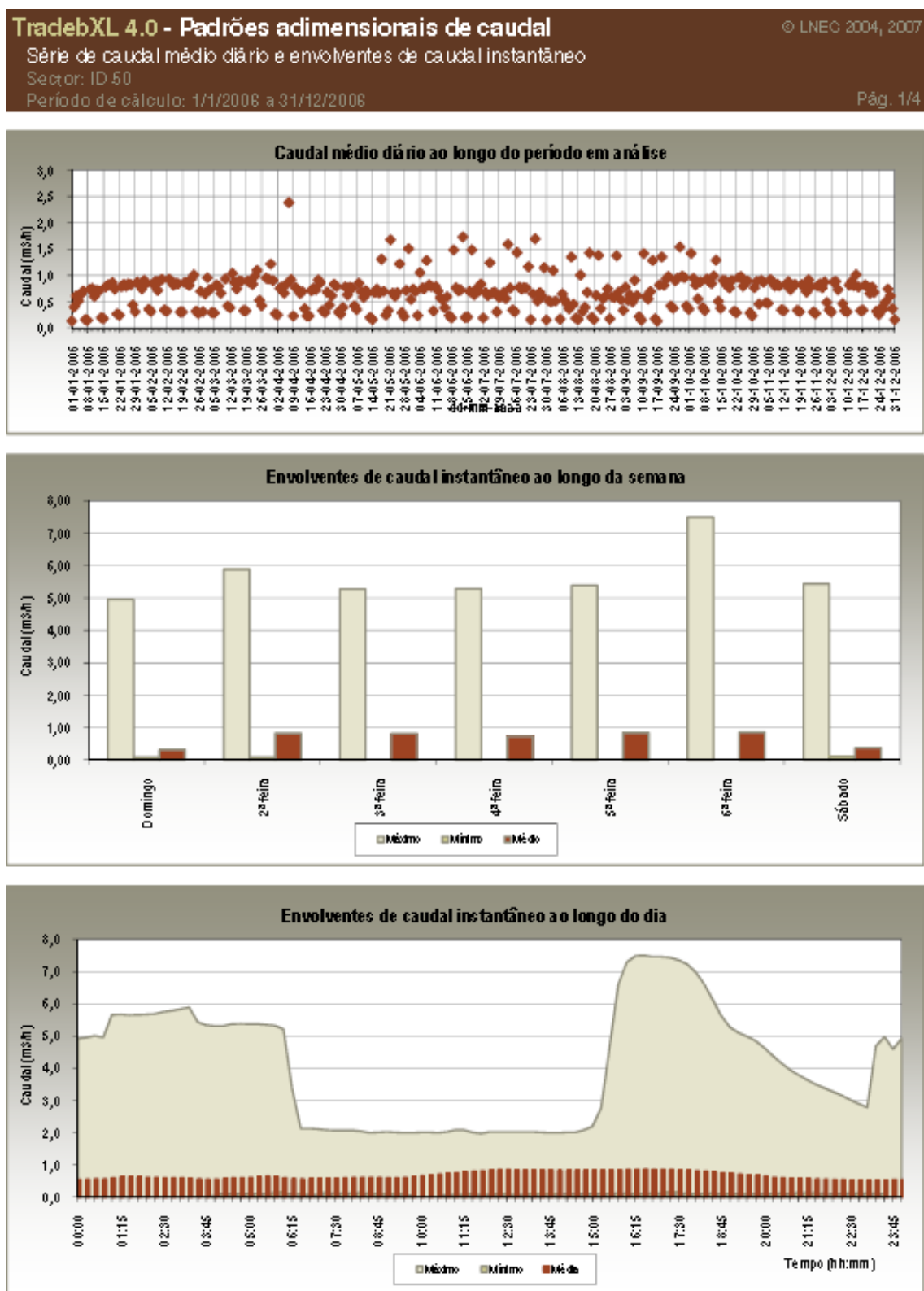


Figura 4.49 – Instalação de investigação ID50: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia considerado

Na Figura 4.49 as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, permitem identificar que o valor mínimo registado foi de caudal nulo. Para os dias úteis, os valores

médios e máximos são relativamente estáveis, observando-se na 6ª um valor máximo mais elevado. Para os dias de fim-de-semana os valores médios são inferiores, mas os valores máximos registados mantêm-se semelhantes a média dos dias úteis. Verifica-se que para os valores médios existe um ligeiro aumento entre as 10h e as 20h, no que se refere às envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia. Observa-se também um comportamento muito particular dos valores máximos, pois constata-se que a partir das 15h até às 6h a média dos valores de caudal se mantêm perto dos 5 m³/h, existindo depois uma redução repentina, mantendo-se os valores de caudal nos 2 m³/h. O comportamento referido anteriormente apresenta-se provavelmente, devido à existência de reservatórios para abastecimento, no entanto para confirmar esta suposição seria necessário conhecer melhor as características físicas e de funcionamento desta instalação. A desvantagem da provável existência de um reservatório na instalação, é não permitir conhecer com tanta fiabilidade o perfil de consumo, pois os consumos efectivos são geralmente mascarados pelo enchimento e vazamento desses reservatórios.

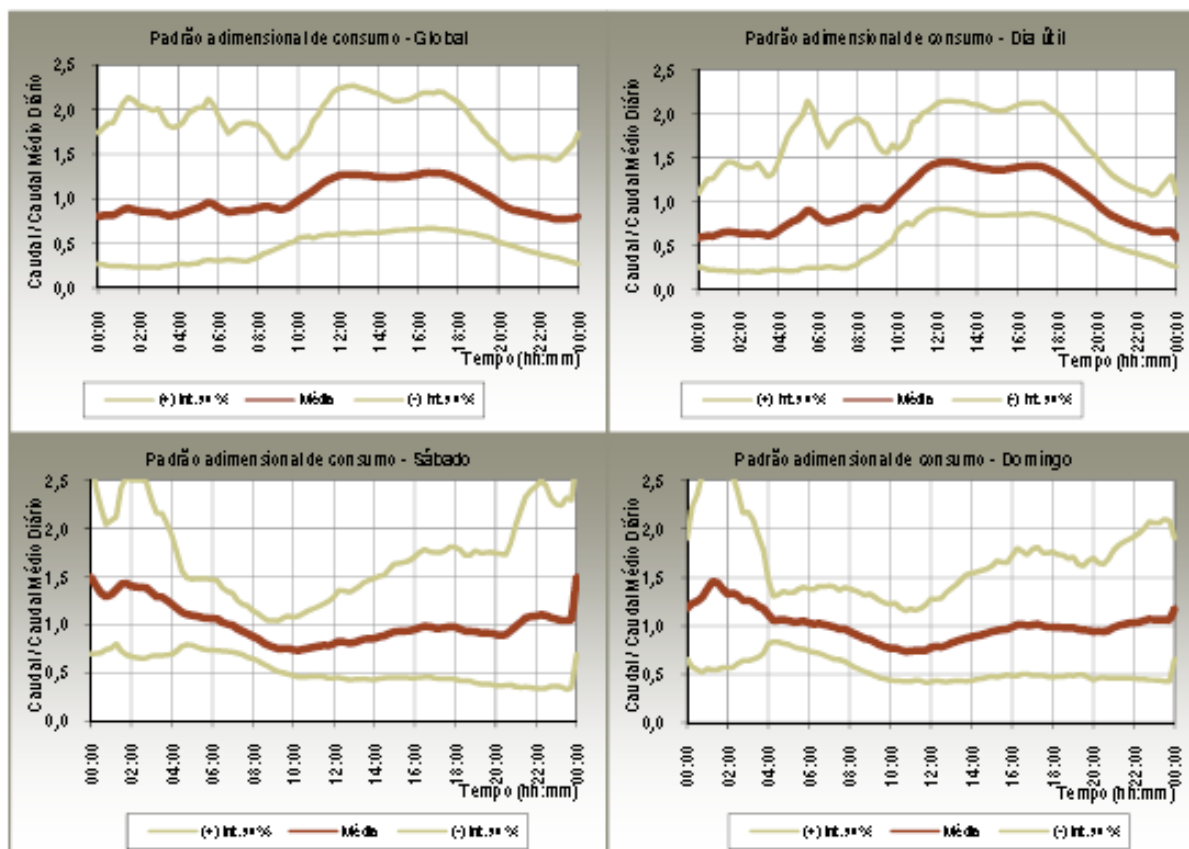


Figura 4.50 – Instalação de investigação ID50: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Na Figura 4.50 verifica-se que o padrão para o dia útil indica o aumento do consumo a partir das 4h, existindo um pequeno pico por volta das 5h30. Posteriormente volta a aumentar progressivamente atingindo o pico máximo por volta das 12h. Em seguida o caudal mantém-se relativamente estável até às 18h, decrescendo posteriormente. Os padrões adimensionais para o sábado e domingo são muito semelhantes e distintos dos padrões para os dias úteis.

Os padrões adimensionais para os dias úteis (anexo IV – Figura 5) são muito semelhantes entre si, excepto para 4^{af}. No entanto os padrões para os dias úteis seguem o padrão diário para o dia útil (Figura 4.50) apresentando as curvas do caudal médio mais evidentes.

Instalação de investigação ID54

No gráfico do caudal médio diário (Figura 4.51) para a instalação de investigação com ID54, verifica-se a homogeneidade da série temporal, observando-se um aumento ligeiro nos dados de caudal médio a partir do mês de Maio até final de Dezembro.

As envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana apresentam valores médios e

máximos semelhantes para cada dia útil, sendo estes valores inferiores para os dias de fim-de-semana. Neste gráfico observa-se um valor mínimo de caudal superior a zero, para domingo, 3^{af}, 5^{af}, 6^{af} e sábado.

Observa-se no gráfico de envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, que para esta instalação a envolvente dos valores máximos acompanha o comportamento dos valores médios, com diferenças relativamente reduzidas, sendo essas diferenças um pouco superiores entre as 7h30 e as 19h, período em que o caudal médio é também superior.

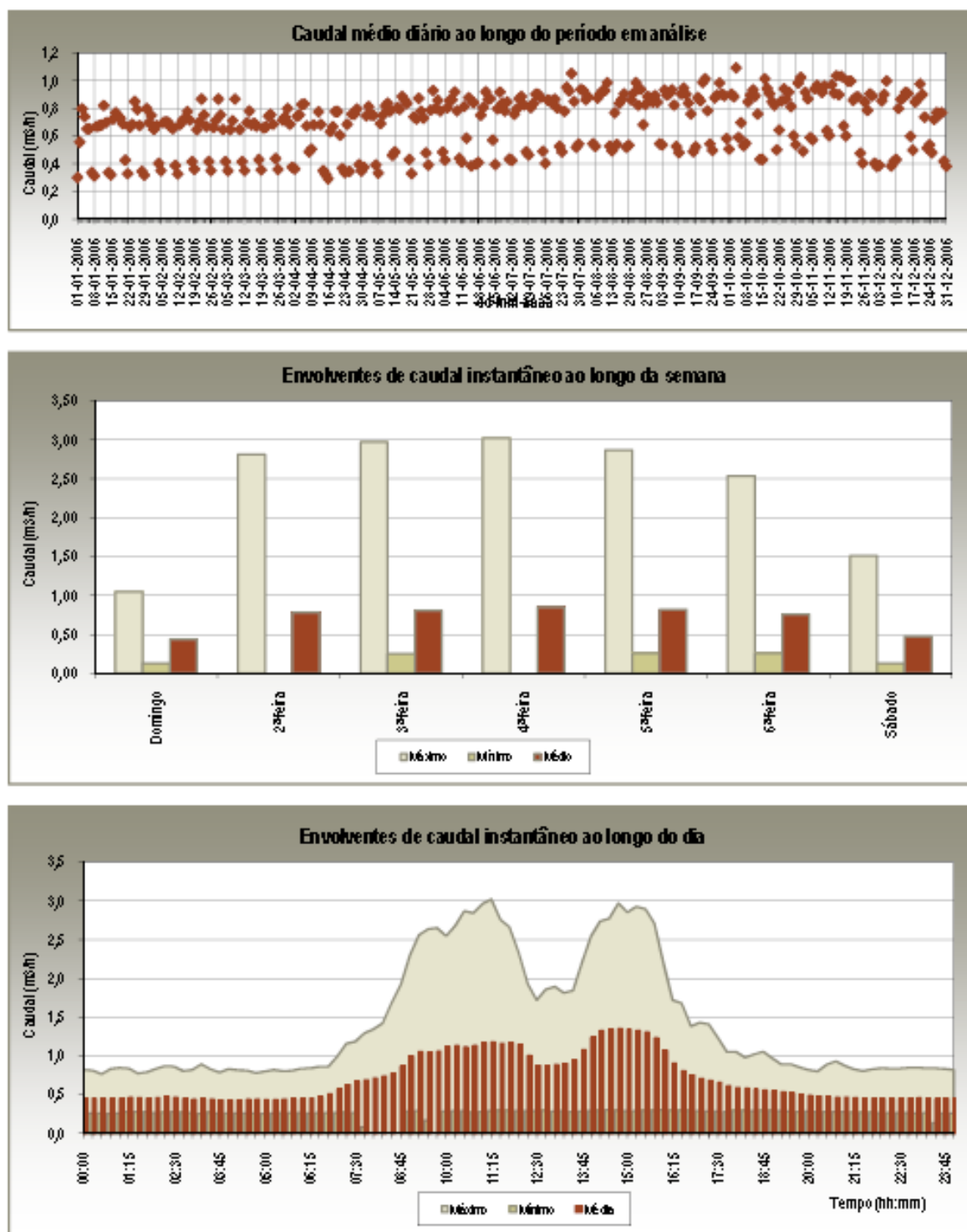


Figura 4.51 – Instalação de investigação 54: Caudal médio diário e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia

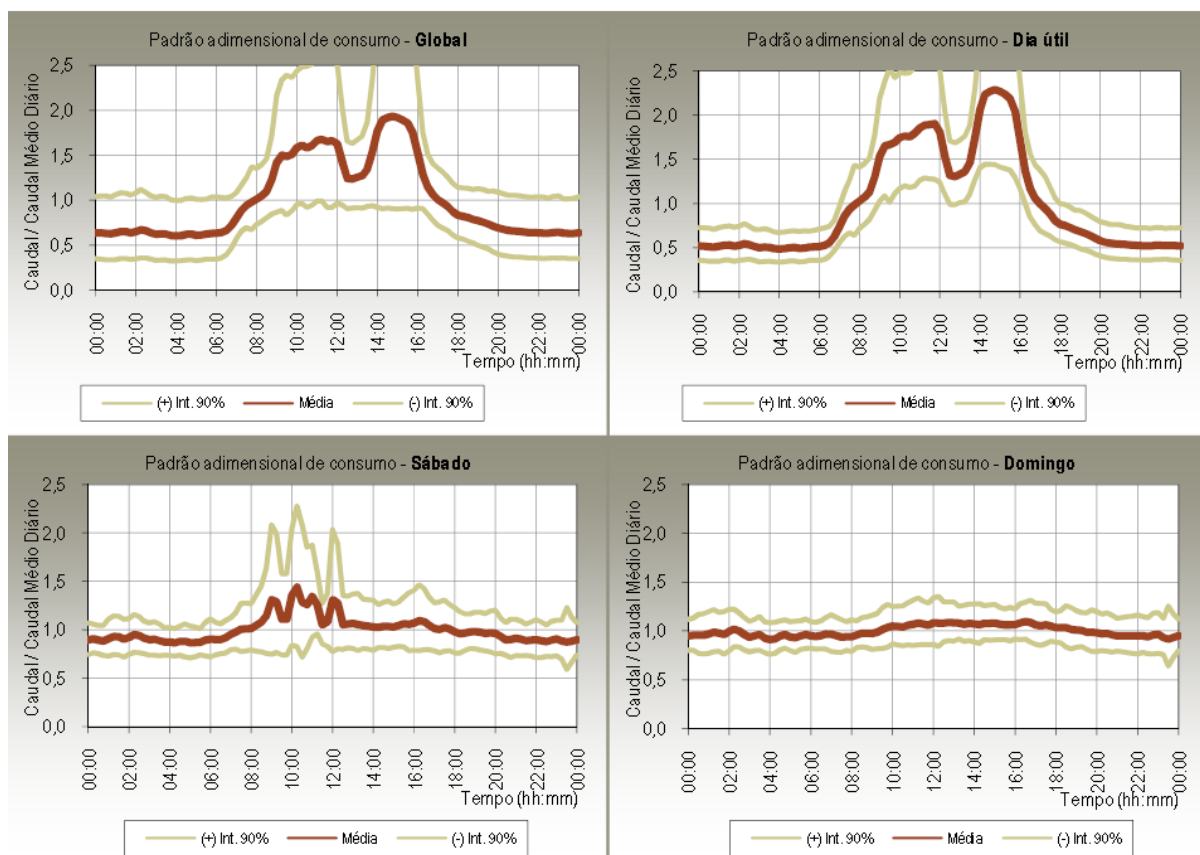


Figura 4.52 – Instalação de investigação ID54: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

O padrão para o dia útil (Figura 4.52) indica o aumento do consumo a partir das 6h, com alguma redução entre as 12h e as 13h30, aumentando posteriormente até atingir o pico de consumo por volta das 15h-16h, decrescendo em seguida acentuadamente. O padrão adimensional para o sábado apresenta algumas variações de caudal médio pouco acentuadas entre as 9h e as 12h. No domingo o padrão de consumo médio é relativamente linear.

Em relação aos padrões adimensionais por dia da semana (anexo II – Figura 6), verifica-se que os dias úteis apresentam padrões relativamente semelhantes e distintos dos padrões adimensionais para sábado e domingo.

Instalação de investigação ID59

Para a instalação de ensino ID59, foi utilizada a série temporal entre Janeiro e Maio, por ser considerada como sendo esta a gama de valores de caudal médio diário relativamente estável. Na Figura 4.53 as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, apresentam um valor médio estável ao longo da semana, sendo apenas ligeiramente inferior para sábado e domingo. Relativamente aos valores máximos de caudal, estes são variáveis

para os dias úteis, sendo significativamente superior para 3^{af}. Os valores mínimos são superiores a zero de 2^{af} a 5^{af}.

Observa-se no gráfico das envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia (Figura 4.53) que, os valores mínimos de caudal são superiores a zero, entre as 7h30 e as 2h30. Como característica significativa desta instalação verifica-se que existem valores máximos estáveis durante um determinado, podendo este facto indicar a existência de reservatório, não mostrando os consumos efectivos de água ocorridos em determinado momento.

Verifica-se que a envolvente dos valores máximos acompanha o comportamento dos valores médios, com diferenças relativamente reduzidas. No entanto, entre as 11h15 e 15h essas diferenças são significativamente superiores.

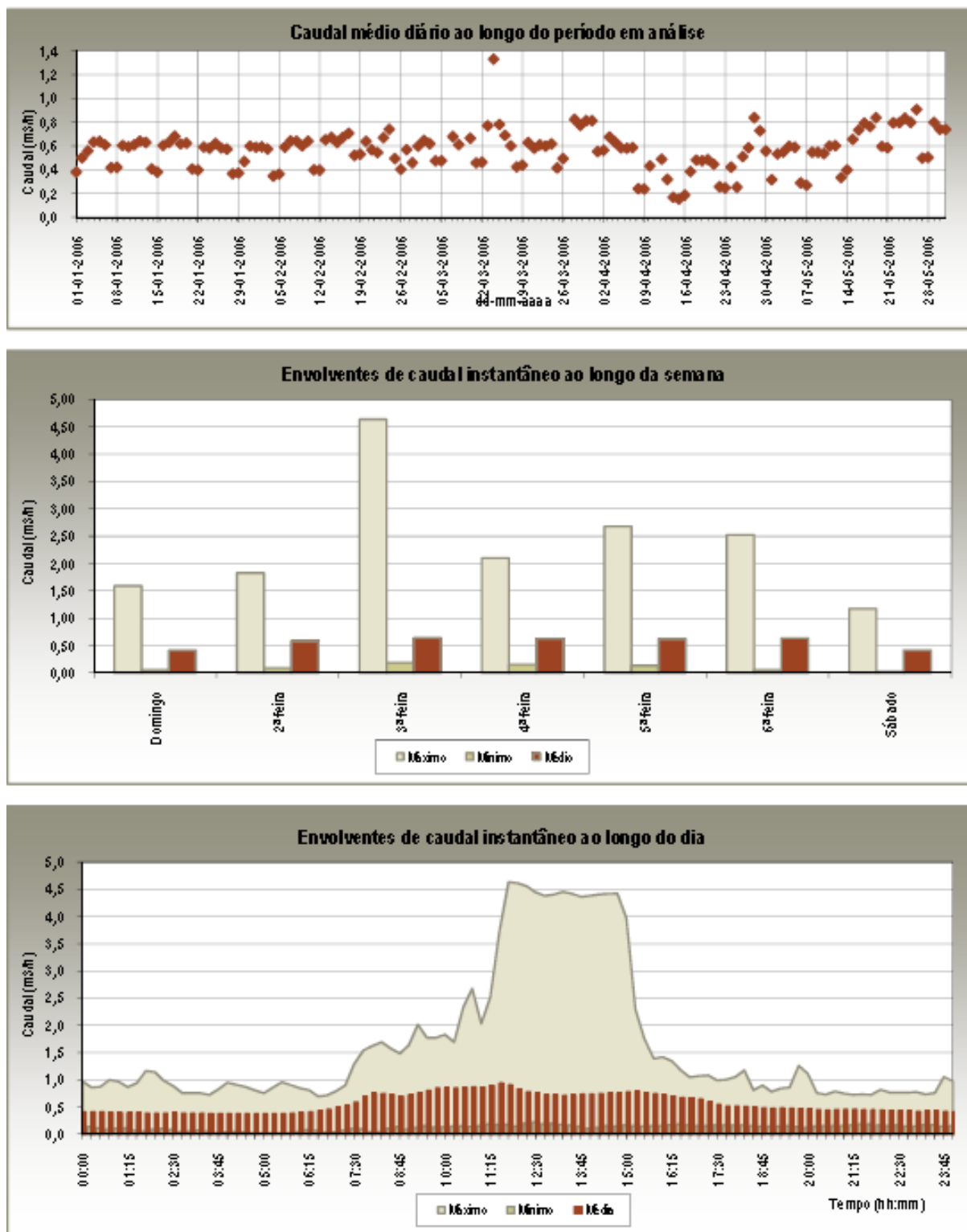


Figura 4.53 – Instalação de investigação ID59: Caudal médio diário e envoltentes de caudal instantâneo ao longo da semana e do dia

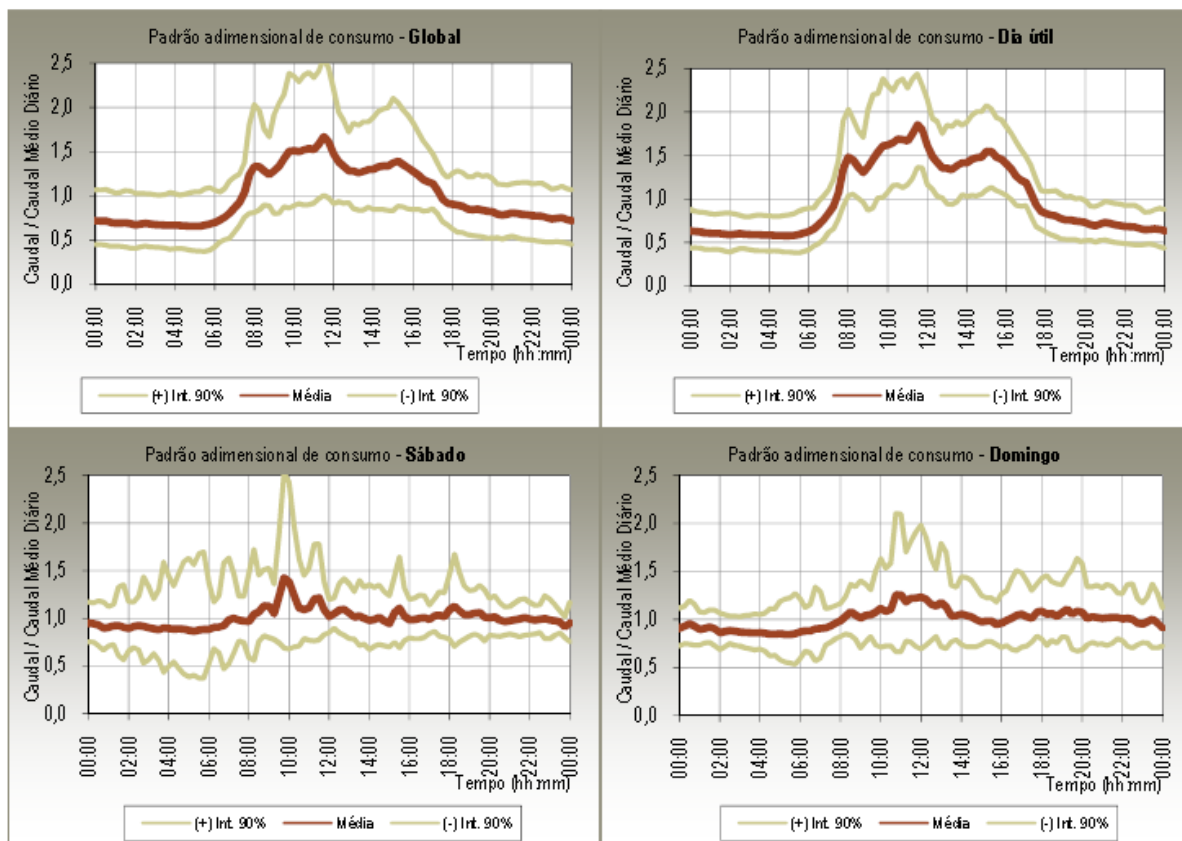


Figura 4.54 – Instalação de investigação ID59: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Observa-se na Figura 4.54 que o padrão para o dia útil indica aumento do consumo a partir das 8h, existindo três picos mais significativos. Os padrões adimensionais para o sábado e domingo apresentam comportamentos semelhantes entre si, e distintos dos padrões adimensionais para os dias úteis.

Relativamente aos padrões adimensionais por dia da semana, mais especificamente em relação aos dias úteis, estes são relativamente semelhantes (anexo IV – Figura 7).

Aplicação TradebXL 4.0 – Instalação desportiva

Instalação desportiva ID13

Em relação à instalação desportiva ID13, verifica-se pela Figura 4.55 que existe um aumento do caudal médio diário entre o início de Junho e meio de Setembro, indicando provavelmente alguma sazonalidade relacionada com o clima; não se considera porém que esta afecte a homogeneidade da série temporal. Verifica-se que as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana apresentam valores médios e máximos relativamente estáveis.

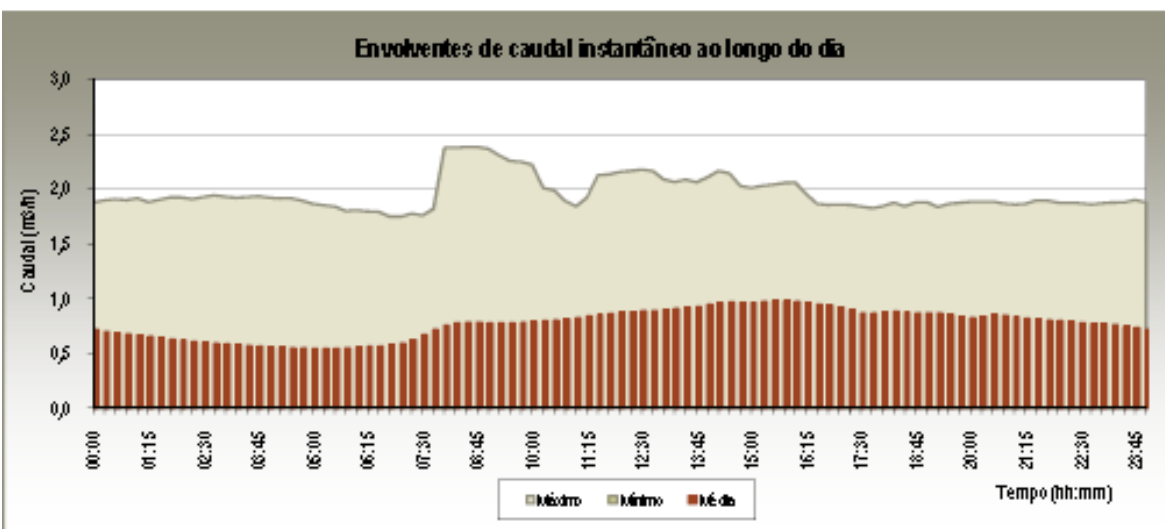
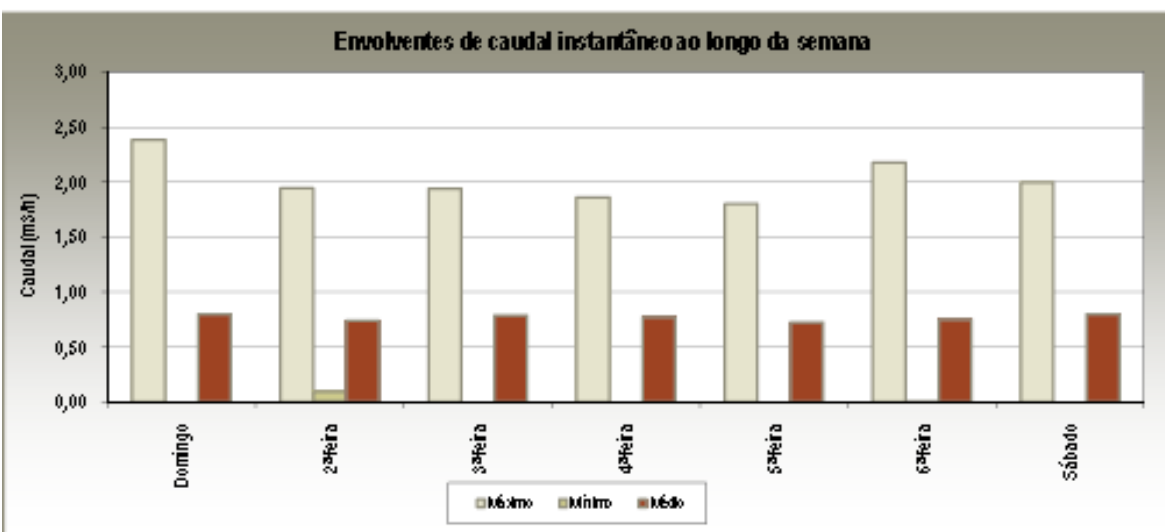


Figura 4.55 – Instalação desportiva ID13: Caudal médio diário e envoltentes de caudal instantâneo ao longo da semana e ao longo do dia

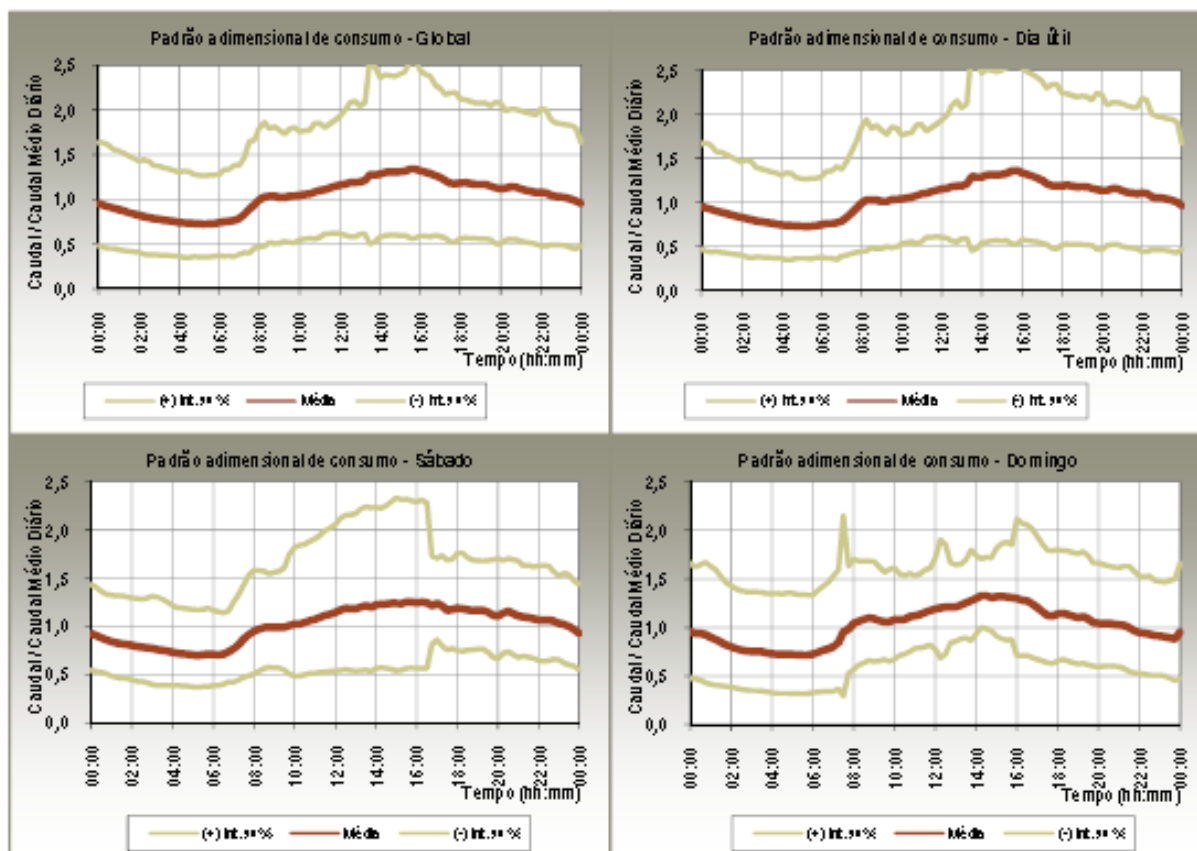


Figura 4.56 – Instalação desportiva ID13: Padrões adimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

Na Figura 4.56 verifica-se que o padrão para o dia útil indica aumento do consumo a partir das 7h30 até às 16h, decrescendo progressivamente. Os padrões adimensionais para o sábado e domingo apresentam características muito semelhantes entre si e com o padrão para o dia útil.

Os padrões adimensionais por dia da semana (anexo IV – Figura 8), encontram-se são muito semelhantes para todos os dias, diferindo ligeiramente o padrão adimensional de 5^{af}.

Aplicação TradebXL 4.0 – Escritório

Escritório ID39

Para esta instalação de tipologia de escritório ID39, foi utilizada a série temporal com registo de consumos de água até final de Setembro, sendo esta a gama de valores de caudal médio diário considerada como relativamente estável. Na Figura 4.57 as envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana, observa-se que o valor mínimo registado foi nulo. Verifica-se que, para os dias úteis os valores médios são estáveis e para os dias de fim-de-semana

são ligeiramente inferiores. Os valores máximos são também relativamente estáveis para os diferentes dias da semana, sendo apenas ligeiramente superior para 4^{af}.

As envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia (Figura 4.57), mostram que a envolvente dos valores máximos acompanha o comportamento dos valores médios, com diferenças relativamente significativas mas estáveis ao longo do dia.

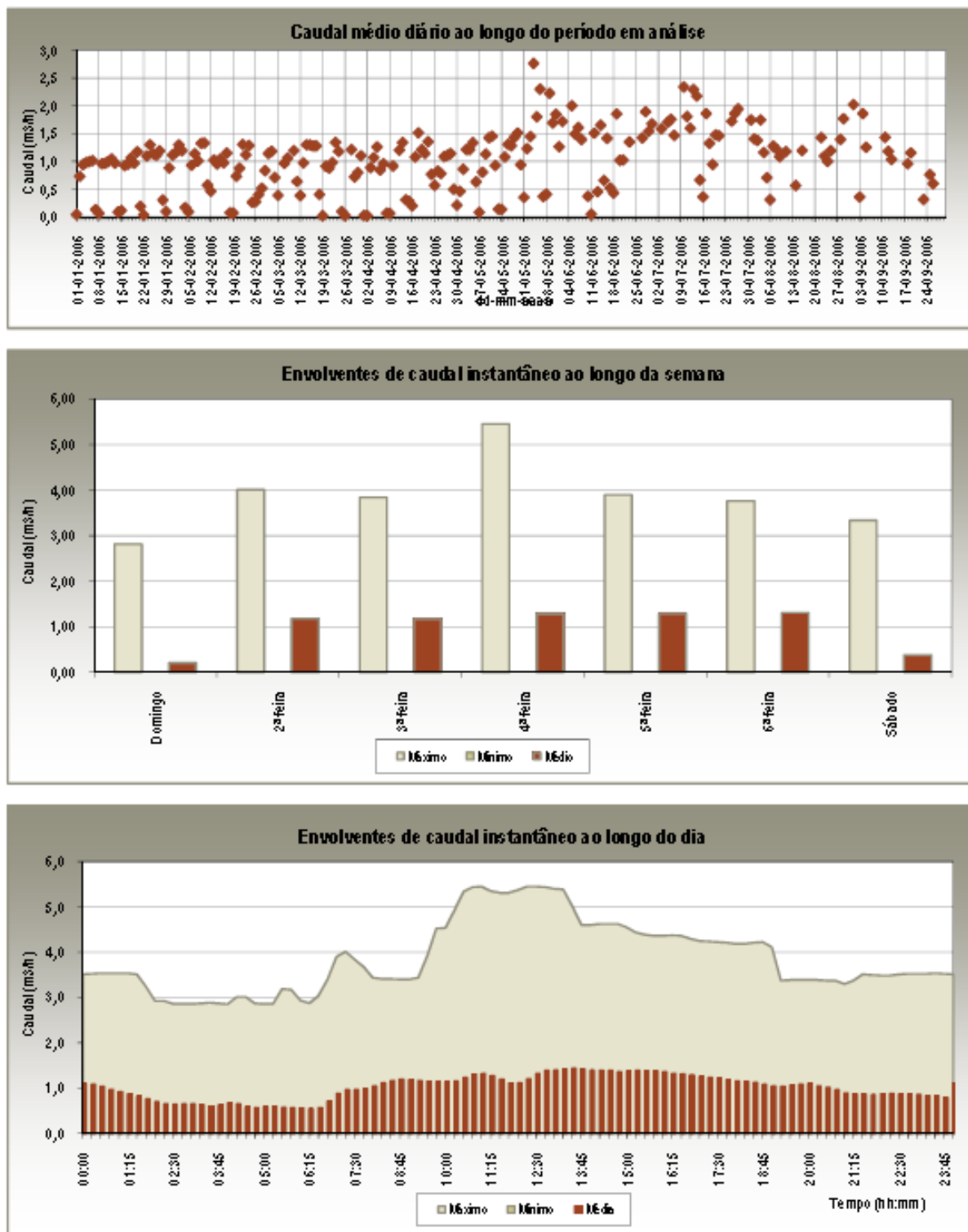


Figura 4.57 – Escritórios ID39: Caudal médio diário ao longo do período e envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana e ao longo do dia

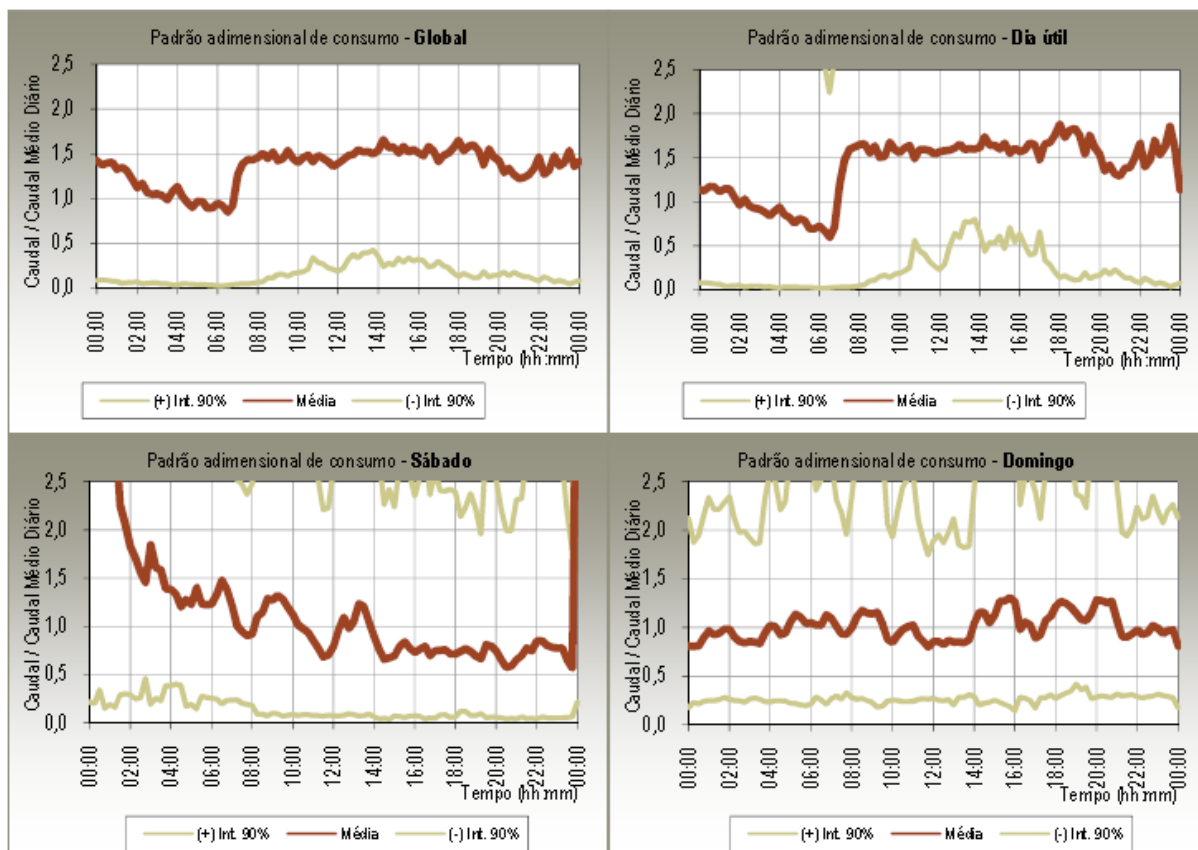


Figura 4.58 – Escritórios ID39: Padrões dimensionais de caudal – global, dia útil, sábado e domingo

O padrão para o dia útil indica o aumento do consumo a partir das 7h30, que se mantém estável até às 19h, decrescendo em seguida mas observando-se consumos elevados entre as 22h e as 00h. Os padrões dimensionais para o sábado e domingo apresentam características semelhantes entre as 8h e as 23h30, no entanto no padrão de sábado entre as 23h30 e as 8h, ocorrem consumos elevados.

Em relação aos padrões dimensionais por dia da semana (anexo IV – Figura 9), encontram-se semelhanças entre os diferentes dias úteis, sendo distintos dos padrões dos dias de fim-de-semana. Verifica-se que de 2ª a sábado os padrões dimensionais indicam consumos elevados entre as 22h e as 00h.

4.6.3 Síntese do caso de estudo

Para as três instalações de ensino verifica-se que o gráfico das envolventes de caudal instantâneo ao longo da semana apresenta valores de caudal máximo para cada dia da semana bastante mais elevado que o caudal médio, e que o caudal mínimo na maior parte destas entidades é zero, não aparecendo por isso representado graficamente nas figuras respectivas. No gráfico das envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, também é

possível observar este facto, em que o consumo máximo em cada momento é bastante elevado comparativamente com o caudal médio, não sendo possível observar-se o caudal mínimo. O comportamento destes gráficos é reflexo da grande variabilidade de consumos existentes nestas instalações. Por outro lado os padrões adimensionais destas entidades, mostram diferenças significativas entre os dias úteis e fins-de-semana, mostrando correspondência dos seus picos de consumo com períodos característicos provavelmente, hora de almoço, intervalos grandes entre aulas, aulas de educação física, entre outras.

Em relação às instalações de investigação, verifica-se que algumas apresentam nos gráficos das envolventes de caudal instantâneo, valores de caudal mínimo superior a zero, aparecendo graficamente a sua representação. Para os gráficos das envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, verifica-se um comportamento do caudal máximo estável por determinados períodos, indicando a existência provável de um reservatório, como é o caso mais explícito na entidade ID50.

No que se refere a instalação desportiva (ID13) verifica-se que o seu padrão adimensional para dia útil é bastante uniforme com dois picos mais relevantes de caudais médios elevados durante o dia. No entanto os caudais médios são bastante mais elevados quando comparados com os outros tipos de instalações. Provavelmente este facto justifica-se com a existência de piscinas ou grandes áreas relvadas, consumido grandes quantidades de água.

Relativamente ao escritório (ID39), os gráficos apresentados mostram os padrões de consumo apresentando a sua variabilidade de consumos no entanto mostrando que este é mais uniforme, apresentando sempre no período entre as 7h30 e as 20h uma curva prolongada com os caudais médios elevados, não sendo muito comum a existência de picos muito destacados, no entanto após as 20h30 verifica-se a existência de picos de consumo, indicando a provável existência de actividades após o horário que se considera laboral numa instalação deste tipo.

Este caso de estudo ainda permitiu a obtenção de indicadores de consumo, em termos da quantidade de água consumida nas diferentes instalações. Em termos de instalações de ensino obteve-se para a ID8 (23 m³/dia), ID9 (47 m³/dia) e ID38 (43 m³/dia). Em termos comparativos, temos os valores encontrados para esta tipologia (instalação de ensino) em bibliografia, para escolas elementares e secundárias (17 m³/dia) e escolas técnicas (18 m³/dia) segundo Vickers (2001), sendo no entanto os valores calculados superiores aos referidos.

Em relação aos indicadores de consumo das instalações de investigação os valores obtidos foram os indicados para ID50 (64 m³/dia), ID54 (78 m³/dia) e ID59 (111 m³/dia). Neste caso não foram encontrados valores para esta tipologia de instalação, no entanto, em termos semelhança de actividades considera-se o valor referido para universidades (316 m³/dia) por

Vickers (2001). Os valores calculados são no entanto bastante inferiores ao valor referido. Uma vez que estas instalações também têm provavelmente usos semelhantes aos escritórios, apresenta-se também este valor (12 m³/dia) encontrado em bibliografia pelo mesmo autor. No entanto este valor referido é bastante inferior aos valores calculados para as instalações indicadas (ID50, ID54 e ID59).

No que se refere à instalação desportiva (ID13), o indicador de consumo calculado de 66 m³/dia não pode ser comparado com os valores encontrados em bibliografia para esta instalação, pois esses apenas consideram parte dos seus usos.

Relativamente ao escritório (ID39), o indicador de consumo calculado é de 67 m³/dia e o valor de referência mais adequado para comparação é como já referido acima é de 12 m³/dia. Verifica-se que o valor calculado é significativamente superior ao referido.

4.7 Discussão dos Resultados

A abordagem metodológica foi testada e demonstrada com aplicação a diferentes casos de estudo: o caso de estudo A realizado no edifício Departamental, da FCT/UNL; o caso de estudo B nos edifícios do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC; o caso de estudo C no complexo escolar dos Arcos em Óbidos; o caso de estudo D num hospital; e por fim, o caso de estudo E contemplando uma análise de perfis de consumo de algumas ICS de Oeiras.

A metodologia utilizada permitiu uma adaptação à variabilidade de características das ICS e à informação disponível para a realização deste diagnóstico ao uso da água. Este facto reflectiu-se na aplicação do mesmo nível de análise (e.g. intermédio) em dois casos de estudo (A e B), que permitiram caracterizações com pormenores específicos, numa instalação de ensino e numa instalação de investigação, existindo algumas diferenças na informação apresentada ao nível das mesmas tarefas para cada caso de estudo. O caso de estudo C foi aquele que permitiu uma aplicação da metodologia de nível detalhado, tendo permitido o cálculo de padrões de consumo adimensionais, importantes para aferir a eficiência de instalações do mesmo tipo e que podem permitir uma análise generalizada dos impactos destas instalações na rede de abastecimento. O caso de estudo D, tendo permitido apenas uma análise agregada, demonstrou que é possível obter informações úteis no que se refere a gestão da água nesta instalação aproveitando esta situação para introduzir algumas medidas e acções que, pelo menos, possam vir a facilitar o procedimento de compilação de informação nesta temática. Relativamente ao caso de estudo E, ao invés de olhar para uma instalação, permitiu a análise dos perfis de consumo de várias ICS em Oeiras, com recurso à aplicação TradebXL4.0, para aferir diferenças nos padrões de consumo em diferentes ICS a partir da análise dos consumos de água monitorizados para algumas instalações colectivas e similares (ICS). As envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, mostram que, em muitas ICS, o consumo máximo em cada momento é bastante elevado comparativamente com o caudal médio. O comportamento destes gráficos é reflexo da grande variabilidade de consumos existentes nestas instalações. Por outro lado, geralmente os padrões adimensionais destas entidades mostram padrões distintos entre os dias úteis e fins-de-semana, mostrando provavelmente correspondência dos seus picos de consumo com períodos característicos de actividade. Para o caso da ID50 o gráfico das envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, observa-se um comportamento do caudal máximo estável por determinados períodos, indicando a existência provável de um reservatório. A existência de um reservatório na instalação, não permite conhecer com tanta fiabilidade o perfil de consumo, pois os consumos efectivos são geralmente mascarados pelo enchimento e vazamento desses reservatórios. Os padrões adimensionais diários permitiram também identificar a ocorrência de consumos em períodos nocturnos.

A aplicação da metodologia permitiu identificar ineficiências das instalações principalmente ao nível dos dispositivos de uso da água uma vez que a maioria apenas chega ao primeiro e segundo nível de eficiência indicada pela Norma Australiana utilizada como referência. Por outro lado, identificaram-se comportamentos inadequados dos utilizadores no uso da água e fraca manutenção e regulação dos dispositivos. Ainda foi possível, na aplicação dos padrões adimensionais diários de consumo, a identificação de consumos anómalos.

Deste modo, as oportunidades de melhoria da eficiência no consumo de água nestas instalações, incluem a adaptação ou substituição de dispositivos e equipamentos de uso da água em áreas específicas como instalações sanitárias, cozinhas, laboratórios, no sistema de rega, assim como a adopção de procedimentos de adequado manuseamento destes dispositivos e a sugestão de origens de água alternativas para usos compatíveis, entre outros. Estas oportunidades são identificadas nas medidas e acções sugeridas para serem incluídas no plano de acção para UEA de cada ICS.

Adicionalmente, como resultado da aplicação da metodologia definida aos casos de estudo, foi possível a obtenção de indicadores de consumo, em termos da quantidade de água consumida nas diferentes instalações, que permitem uma comparação indicativa para ICS do mesmo tipo e com os valores encontrados na revisão bibliográfica. Estes indicadores de consumo genéricos são apresentados na Tabela 4.42.

Tabela 4.42 – Indicadores de consumo genéricos das ICS nos diferentes casos de estudo

Caso de estudo E		Caso de estudo A, B, C e D	
Instalações de ensino (ID8; ID9; ID38)	23 m ³ /dia; 47 m ³ /dia; 43 m ³ /dia	Instalação de ensino Caso de estudo A (Ed. Departamental FCT/UNL)	45 m ³ /dia
Instalação de investigação (ID50; ID54; ID59)	64 m ³ /dia; 78 m ³ /dia; 111 m ³ /dia	Instalação de investigação Caso de estudo B (campus LNEC)	243 m ³ /dia
Instalação desportiva (ID13)	66 m ³ /dia	Instalação de ensino Caso de estudo C (Complexo Escolar de Óbidos)	11 m ³ /dia
Escritório (ID39)	67 m ³ /dia	Instalação de saúde Caso de estudo D (Hospital)	225 a 271 m ³ /dia

Verifica-se que o indicador de consumo para o LNEC, caso de estudo B, é globalmente superior aos indicadores calculados para as instalações de investigação ID50, ID54 e ID59, provavelmente por ser de maior dimensão. Comparando com o valor para a tipologia “universidades” de 316 m³/dia segundo Vickers (2001), uma vez que não foram encontrados valores para instalações de investigação e pelos seus usos e consumos serem

provavelmente mais parecidos com os destas instalações. O valor calculado para o LNEC, embora inferior, encontra-se numa gama semelhante ao valor referido em bibliografia.

No caso do complexo escolar dos Arcos, caso de estudo C, este apresenta valores consideravelmente inferiores aos determinados para as instalações de ensino ID8, ID9 e ID38. Por outro lado, o indicador calculado para o edifício Departamental da FCT/UNL, caso de estudo A, é da mesma ordem de grandeza que as instalações de ensino ID9 e ID38. Os valores calculados para as instalações de ensino (caso de estudo E) são bastante superiores aos encontrados em bibliografia (Vickers, 2001), nomeadamente os valores para escolas elementares e secundárias ($17 \text{ m}^3/\text{dia}$) e escolas técnicas ($18 \text{ m}^3/\text{dia}$).

Relativamente ao caso de estudo D, o nível de análise agregado, não permitiu a quantificação do volume de água em usos específicos, mas o cálculo de indicadores de consumo permitiu obter valores entre 225 a $271 \text{ m}^3/\text{dia}$, apresentando a mesma ordem de grandeza dos casos reportados em bibliografia.

O caso de estudo E permitiu a aplicação da tarefa 4 da metodologia de nível detalhado, com o apoio da ferramenta desenvolvida pelo LNEC, TradebXL4.0, em diferentes tipologias de ICS, três instalações de ensino (ID8; ID9; ID38), três instalações de investigação (ID50; ID54; ID59), uma instalação desportiva (ID13) e um escritório (ID39). Os indicadores de consumo calculados neste caso de estudo para as instalações de ensino e de investigação foram comparados com as outras ICS da mesma tipologia do caso de estudo A, B, e C. Importa ainda referir que, no que se refere à instalação desportiva (ID13), o indicador de consumo calculado foi de $66 \text{ m}^3/\text{dia}$. Não foram encontrados em revisão bibliográfica, valores relativos a estas instalações desportivas, apenas se encontram referências bibliográficas para alguns usos, como por exemplo, piscinas, balneários, campos de golfe, entre outros. Para a tipologia escritórios (ID39), o indicador de consumo calculado é de $67 \text{ m}^3/\text{dia}$, bastante superior aos valores referidos em bibliografia de $12 \text{ m}^3/\text{dia}$ (Vickers, 2001).

Ainda relativamente aos indicadores de consumo, considera-se de maior utilidade, aqueles que permitem aferir a escala de utilização das ICS, apresentando-se na Tabela 4.43 os indicadores que foram possíveis calcular para alguns casos de estudo tendo em conta, para a maioria dos casos, o número de utilizadores.

Tabela 4.43 – Comparação de indicadores de consumo das ICS nos diferentes casos de estudo

Instalação	Indicador de consumo
Instalação de ensino - Caso de estudo A (Ed. Departamental FCT/UNL)	0,07 m ³ /(utilizador.dia)
Instalação de investigação - Caso de estudo B (<i>campus</i> LNEC)	0,33 m ³ /(utilizador.dia)
Instalação de ensino - Caso de estudo C (Complexo escolar dos Arcos)	0,02 m ³ /(utilizador.dia)
Instalação de saúde - Caso de estudo D (Hospital)	0,848 a 1,021 m ³ /(cama.dia)

Verifica-se pela análise da Tabela 4.43 que o consumo por utilizador é menor para o complexo escolar dos Arcos, seguido pelo edifício departamental e pelo *campus* do LNEC e pela instalação de saúde, estes com indicadores de consumo por utilizador bastante elevados.

Na aplicação desta abordagem metodológica foram encontradas algumas dificuldades na aplicação de algumas tarefas pela dispersão, e em alguns casos, ausência da informação pretendida. No caso das medições realizadas nos dispositivos de uso da água, foram encontrados alguns obstáculos por alguns estarem ligados a equipamentos que estavam em funcionamento contínuo para a realização de determinadas experiências nos laboratórios, na zona dos modelos dos circuitos hidráulicos, as torneiras tinham uma pressão tão elevada que se tornou muito difícil fazer a medição controlada conforme o procedimento definido, em alguns casos foi possível colocar um troço de mangueira para se realizar o enchimento do balde, no entanto, noutras situações, nomeadamente quando a abertura da torneira não permite colocar a mangueira, não foi possível realizar a medição. Em relação às aberturas definidas para a realização das medições nos dispositivos (máxima, regular e mínima) foi encontrada outra dificuldade relacionada com o facto de muitas vezes ser difícil definir a abertura pretendida. Foi também difícil garantir que as repetições, mesmo quando realizadas pela mesma pessoa, se realizassem nas mesmas condições.

No entanto, considera-se que a metodologia apresentada neste trabalho, permitiu o desenvolvimento dos procedimentos necessários para a elaboração do diagnóstico ao uso da água, de forma adequada para que permitam corresponder a diferentes cenários expectáveis quando do início da análise de cada ICS. Assim foi possível simplificar os procedimentos e a ajustá-los também aos resultados que se pretendem obter.

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O consumo de água em ICS é significativo no sector urbano e as instalações apresentam, em geral, oportunidades significativas de melhoria e de aumento da eficiência no uso da água. Com esta dissertação procurou-se contribuir para o aumento do conhecimento, no que se refere à caracterização do consumo da água em diferentes tipologias de ICS, necessário a uma mais eficiente gestão dos sistemas de abastecimento e de saneamento, através da recolha de informação específica sobre os seus usos e consumos, de valores de consumo de água para diferentes tipologias de ICS indicados em bibliografia e da definição de uma metodologia de auditoria, aplicada a diferentes casos de estudo, concretizando o objectivo principal de contribuição para a caracterização dos usos e aumento da eficiência em ICS, colaborando de certa forma, para colmatar a lacuna de informação nesta área.

A revisão bibliográfica realizada permitiu constatar que a lacuna de informação é grande relativamente às características dos usos e consumos de água em ICS, assim como a padronização do consumo. Embora nem todos os consumos colectivos estejam associados a grandes consumidores (consumo superior a 150 m³/dia), é de realçar que, com base nos resultados práticos deste trabalho, 8 dos 14 centros comerciais, o hospital analisado, assim como o *campus* do LNEC e provavelmente o *campus* da FCT (neste caso apenas se conseguiram analisar os dados de um dos seus edifícios) apresentam consumos médios diários superiores ao acima referido, apresentando deste modo uma importância elevada em termos de facturação e podendo apresentar um peso significativo no balanço hídrico global no sector urbano. Confirma-se a existência de uma grande dispersão dos valores de caudais unitários em ICS (informação obtida em bibliografia). Este facto pode ser reflexo da grande variação de características destas instalações, dos diferentes períodos em que os dados foram determinados, dos locais onde as ICS se situam, bem como devido aos diferentes níveis e estilos de vida dos seus utilizadores.

Em relação à identificação de padrões de consumo de água e dos indicadores de consumo associados a eficiência de uso da água respectivos para alguns tipos de instalações, existe uma lacuna significativa de estudos que se tenham debruçado com detalhe sobre este assunto. A realização deste trabalho permitiu uma síntese dos conhecimentos e práticas sobre o uso da água em ICS e sobre medidas e acções para aumentar a eficiência.

Foi também proposta uma abordagem metodológica, que permitiu o diagnóstico ao uso da água em ICS, com três níveis de detalhe e para diferentes tipos de dados disponíveis, verificando-se que, para tarefas similares em diferentes casos de estudo, a informação apresentada em detalhe difere consoante os dados disponibilizados, sendo no entanto possível seguir os procedimentos indicados. Testou-se a aplicabilidade das metodologias propostas em casos de estudo. Nestes casos de estudo caracterizou-se o consumo em ICS,

em diferentes escalas temporais para tipos seleccionados de instalações, identificaram-se os usos tipo, e num caso, foi possível estimar a relevância dos usos colectivos e similares da água na globalidade dos consumos na instalação. Embora tenha sido previsto *a priori* a utilização de monitorização contínua através de *datta loggers*, nos casos de estudo A e B, não foi possível a sua aplicação em tempo útil para a realização deste trabalho. Para dois casos de estudo analisaram-se os padrões de consumo adimensionais com recurso à aplicação TradebXL4.0. As envolventes de caudal instantâneo ao longo do dia, mostram que em muitas ICS o consumo máximo em cada momento é bastante elevado comparativamente com o caudal médio. Considera-se que o comportamento destes gráficos é reflexo da grande variabilidade de consumos existentes nestas instalações. Por outro lado, geralmente os padrões adimensionais destas entidades mostram padrões distintos entre os dias úteis e fins-de-semana, mostrando provavelmente correspondência dos seus picos de consumo com períodos característicos de actividade.

Adicionalmente, foi possível a obtenção de indicadores de consumo genéricos, em termos da quantidade de água consumida nas diferentes instalações, e outros que permitem aferir a escala de utilização das ICS, permitindo uma comparação em ICS da mesma tipologia e com os valores encontrados na revisão bibliográfica.

Foram também identificadas oportunidades de intervenção que podem facilitar a melhoria do uso da água, reduzindo o seu consumo e a produção de águas residuais, assim como o consumo energético associado a determinados usos da água. Identificaram-se também os obstáculos à implementação da metodologia e sugeriram-se procedimentos para ultrapassar essas barreiras ou mesmo de facilitar o processo de caracterização, através da indicação de procedimentos, sugestão de ficha de levantamento de dados para auditoria e de avaliação do potencial de poupança de água. Neste contexto elaborou-se uma lista de medidas e acções comportamentais e tecnológicas a incluir no plano de acção para UEA para ICS, sistematizadas para cada caso de estudo e apresentando sectores ou usos-tipo onde devem ser aplicadas, tendo em conta determinados objectivos de melhoria e aumento da eficiência no uso da água nestas instalações.

Uma análise mais aprofundada da componente económica, nomeadamente com a análise da viabilidade económica das medidas propostas, utilizando como critério o período de retorno de determinado investimento ou a razão entre os benefícios e os custos, teria valorizado o trabalho realizado, no entanto, não foi possível avaliar as medidas e acções sugeridas para cada ICS tendo em conta os critérios apresentados neste trabalho, tais como o potencial de poupança de água, necessidades de investimento, facilidade de implementação e ajustamento face a legislação e regulamentação existente. Considera-se relevante indicar que em trabalhos futuros se recomenda a avaliação destas medidas contemplando uma análise custo-benefício, incluindo custos de implementação, períodos de

amortização, custos de operação e manutenção, poupanças de água e energia. A análise das poupanças de água e redução dos consumos energéticos, permite uma abordagem do tema “água/energia”, que será crescentemente uma prioridade, sendo necessário dar mais relevância a este tema em Portugal.

Conclui-se que realmente as ICS apresentam diversos tipos de usos individuais da água, verificando-se também que nestas instalações existem usos similares aos domésticos, com grande frequência de utilização e outros mais específicos consoante a sua tipologia. No entanto a grande variabilidade de consumos é visível em muitas das ICS analisadas nos casos de estudo. Verifica-se que as medidas e acções mais adequadas às ICS são aquelas que se prendem com o aumento da eficiência de utilização de água em dispositivos e equipamentos (incluindo por exemplo torneiras temporizadoras, autoclismos de dupla descarga, entre outros), promoção de boas práticas no uso da água, melhoria da manutenção e regulação destes dispositivos, assim como facilitar os procedimentos de monitorização dos consumos de água nestas instalações. A aplicação dos padrões adimensionais diários de consumo permitiu a identificação de consumos anómalos.

Considera-se que estas medidas e acções dirigidas às ineficiências indicadas têm uma viabilidade de aplicação muito superior nestas ICS, não só no que se refere à eficácia das estratégias adoptadas mas também apresentando vantagem no potencial de poupança após o investimento em medidas de uso eficiente nestas instalações.

Em termos de trabalhos futuros propõe-se a aplicação da abordagem metodológica a outras ICS, da mesma tipologia dos casos de estudo deste trabalho e outras de diferentes tipologias, para análise comparativa dos seus consumos de água nos diferentes usos e identificação das oportunidades de redução do consumo e aumento da eficiência no uso da água. Os trabalhos futuros devem contemplar a monitorização do consumo de água na instalação, com a utilização de monitorização contínua através de *datta loggers*, e se possível, a sua colocação em sectores parciais, como por exemplo em áreas laboratoriais, restauração, usos exteriores, entre outros.

Para facilitar a aplicação da metodologia aqui apresentada, mais especificamente no que refere às fichas de levantamento de dados para auditoria, propõe-se ainda para trabalho futuro, o desenvolvimento de aplicações informáticas para facilitar a análise dos resultados obtidos ao auditor/gestor da instalação, nomeadamente para facilitar o levantamento de dados necessários para a caracterização da instalação, emitindo no final um relatório resumo que irá apontar as principais ineficiências no uso da água, assim como apresentar propostas de medidas e acções conducentes a um uso mais eficiente da água nessa instalação.

Propõe-se também, para trabalho futuro, o desenvolvimento de uma aplicação que apoie a avaliação das prioridades de aplicação das medidas e acções conducentes ao UEA, traduzindo a relevância e a viabilidade económica das mesmas. É de realçar que se deve ter em conta que algumas medidas e acções podem ser consideradas prioritárias mesmo que estas não sejam as mais eficientes no curto prazo, uma vez que podem ser indispensáveis para suprir lacunas de informação ou para sensibilizar os consumidores para a necessidade de promover um uso mais eficiente da água, permitindo dessa forma a criação de sinergias importantes com outras medidas.

BIBLIOGRAFIA

ABAE (2008) Guia de Interpretação e Explicação do Programa “Chave Verde”, Associação Bandeira Azul da Europa.

Afonso, A. S. (2001). Contributos para o dimensionamento de redes de águas em edifícios especiais. Aplicação de modelos matemáticos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Afonso, A. S. e Rodrigues, C. P. (2008) A implementação da certificação de eficiência hídrica de produtos em Portugal. Uma iniciativa para a sustentabilidade, Congresso de Inovação na Construção Sustentável.

Alegre, H., Machado, P., Craveiro, P., Coelho, S. T. (1992). Caracterização dos consumos domésticos de água na cidade de Lisboa. Relatório 197/92, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Alegre, H., Coelho, S.T., Almeida, M.C., Vieira, P. (2005). Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição. Instituto Regulador da Água e dos Resíduos & Laboratório Nacional de Engenharia Civil. ISBN 972-99354-4-0

Alegre, H., Hirner W., Baptista J.M, Parena R. (2004). Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água. Séries Guias Técnicos do IRAR. Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Portugal.

Almeida, A. B., Silva, S. P. (2000). Sistemas de gestão ambiental em campos de golfe. Proceedings do 5º Congresso da água (CD-ROM). Lisboa, Portugal.

Almeida, M.C., Vieira P., Ribeiro R, Andrade, M (2005a). *Needs and barriers in technical regulations and standards for the efficient use of water situation in Portugal and Brazil. In Proceedings da EFFICIENT III - International Conference on the Efficient Use and Management of Urban Water, Santiago. Chile, Março 2005, p.15-17.*

Almeida, M.C., Vieira P., Ribeiro R. (2005b). Apoio à implementação do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Manual “Uso Eficiente da Água no Sector Urbano”. LNEC. (Em publicação na série Guias Técnicos do IRAR).

Almeida, M. C., Vieira, P., Ribeiro, R. (2006). Uso Eficiente da Água no Sector Urbano. Séries Guias Técnicos IRAR. Instituto Regular de Águas e Resíduos, Instituto da Água e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Portugal. ISBN 972-99354-9-1

Angelakis, A.N., Marecos do Monte, M.H.F. (1999). *The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean Basin need for Guidelines. Wat. Res. Vol. 33 (10), pág. 2201-2217.*

Antunes, P. (2005). Indicadores e Índices Ambientais. Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais 2004-2006. FCT – UNL.

APDA (2007). Água XXI, 14 anos de mudança, 14 testemunhos. Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas. Portugal.

APDA (1999). Água, quem é quem. Suplementaria. Lisboa, Portugal.

Arregui, F. (2002). *Medición e instrumentación en los sistemas hidráulicos. Instituto Tecnológico del Agua – Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, Espanha.*

AS/NZS 3662 (2005): *Water supply. Water efficient mains pressure shower spray heads.*

AS /NZS 6400 (2005): *Water efficient products. Rating and labeling.*

AWE (2008). *Alliance for Water Efficiency website, Resource Library* <<http://www.allianceforwaterefficiency.org>, Maio 2008>

Baptista, J. M. (1998). Água e ambiente, um desafio para a Europa. Revista da Academia de Engenharia, 1º semestre (3).

Baptista, J. M., Almeida, M. C., Vieira, P., Silva, A.C.M., Ribeiro, R., Fernando, R.M., Serafim, A., Alves, I.; Cameira, M. R. (2001a). Uso Eficiente da Água - Proposta de programa nacional. Volume I. Relatório 286/01-NES Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Agosto de 2001. Lisboa.

Baptista, J. M., Almeida, M. C., Vieira, P., Silva, A.C.M., Ribeiro, R., Fernando, R.M., Serafim, A., Alves, I., Cameira, M. R. (2001b). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água – Versão Preliminar. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto Superior de Agronomia, Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território e Instituto da Água. Setembro de 2001.

Baptista, J. M. (2002). A melhoria da eficiência do uso da água como contributo para a sustentabilidade dos recursos naturais. 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Braga.

BCM (2003). *Guidelines and standards for design of water supply. Buffalo City Municipality of East London.* <www.buffalocity.gov.za/municipality/bcm_water_design.doc, Março de 2008>

Buchberger, S., and Wells, G. (1996). "Intensity, duration and frequency of residential water demands." *Journal of Water Resources Planning and Management*, 122(1), 11-19.

Brown, L. A. M., Helm L. (2003). *Facility manager's guide to water management.* AMWUA.

Button, K. (2002). *City management and urban environmental indicators. Ecological Economics* 40, pág. 217-233.

Butler, D. and Dixon, A. (2000). *Influence of scale on graywater reuse systems. Proc. AWWA/WEF Water Reuse 2000 Conference, San Antonio, Texas, USA., January 2000.*

Canha, C. N. S. (2008). O Uso Eficiente da Água no Sector Urbano: Identificação de oportunidades e medidas nas entidades gestoras. Tese de Mestrado em Engenharia Sanitária. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.

Cobacho, R., Arregui, F., Gascón, L., Cabrera Jr., E. (2003). *Low-flow devices in Spain: how efficient are they in fact? An accurate way of calculation. Conference Efficient. Tenerife, Spain.*

Cobacho, R., Arregui, F., Parra, J. C., Cabrera, Jr. E. (2005). *Improving Efficiency in Water Use and Conservation in Spanish Hotels. Institute for Water Technology - Polytechnic University of Valencia. Spain. Chile.*

Coelho, S.T. (1990). Um sistema para análise e previsão de consumos em sistemas de abastecimento de água. Informação Científica de Hidráulica INCH 3, LNEC, Lisboa (p.116). ISBN 972-49-1340-6

Coelho, S. T, Loureiro, D., Alegre, H. (2006). Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água. Séries Guias Técnicos IRAR. Instituto Regular de Águas e Resíduos, Instituto da Água e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Portugal. (p.131) ISBN 972-99354-8-3

CHPS (2006). *Collaborative for High Performance Schools' - Best Practices Manual, Volume II: Guideline SP9: Stormwater Management, Groundwater Management, and Drainage Materials.* <www.chps.net, Março de 2008>

CE (2007). Comissão Europeia. Livro branco sobre o desporto. Bruxelas, Bélgica.

Cunha, L. V., Gonçalves, A. S., Lino, M. (1980). A gestão da Água – princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal. Fundação Calouste Gulbenkian.

Decreto-Lei nº 41/94 de 11 de Fevereiro.

Decreto-Lei nº 279/97 de 28 de Abril.

Decreto-Lei nº 309/99 de 10 de Agosto.

Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 Agosto. Diário da República “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Drenagem de Águas Residuais”.

De Marinis, G., Gargano, R., and Tricarico, C. (2006). *"Water demand models for a small number of users." 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA.*

Dixon, A., Butler, D. and Fewkes, A. (1999). *Guidelines for Greywater reuse – health issues. CIWEM Water & Environmental Management Journal*, 13, 5, 322-326.

Dussailant, A.R., Cuevas A., Potter K.W. (2005). *Raingardens for stormwater infiltration and focused groundwater recharge simulations for different world climates. Efficient 2005 – Santiago – Chile.*

Edwards, K., and Martin, L. (1995). "A methodology for surveying domestic water consumption." *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 9, 477-488.

EEA (1995). *Europe's Environment: The Dobbris Assessment*". *State of the environment report* No 1.

EEA (1999). *Environment in the European Union at the turn of the century*. Page 155. *Environmental assessment report* No 2.

EEA (2009). *Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought*. Report No 2/2009, Copenhagen.

EMABESA (2003). Normas técnicas de abastecimento. Empresa Municipal de Águas de Benalmadena.

ESC (2005). *Environment Science Center. Manual "Greener Hospitals - Improving Environmental Performance"*, Augsburg, Germany, ISBN 3-00-012582-5 <<http://www.ambiente.gov.mo/pt/05/ghotel/>, Fevereiro de 2008>

EPA (2002). *Water efficient landscaping preventing pollution and using resources wisely*. Office of water.

EC (1998). *European Commission Freshwater, A challenge for research and innovation. A concerted European response*. Joint Research Centre.

Faustino, A. (2008). Contribuição para uma melhoria na gestão de águas residuais campi universitários – Caso de estudo da FCT-UNL. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Perfil de Engenharia Sanitária.

<http://dspace.fct.unl.pt/bitstream/10362/1399/1/Faustino_2008.pdf, Dezembro de 2008>

Fewkes, A. and Butler, D. (2000). *Simulating the performance of rainwater collection and reuse systems using behavioural models*, *Building Services Engineering Research & Technology*, 21, 2, 99-106.

Foster, S., Lawrence, A. and Morris, B. (1998). *Groundwater in Urban Development*, *World Bank Technical Paper* no.390, page 23.

Garcia, R. (2004). *Sobre a Terra – Um guia para quem lê e escreve sobre ambiente*, Público, 2004.

Gascón, L., Arregui, F., Cobacho, R., Cabrera Jr., E. (2004). *Urban water demand in Spanish cities by measuring end uses consumption patterns*. *Water Sources Conference*. Austin, USA.

Gleick, P.H., Haasz D., Henges-Jeck C., Srinivasan V., Wolff G., Cushing K. K., Mann. (2003). *Waste Not, Want Not. The Potential for Urban Water Conservation in California*. Pacific Institute.

Graça, M. S. (2007). “Espaços públicos e uso colectivo de espaços privados: retratos de novas formas de socialização”, ETSAV - Universidad de Valladolid (Espanha).

<<http://conferencias.iscte.pt/viewpaper.php?id=178&cf=3>, Fevereiro de 2008>

Ilha, *et al.* (1999) Considerações sobre o comportamento do consumo de água em escolas – Estudo de Caso da Rede Municipal de Campinas.

INAG (2005), Inventário Nacional dos Sistemas de Água e de Águas Residuais – INSAAR <http://insaar.inag.pt/index2_noflash.htm, Maio de 2008>

INAG (2001). Plano Nacional da Água. Instituto da Água. Lisboa. Abril de 2001.

IRAR (2004). Controlo da qualidade da água para consumo humano. Instituto Regulador da Água e dos Resíduos.

Jesus, V. (2008). Gestão de consumos de água em campi universitários – caso de estudo da FCT-UNL. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Perfil de Engenharia Sanitária.

<http://dspace.fct.unl.pt/bitstream/10362/1401/1/Jesus_2008.pdf, Dezembro de 2008>

Levy, J. Q. (2008). Novas Fontes de Abastecimento de Água – Reutilização e Dessalinização. Ecoserviços, Dezembro 2008.

Levy, J. Q. (2008). Novas Fontes de Abastecimento de Água, Ecoserviços, Gestão de Sistemas Ecológicos, Lda.

Liu, S., Butler, D., Memon, F.A. and Makropoulos, C. (2007). *Exploring the water saving potential of domestic greywater reuse systems, 4th IWA Specialist Conference on Efficient Use and Management of Urban Water Supply, May 2007, Jeju Island, South Korea.*

Loureiro, D., Coelho, S. T., Machado, P., Santos, A., Alegre, H., and Covas, D. (2006). *"Profiling residential water consumption."* *Water Distribution Systems Analysis Symposium, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio, USA.*

Loureiro, D., Coelho, S. T., Ramalho, P., Alegre, H., Covas, D. I.C, Pina, A. (2009a). *"Correlating water consumption behaviour with billing, infra-structure and socio-demographic factors"*, aceite para apresentação oral na Conferência CCWI 2009.

Loureiro, D., Borba, R., Rebelo, M., Alegre, H., Coelho, S.T., Covas, D. I.C, Amado, C., Pacheco, A., Pina, A. (2009b). *"Analysis of household night-time consumption"*, aceite para apresentação oral na Conferência CCWI 2009.

Macintyre, A.J. (1986), Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais, Guanabara Dois, 2ª edição.

MAOTDR (2000). Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006 (PEAASAR I). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

MAOTDR (2007). Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

Martins, A., Freire, J., Sousa, J., Ribeiro, A. (2006). Potencialidades de reutilização de águas residuais para rega de campos de golfe na região do Algarve. ENASB, APESB, Lisboa, 2006.

Martins, M.V., Correia, A. Perna, F., Videira, N., Beltrão, J., faria, E., Monteiro, J.P. (2003). Estudo sobre o golfe do Algarve. Cenários de desenvolvimento. Universidade do Algarve.

Melo, J. J., Calado, A., Fouto, A. R. (2000a). Levantamento Ambiental 2000 ao *Campus* da Caparica – Resumo executivo. Projecto *Campus Verde*. Centro de Excelência para o Ambiente. FCT/UNL.

Melo, J. J., Calado, A., Fouto, A. R. (2000b). Levantamento Ambiental 2000 ao *Campus* da Caparica. Projecto *Campus Verde*. Centro de Excelência para o Ambiente. FCT/UNL.

Melo, M., Gouveia, M. e Duarte, T. (2001). Comércio e Distribuição: Os centros comerciais no horizonte 2010. GEPE - Gabinete de Estudos e Prospectiva Económica do Ministério da Economia. Lisboa, Setembro 2001. ISBN: 972-8170-78-5

Monte, M.H.F.M. (1996). Contributo para a utilização de águas residuais tratadas para irrigação em Portugal. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Norma Portuguesa EN ISO 14001: 2004. Sistemas de gestão ambiental, Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. Instituto Português da Qualidade.

Norma Portuguesa NP 4434: 2005. Reutilização de águas residuais urbanas tratadas na rega. Instituto Português da Qualidade.

North Carolina Department of Environment and Natural Resources, North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, North Carolina Division of Water Resources, Land-of-Sky Regional Council (1998). Water efficiency manual for commercial, industrial and institutional facilities. North Carolina. USA. <<http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf>, Março de 2008>

ONU (1987). Organização das Nações Unidas. Relatório da Comissão Brundtland – O Nosso Futuro Comum, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

ONU (1992). Organização das Nações Unidas. Declaração Universal dos Direitos da Água.

Oliveira, J. M. P. e Santos, A. S. C. (1998). Análise do consumo doméstico de água em Portugal. Uma experiência de campo para a promoção da conservação da água. Relatório Quercus. Lisboa, Portugal.

Pekelny, D. M., Chesnutt T.W., Mitchell D.L (1996). *Cost-effective cost-effectiveness quantifying conservations on the cheap.*

Pinto, M. C. F. (2007). Análise da viabilidade de utilização de águas residuais urbanas através de modelos multicritério de apoio à decisão. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Setembro de 2007.

Portaria n.º 424/85 de 5 de Julho, Secretaria de Estado do Comércio Interno. <<http://pt.legislacao.org/download/pdf/portaria-n-o-424-85-lojas-estado-comercio-interno-83291>, Abril de 2008>

Público (2005) Os maiores centros comerciais do país, Jornal Público de 25 de Setembro. p.4-7.

Puente, J. M. e Moreno, T. (2005). EMASESA - 10 years after the drought actions and achievements. *Efficient 2005*, Santiago, Chile.

Roebuck, R. M. (2007). *A whole life costing approach for rainwater harvesting systems: An investigation into the whole life cost implications of using rainwater harvesting systems for non-potable applications in new-build developments in the UK. A thesis submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. School of Engineering, Design and Technology - University of Bradford.*

Schultz Communications (1999). *A water conservation guide for Commercial, Institutional and Industrial users. Water Use and Conservation Bureau, New Mexico Office of the State Engineer.*

SWEP (2007). *Schools Water Efficiency Program - Victorian Government Department of Sustainability and Environment Melbourne, July 2007.* ISBN 978-1-74208-051-2 <<http://www.ourwater.vic.gov.au/saving/schools/swep>, Maio de 2008>

Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003). *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse.* Metcalf & Eddy, Inc., McGraw-Hill.

UE (2000). União Europeia. Directiva 2000/60/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L327. pp.1-72. <http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D_Q.pdf, Fevereiro de 2008>

US EPA (1998). *Water Conservation Plan Guidelines. Appendix B - Benchmarks used in conservation planning, Table B-2: Benchmarks for Estimating Residential End Uses of Water*, p.164. <http://www.epa.gov/watersense/docs/app_b508.pdf, Março de 2008>

US EPA (2004). *Guidelines for water reuse, EPA/625/R-04/108, US Environmental Protection Agency and US Agency for International Development, Washington D.C.* <<http://www.epa.gov/ord/NRMRL/pubs/625r04108/625r04108.pdf>, Março de 2008>

Valdês, B., Talavera, S., Fernandez-Galiano, E. (1987). *Flora vascular de Andalucía Occidental*. Ed. Keltres. <<http://www.uco.es/investiga/grupos/rea/temporada/graminea.htm>, Maio de 2008>

Vieira, P., Moura e Silva, A., Melo Baptista, J., Almeida, M. C., Ribeiro, R. (2001). Inquérito aos hábitos de utilização e consumos de água na habitação.

Vitorino, F. (2006). *Uso eficiente da água em consumos públicos: contributo para a caracterização e aumento da eficiência. Relatório de estágio formal para a Ordem dos Engenheiros. Colégio de Engenharia do Ambiente. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC - DHA – NES). Lisboa, Agosto.*

Vickers, A. (2001). *Handbook of Water use and Conservation. Waterplow Press, Amherst, Massachusetts.*

Ward, S., Memon, F.A. and Butler, D. (2008). *Rainwater harvesting: model-based design evaluation. Proc. 11th Intl. Conf. on Urban Drainage, Edinburgh, September, 2008.*

WBCSD (2007). *Água – Factos e Tendências. World Business Council for Sustainable Development publication.*

WC DENR (1998). *Water efficiency manual for Commercial, Industrial and Institutional facilities. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources.*

WC DENR (2006). *Water efficiency, water management options. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources.* <<http://www.p2pays.org/ref/04/03102.pdf>, Março 2008>

WRA (2003). *Western Resources Advocates. Smart water: a comparative study of urban water use across the southwest.*

White, S. (1998). *Wise Water Management. A Demand Management Manual for Water Utilities. Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney.*

WSAA (1998). *The Australian urban water industry. WSAA facts 98. Melbourne. Australia.*

WWDR (2003). *The United Nations World Water Development Report: Water for People, Water for Life, released at the 3rd World Water Forum in Kyoto, Japan.*

Zmar (2009). *Zmar - Eco Camping Resort* <<http://www.zmar.eu/46/como-e-que-o-zmar-contribui-para-a-preservacao-do-ambiente.htm>, Julho de 2009>

Zuwhan, Y., Chulsang, Y., Bongsuk, C., Sungwon, K. and Jin Y. (2008). *The Complexity of Rainwater Collection and Utilization: Engineering and Regulatory point of view.*

ANEXOS

