

ANÁLISE DOS CONSUMOS DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS

ADÃO MIGUEL MONTEIRO SOARES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Vítor Carlos Trindade Abrantes Almeida

JUNHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais e Irmãos

A Água é o princípio de todas as coisas.

Tales de Mileto

AGRADECIMENTOS

Para que a realização desta dissertação fosse possível, em muito contribuíram algumas pessoas sem a ajuda das quais, não seria possível concluir mais esta etapa da minha vida académica.

Assim agradeço profundamente:

Ao Professor Doutor Vítor Abrantes, pela orientação, pelo acompanhamento e pelas fontes de pesquisa transmitidas.

Ao Professor Doutor Armando da Silva Afonso, pela prontificada colaboração oferecida, pelo fornecimento de dados e bibliografia e pelo impulsionar inicial transmitido no desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Engenheiro António Curado, pela paciência, disponibilidade e sugestões de grande valia.

Aos Engenheiros Plínio Tomaz e Sérgio Gnipper, pela preciosa colaboração oferecida apesar da distância e do desconhecimento existente.

Ao Engenheiro João Paulo Almeida e à empresa Águas do Porto, EM, pela prestabilidade sempre demonstrada e pelo fornecimento de dados.

Às administrações do Hotel Vila Galé Porto e da Pousada do Porto, pela partilha de elementos que muitas outras instituições similares consideram absolutamente confidenciais.

Ao Professor Mário Valente Neves, pela ajuda prestada dentro do que lhe era possível.

A toda a minha família, em especial aos meus Pais, Irmãos e Cunhados, pela força, ajuda, apoio e sacrifícios prestados, não só na realização deste trabalho, mas ao longo de uma vida, e cujo meu sucesso não duvido que representa um grande orgulho para eles.

À minha namorada Vânia Silva, pela paciência, encorajamento, apoio, presença e incentivo transmitidos, apesar das dificuldades que juntos atravessamos.

A todos os meus amigos, que de uma forma ou outra me acompanharam ao longo destes cinco anos fantásticos, de grandes momentos passados e que se perpetuarão nas nossas memórias. Aqui deixo um agradecimento especial ao Carlos Vieira, ao André Cruz, à Maria Joana Pinto e à Teresa Pinto.

Por fim, agradeço a toda a gente que de uma forma mais directa ou indirecta, contribuíram para o sucesso obtido no culminar destes cinco anos.

Um Muito Obrigado a todos!

RESUMO

A presente dissertação apresenta uma abordagem as problemas inerentes ao dimensionamento das instalações prediais de água no caso particular dos edifícios não habitacionais.

O dimensionamento das instalações prediais de água quente e fria de edifícios não habitacionais apresenta várias dificuldades, quer na previsão dos consumos, quer no estabelecimento das simultaneidades dos diversos aparelhos existentes. Essa dificuldade é especialmente evidente em edifícios colectivos do tipo hospitalar, hoteleiro, ginásios, etc.

Sendo este um tema um tanto quanto omissos por parte da legislação nacional, procura-se no presente trabalho ter uma percepção, de como o tema em estudo é tratado em diversos países europeus e não só, nomeadamente através de legislação aplicada nesses mesmos países.

Através de uma exaustiva pesquisa, apresentam-se valores médios para os consumos de água nos edifícios não habitacionais, valores o mais optimizados possíveis, assim como se tenta quantificar os consumos no caso particular do abastecimento de água quente.

O estabelecimento de simultaneidades, como a previsão de consumos, é um obstáculo a um correcto dimensionamento das instalações prediais, pelo que este é um tema cuidadosamente analisado, estudando-se os diversos métodos de estabelecimento de simultaneidades usualmente utilizados. Assim, analisando diversas problemáticas inerentes ao dimensionamento das instalações prediais, faz-se um levantamento de diversos parâmetros associados a este dimensionamento, assim como procura-se apresentar diversas opções e equipamentos que conduzam a um dimensionamento correcto e mais optimizado possível, que possibilite a obtenção de redes de distribuição de água de qualidade e com o máximo de conforto possíveis.

Enquadrando-se o presente estudo no fornecimento de água, seria de todo imprudente, não se fazer referência a um problema que cada vez mais afecta a sociedade em geral, que é a escassez de água potável ao dispor da população. Nesse sentido, e sendo os edifícios abordados na sua maioria acolhedores de grandes números de pessoas, e portanto mais expostos a esta problemática, apresentam-se diversas alternativas que conduzam a um uso eficiente da água. Estas alternativas possibilitam não só um uso mais sustentável da água por parte dos utilizadores, assim como uma redução de custos da água associados ao desperdício de água.

Para finalizar o trabalho, e no sentido de lhe dar uma vertente mais prática, realizou-se uma análise aos consumos de água de alguns hotéis da cidade do Porto, uma vez que estes são edifícios que se enquadram no tipo de edificação estudada. Através de uma recolha dos consumos mensais médios nos dois últimos anos, com o conhecimento das capacidades dos hotéis e das taxas de ocupação verificadas neste período, é possível obter uma capitação, e assim verificar se os consumos globais sugeridos na presente dissertação se encontram correctos.

PALAVRAS-CHAVE: Consumos de água, edifícios não habitacionais, sistemas prediais de distribuição de água, estabelecimento de simultaneidades, sustentabilidade, hotéis do Porto.

ABSTRACT

This dissertation presents an approach to the problems inherent in the design of its facilities for water in the particular case of non-residential buildings.

The design of its facilities with hot and cold non-residential buildings presents several difficulties, both in consumptions prevision or the establishment of the simultaneity of a huge variety of equipment. This difficulty is especially evident in collective buildings like hospitals, hotels, gymnasiums, etc..

Considering that this theme is not properly discussed in the national legislation, this work intends to study how several other countries, not only European, deal with this issue, recognizing the legislation applied in those countries.

Through exhaustive research, we present average values for water consumption in non-residential buildings, the most optimized possible values, as well as attempts to quantify the intakes in the particular case of hot water.

The establishment of simultaneity as the prediction of consumption is one obstacle to a correct dimensioning of the building, reason why this subject is carefully analyzed, by studying the several methods of establishing simultaneity normally used. Therefore, by analyzing various problems related to design of the building, it is possible to collect several parameters associated to this design. On the other hand, it is not only possible to present various options and equipment that promote a correct and properly optimized design, but also the attainment of distribution networks of high quality water, with the maximum possible comfort.

Considering that the present work is about water supply, it would be imprudent not to refer the problematic issue that nowadays affects society in general, which is potable water scarcity available to population. The kind of buildings we refer in this work shelter great number of people, and so, they are more exposed to this problem. Therefore, we decided to list possible alternatives that would contribute to an efficient use of water. These alternatives will allow, not only to a more sustainable use of water by clients, but also a reduction in water costs.

To terminate our work, in order to apply the knowledge acquired in a more practical way, we performed analysis to water consumption values of some hotels in Porto, regarding that these are buildings that reunite the characteristics of the studied type of building. After gathering the mean values of monthly consumptions in the last two years, hotels' capacities and occupation taxes in these periods, it is possible to obtain a capitation, and then verify if the global consumption values proposed in this dissertation are, in fact, correct.

KEYWORDS: Water consumption, non-residential buildings, real estate systems for water supply, establishment of concurrences, sustainability, Porto's hotels.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO. ÂMBITO E OBJECTIVOS	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. ÂMBITO.....	2
1.3. OBJECTIVOS.....	3
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO	5
2.1. LEGISLAÇÃO EM PORTUGAL.....	5
2.2. LEGISLAÇÃO NO ESTRANGEIRO.....	6
2.2.1. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	6
2.2.2. LEGISLAÇÃO NA EUROPA	7
3. CONSUMOS EM EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS	9
3.1. EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS	9
3.1.1. DEFINIÇÃO.....	9
3.1.2. EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE CONSTRUÇÃO.....	9
3.1.3. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL	10
3.2. CONSUMOS DE ÁGUA NOS EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS	11
3.2.1. GENERALIDADES.....	11
3.2.2. CONSUMOS GLOBAIS	14
3.2.3. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA.....	17
3.2.4. CONSUMO DE ÁGUA QUENTE.....	18
3.3. DIFERENTES ÁREAS DE CONSUMOS	20
3.3.1. GENERALIDADES.....	20
3.3.2. A ÁGUA NOS HOSPITAIS	22
3.3.3. A ÁGUA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS.....	23
3.3.4. A ÁGUA NOS HOTÉIS	23

3.3.5. A ÁGUA NAS ESCOLAS	24
3.4. FACTORES QUE AFECTAM O CONSUMO	25
3.4.1. GENERALIDADES.....	25
3.4.2. INFLUÊNCIA DO CLIMA.....	26
3.4.3. INFLUÊNCIA DOS HÁBITOS E NÍVEL DE VIDA DA POPULAÇÃO	26
3.4.4. INFLUÊNCIA DA NATUREZA DA CIDADE.....	26
3.4.5. INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO DA CIDADE.....	26
3.4.6. INFLUÊNCIA DA MEDIÇÃO	26
 4. INSTALAÇÕES PREDIAIS	 27
4.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA	27
4.1.1. INTRODUÇÃO	27
4.1.2. CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS	27
4.1.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS.....	28
4.1.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO	30
4.1.5. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS	32
4.2. REDES DE ÁGUA FRIA	33
4.3. REDES DE ÁGUA QUENTE.....	33
4.3.1. GENERALIDADES.....	33
4.3.2. APARELHOS PRODUTORES DE ÁGUA QUENTE	34
4.3.2.1. Bombas de calor.....	34
4.3.2.2. Aparelhos de produção instantânea a gás.....	35
4.3.2.3. Aparelhos de acumulação (Termoacumuladores)	36
4.3.2.4. Caldeiras murais a gás.....	37
4.3.2.5. Produção por energia solar	37
4.4. TRAÇADO E IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	38
4.4.1. GENERALIDADES.....	38
4.4.2. CONSTITUIÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO.....	39
4.4.2.1. Dispositivos de utilização	39
4.4.2.2. Tubagens.....	39
4.4.2.3. Válvulas	40
4.4.2.4. Instalações complementares e outros acessórios	40
4.4.3. TRAÇADO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO	41

4.4.4. EXECUÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO	41
4.4.5. ISOLAMENTO DAS CANALIZAÇÕES	42
4.5. CONFORTO E QUALIDADE DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	42
4.5.1. GENERALIDADES.....	42
4.5.2. CAUDAIS DISPONIBILIZADOS E COEFICIENTES DE SIMULTANEIDADE.....	42
4.5.3. PRESSÕES ASSEGURADAS	43
4.5.4. ISOLAMENTO TÉRMICO.....	43
4.5.5. RUÍDOS.....	43
4.6. BASES DE DIMENSIONAMENTO	44
4.6.1. GENERALIDADES.....	44
4.6.2. NOÇÕES FUNDAMENTAIS DA HIDRÁULICA.....	45
4.6.2.1. Lei hidrostática de pressão	45
4.6.2.2. Equação da continuidade.....	45
4.6.2.3. Teorema de Bernoulli	45
4.6.3. CAUDAIS INSTANTÂNEOS.....	46
4.6.4. CAUDAIS DE CÁLCULO	48
4.6.5. VELOCIDADES.....	50
4.6.6. PRESSÕES	52
4.6.7. PERDAS DE CARGA	53
4.6.7.1. Perdas de carga contínuas	53
4.6.7.2. Perdas de carga localizadas	54
4.7. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS.....	54
4.7.1. GENERALIDADES.....	54
4.7.2. SISTEMAS HIDROPNEUMÁTICOS.....	55
4.7.2.1. Generalidades	55
4.7.2.2. Dimensionamento dos reservatórios hidropneumáticos	55
4.7.3. BOMBAS.....	57
4.7.3.1. Tipos de bombas.....	57
4.7.3.2. Potência e rendimento de uma bomba	57
4.7.3.3. Escolha de uma bomba.....	58
4.7.3.4. Cavitação	58
4.8. ESTABELECIMENTO DE SIMULTANEIDADES.....	59
4.8.1. GENERALIDADES.....	59

4.8.2. MÉTODO DO COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE	60
4.8.3. MÉTODO DO CÁLCULO DAS PROBABILIDADES	62
4.8.4. MÉTODO PRECONIZADO PELO REGULAMENTO PORTUGUÊS.....	62

5. ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

5.1. INTRODUÇÃO	65
5.2. O CONCEITO DOS 4R	66
5.3. MEDIDAS PARA UM USO MAIS SUSTENTÁVEL DA ÁGUA.....	66
5.3.1. GENERALIDADES	66
5.3.2. CAMPANHAS DE CONSCIENCIALIZAÇÃO	67
5.3.3. REDUÇÃO DAS FUGAS DE ÁGUA.....	67
5.3.4. REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO	67
5.3.5. USO DE DISPOSITIVOS E UTILIZAÇÃO MAIS EFICIENTES.....	68
5.3.6. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	68
5.3.7. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS PROVENIENTES DE BANHOS.....	69
5.4. O PREÇO DA ÁGUA.....	70
5.4.1. GENERALIDADES	70
5.4.2. TARIFAS DE ÁGUA	70

6. CASO DE ESTUDO: HOTÉIS DA CIDADE DO PORTO

6.1. INTRODUÇÃO	73
6.2. HOTÉIS EM ANÁLISE	74
6.2.1. Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel [51]	74
6.2.2. Hotel Vila Galé Porto.....	74
6.3. CONSUMOS DOS HOTÉIS	75
6.3.1. CONSUMOS MÉDIOS MENSAIS	75
6.3.2. CONSUMOS MENSAIS	77
6.4. CAPITAÇÕES DOS HOTÉIS	77
6.4.1. TAXAS DE OCUPAÇÃO	77
6.4.1.1. Hotel Vila Galé Porto	78
6.4.1.2. Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel	79
6.4.2. CAPITAÇÕES.....	80
6.4.2.1. Hotel Vila Galé Porto	80

6.4.2.2. Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel	82
6.5. TAXAS DE OCUPAÇÃO NOS HOTÉIS DO GRANDE PORTO E NORTE DE PORTUGAL	83
6.5.1. GENERALIDADES.....	83
6.5.2. EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE OCUPAÇÃO NO NORTE DE PORTUGAL NO PERÍODO 2000-2008	83
6.5.3. TAXAS DE OCUPAÇÃO NO PERÍODO EM ANÁLISE NO GRANDE PORTO.....	84
 7. CONCLUSÕES	 85
7.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	85
7.2. CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO.....	86
 8. BIBLIOGRAFIA	 89

ANEXO A: CONSUMOS MENSALIS DOS HOTÉIS EM ANÁLISE	93
A.1. POUSADA DO PORTO - FREIXO PALACE HOTEL	94
A.2. HOTEL VILA GALÉ PORTO	95
A.3. HOTEL A	96
A.4. HOTEL B	97
A.5. HOTEL C	98
A.6. HOTEL D	99
A.7. HOTEL E	100
A.8. HOTEL F	101
A.9. HOTEL G	102
A.10. HOTEL H	103
A.11. HOTEL I	104
A.12. HOTEL J	105
A.13. HOTEL K	106
A.14. HOTEL L	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Evolução do Índice de Produção de Edifícios Não Residenciais Públicos [32].....	10
Fig.2 – Evolução do Índice de Produção de Edifícios Não Residenciais Privados [32]	11
Fig.3 – Consumo total de água de abastecimento público na Europa, por país [34]	12
Fig.4 – Exemplo de um contador	18
Fig.5 – Curvas de consumo de água quente [2]	19
Fig.6 – Sistema de Abastecimento Directo [46]	29
Fig.7 – Sistema de Abastecimento Indirecto com Reservatório Elevado [46]	29
Fig.8 – Sistema de Abastecimento Indirecto com Bombagem [46]	30
Fig.9 – Sistema de Abastecimento Misto [46]	30
Fig.10 – Exemplo de uma bomba de calor [39]	35
Fig.11 – Exemplo de um esquentador [47]	36
Fig.12 – Exemplo de um termoacumulador eléctrico [47].....	37
Fig.13 – Exemplo de uma caldeira mural a gás [48].....	37
Fig.14 – Exemplo de um painel solar [49].....	38
Fig.15 – Coeficiente de simultaneidade em função do número de dispositivos	60
Fig.16 – Eficiência hídrica dos produtos e dos edifícios [19]	66
Fig.17 – Exemplo de um chuveiro de caudal reduzido	68
Fig.18 – Precipitação na década de 2000-2009 e comparação com a normal 1971-2000 [42]	69
Fig.19 – Foto das fachadas dos dois edifícios da Pousada do Porto [51]	74
Fig.20 – Fachada do Hotel Vila Galé Porto.....	75
Fig.21 – Evolução das taxas de ocupação do Hotel Vila Galé	79
Fig.22 – Evolução das taxas de ocupação da Pousada do Porto	80
Fig.23 – Evolução das Capitações do Hotel Vila Galé.....	81
Fig.24 – Evolução das Capitações da Pousada do Porto.....	82
Fig.25 – Evolução das taxas de ocupação no período 200-2008 [54].....	83
Fig.26 – Evolução das taxas de ocupação no Grande Porto no período de tempo em análise [55].....	84

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Consumos de água em algumas regiões e países	12
Quadro 2 – Evolução dos Consumos médios (l/pessoa/dia)	14
Quadro 3 – Consumos Comerciais	15
Quadro 4 – Consumos Industriais	15
Quadro 5 – Consumos Industriais (Continuação)	16
Quadro 6 – Consumos de serviços públicos	16
Quadro 7 – Consumos mínimos de água quente a considerar em edifícios não habitacionais [2]	19
Quadro 8 – Uso da água em Edifícios de Saúde	20
Quadro 9 – Uso da água em Edifícios Comerciais	21
Quadro 10 – Uso da água em Hotéis	21
Quadro 11 – Uso da água em Escolas	22
Quadro 12 – Viscosidade cinemática da água. Adaptado de Pedroso (2007) [2]	44
Quadro 13 – Caudais mínimos dos dispositivos de utilização [4]	46
Quadro 14 – Duração média das utilizações dos dispositivos. Adaptado de Silva Afonso (2001) [1] ..	47
Quadro 15 – Consumo de água em cada utilização. Adaptado de Silva Afonso (2001) [1]	48
Quadro 16 – Número de fluxómetros em utilização simultânea [4]	49
Quadro 17 – Velocidades máximas em redes interiores de Polipropileno de acordo com os critérios de Brigaux e Garrigou (1976) [22] e Silva Afonso (2001) [1]	52
Quadro 18 – Rugosidade Absoluta de alguns materiais	54
Quadro 19 – Tipos de bombas [2]	57
Quadro 20 – Tensão de vapor da água em função da temperatura [2]	58
Quadro 21 – Coeficientes de simultaneidade para consumos nas derivações [3]	61
Quadro 22 – Coeficientes de simultaneidade para consumos nas colunas ou distribuidores [3]	61
Quadro 23 – Valores das variáveis P, T e t [2]	62
Quadro 24 – Perdas devido a fugas em torneiras/autoclismos [40]	67
Quadro 25 – Tarifas de consumo da empresa Águas do Porto, EM [45]	71
Quadro 26 – Hotéis analisados e respectiva classificação	73
Quadro 27 – Capacidade da Pousada do Porto [51]	74
Quadro 28 – Capacidade do Hotel Vila Galé Porto [52]	75
Quadro 29 – Consumo médios mensais de 2009 e 2010. Fonte: Águas do Porto, EM	76
Quadro 30 – Número de quartos dos hotéis analisados	76

Quadro 31 – Taxas de ocupação do Hotel Vila Galé.....	78
Quadro 32 – Taxas de ocupação da Pousada do Porto.....	79
Quadro 33 – Capitações do Hotel Vila Galé	81
Quadro 34 – Capitações da Pousada do Porto	82
Quadro 35 – Evolução das taxas de ocupação no período 200-2008 [65].....	83
Quadro 36 – Taxas de ocupação no Grande Porto no período de tempo em análise [66]	84

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DR – Decreto Regulamentar

DL – Decreto – Lei

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

IRAR – Instituto Regulador da Águas e Resíduos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

AWWA – American Water Works Association

ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa

AHP – Associação da Hotelaria de Portugal

1

INTRODUÇÃO. ÂMBITO E OBJECTIVOS

1.1. INTRODUÇÃO

Uma análise dos consumos de água, acarreta sempre um vasto rol de problemáticas e um número elevado de factores a considerar. Estes problemas tornam-se por demais evidentes em edifícios não habitacionais, sejam eles causados pela enorme variação da taxa de população ocupacional no caso de edifícios hospitalares, ou pela concentração no uso das instalações numa determinada facha horária, por exemplo, em edifícios escolares, durante os períodos de intervalos.

As categorias de consumo de água em instalações prediais para edifícios não habitacionais, subdividem-se de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto [4] (mais à frente tratado) em: comerciais, industriais e públicos.

O consumo comercial, refere-se a consumos de restaurantes, hospitais e serviços de saúde, hotéis, lavandarias, bares, lojas ou clubes desportivos.

O consumo industrial representa o consumo de todas as indústrias, como têxteis ou de alimentação por exemplo. Apesar deste tipo de edifícios não se enquadrar no âmbito da presente dissertação, importa salientar que as indústrias são grandes consumidoras de água.

Na categoria de consumo público, reúnem-se os edifícios públicos, escolas, universidades, cadeias, quartéis, edifícios municipais, etc.

O uso da água em consumo urbano, segundo Tomaz (1999) [7], divide-se em uso interno e uso externo. O uso externo destina-se à rega de jardins, espaços verdes e passeios, enquanto o uso interno refere-se a consumos domésticos e outros tipos de consumo.

Com o recurso a uma exaustiva pesquisa, apresentam-se nesta dissertação valores médios para os consumos de água dos vários tipos de edifícios não habitacionais, consumos estes quantificados de maneiras completamente diferentes de acordo com a bibliografia e o país de origem desta, como já referido. Importa salientar nesta fase, a necessidade encontrada em estudar a situação noutros países, sobretudo pela escassa informação existente em Portugal nomeadamente em termos de legislação, no que aos edifícios não habitacionais diz respeito. Assim, foi estudada a legislação existente sobretudo em países como França e Brasil, mas também Inglaterra e EUA foram alvo de análise.

Centrando-se a presente dissertação na análise de consumos de água como já mencionado, é de todo o interesse salientar a importância e a cada vez maior escassez deste bem natural e vital que é a água. Como tal, efectuou-se uma pesquisa que, como numa fase posterior desta dissertação se verificará, demonstra ser de toda a importância um correcto dimensionamento das redes prediais, quer para tentar reduzir ao máximo desperdícios de água, ou mesmo para um uso sustentável desta através de

reutilizações ou até de aproveitamento das águas pluviais. A título de exemplo, há algumas dezenas de anos encontravam-se à disposição da humanidade 9 milhões de km³ de água doce se bem que distribuídos desigualmente pela superfície terrestre. No entanto, nos últimos 50 anos, esta reserva sofreu uma redução drástica na ordem dos 60%, devido sobretudo ao crescimento demográfico e ao aumento da indústria no mundo que devido aos efluentes por esta gerada também degradou e muito a qualidade da água.

Sendo a água um bem indispensável a todas as actividades da nossa sociedade, torna-se obrigatório considerá-la como um recurso estratégico que é necessário preservar, tornando o seu uso mais eficiente. A principal vantagem do uso eficiente da água prende-se com a poupança desta, sem que para isso se comprometa o conforto e a qualidade de vida dos consumidores. Adicionalmente existem outras vantagens para o uso eficiente da água, como a redução do consumo de energia. De salientar, que o preço da água e da energia têm vindo a sofrer um forte aumento nos últimos anos sendo de todo conveniente uma possível redução dos consumos destes.

Assim, é de todo conveniente, conhecer a forma como a água é consumida num edifício não habitacional, seja ele uma indústria, um edifício público ou de comércio.

Na presente dissertação apenas se estudarão as redes prediais de abastecimento de água, uma vez que as redes residuais não se englobam no âmbito deste trabalho.

Os sistemas prediais de abastecimento devem garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento dos aparelhos e das tubagens usadas.

Tendo como objectivo o uso eficiente da água, deve-se otimizar na medida do possível o dimensionamento das redes prediais. Para isso, há que escolher o melhor traçado e o material mais apropriado de acordo com as necessidades inerentes ao edifício. Numa fase posterior do presente estudo apresentar-se-ão algumas bases e critérios de dimensionamento das instalações prediais nomeadamente caudais e perdas de carga.

Centrando-se o presente estudo na problemática inerente aos consumos de água em edifícios não habitacionais, apresenta-se nesta dissertação uma análise aos consumos de um tipo de edifícios não habitacionais em particular, os edifícios hoteleiros.

Sendo neste tipo de edifícios as taxas de ocupação um factor determinante para um correcto dimensionamento, tentaram-se obter junto dos hotéis em análise estas mesmas taxas, para em conjunto com os consumos de água e as capacidades dos hotéis determinar as capitações dos hotéis, e em função da classificação de cada um verificar o acerto ou a disparidade com os valores teóricos.

1.2. ÂMBITO

A presente dissertação insere-se no âmbito das redes prediais de distribuição de água, em particular nos edifícios não habitacionais, também designados por edifícios não residenciais, e visa essencialmente, uma análise dos consumos de água neste tipo de edifícios. Um outro aspecto inerente a este prende-se com o dimensionamento das redes prediais, pois no futuro o consumo de água oscilará de acordo com o estudo e o dimensionamento da rede.

1.3. OBJECTIVOS

Actualmente, o dimensionamento de redes prediais de água fria e quente apresenta diversas dificuldades. Estas dificuldades sobressaem no caso dos edifícios não habitacionais, quer na previsão de consumos deste tipo de edificação, quer no estabelecimento de simultaneidades dos diversos aparelhos existentes. No caso de edifícios colectivos do tipo hospitalar ou hoteleiro por exemplo, estas dificuldades são por demais evidentes, ou não existisse nestes uma grande variação de ocupação.

Assim sendo, o presente estudo visa analisar os consumos globais nos edifícios não habitacionais, fazendo-se para tal um levantamento de consumos médios para os diferentes edifícios, variando estes com o país, a época e os hábitos populacionais, elaborando-se de seguida, uma tabela com os consumos médios globais para todos os tipos de edifícios não habitacionais estudados.

Para além da obtenção destes consumos médios globais, pretendem-se analisar as instalações prediais neste tipo de edificação, nomeadamente as instalações de água fria e quente. Nestas últimas há ainda a considerar os equipamentos usados para o aquecimento da água, assim como o eventual recurso a colectores solares.

Um outro objectivo inerente a esta dissertação, prende-se com o estabelecimento de simultaneidades. Isto é, uma instalação predial de abastecimento de água deve ser dimensionada com base nos caudais máximos resultantes de todos os equipamentos que podem funcionar em simultâneo. Como tal, deverão ser analisadas as bases e os critérios de dimensionamento das referidas redes.

Por último, num mundo cada vez mais desenvolvido e onde a escassez de água potável é cada vez mais uma real ameaça, importa referir métodos e opções para um uso racional e sustentável da água, por exemplo, através de uma reutilização eficaz da água, ou mesmo através do aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se estruturada em vários capítulos, abordando cada um deles, temas de grande importância para o presente estudo.

Assim, no capítulo 2 enquadra-se o presente estudo a nível normativo e legislativo, fazendo-se para tal um levantamento de normas e decretos-lei não só portugueses mas também de outros países como aliás já foi referido.

No capítulo 3 analisam-se os consumos globais no que aos edifícios não habitacionais dizem respeito, apresentando-se aqui uma tabela resumo, dos consumos globais médios de todo o tipo de edifícios analisados. Também se abordam neste capítulo, algumas características ímpares deste tipo de edificação, assim como se faz um levantamento da evolução da construção destes edifícios. Por último, retratam-se as diferentes áreas de consumo de água nos edifícios não habitacionais, abordando-se com mais detalhe alguns destes tipos de edifícios, fazendo-se ainda referência aos principais factores que afectam o consumo.

No capítulo 4, faz-se um levantamento das bases e critérios de dimensionamento existentes para as instalações prediais, assim como os tipos de abastecimento existentes. Faz-se ainda a separação das instalações de abastecimento de água fria e quente, enumerando-se para esta última os diferentes dispositivos de aquecimento de água existentes no mercado. Por último realiza-se uma análise cuidada do estabelecimento de simultaneidades e da previsão de consumos.

O capítulo 5 apresenta as vantagens que o uso eficiente da água representa, referindo-se aqui várias soluções para um uso mais sustentável da água. Sendo a questão da sustentabilidade o tema em destaque neste tema, também se faz uma leve reflexão sobre o preço da água.

No capítulo 6, quiçá o mais importante do presente trabalho, apresenta-se o caso de estudo inserido na presente dissertação. Este trata duma análise detalhada dos consumos de água de alguns hotéis da cidade do Porto. Aqui procura-se averiguar se os valores obtidos no capítulo 3 realmente se aplicam na prática.

Finalmente no 7º e último capítulo apresentam-se as principais conclusões referentes ao presente estudo.

2

ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO

2.1. LEGISLAÇÃO EM PORTUGAL

Ao contrário da água em si, que é o tema do ambiente com maior quantidade de legislação, os sistemas públicos e prediais de distribuição de água não apresentam uma gama tão rica a este nível. Em Portugal a legislação existente resume-se em grande parte ao Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto, complementando o Decreto-Lei n.º 207/94, de 6 de Agosto que veio actualizar a legislação existente em matéria de sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, se bem que estes últimos ultrapassam o âmbito do presente trabalho. Falando dos edifícios não habitacionais em particular, a escassez de legislação toma ainda proporções mais assinaláveis, já que os Decretos mencionados anteriormente são em muitos aspectos omissos quando aplicados a estes edifícios.

Assim, para os consumos destes edifícios, não existe um artigo explícito, dividindo-os o DR n.º 23/95 por vários artigos:

- Artigo 14º - Consumos Comerciais
- Artigo 15º - Consumos Industriais e Similares
- Artigo 16º - Consumos Públicos

O ponto 1 do artigo 14º, refere que os consumos comerciais e de serviços (não públicos) podem considerar-se na generalidade dos casos, incorporados no valor médio da “capitação global”. Por outro lado, o ponto 2 deste mesmo artigo sugere um acréscimo na capitação para zonas de intensa actividade comercial, de 50 l/habitante/dia, o que deve ser entendido como um valor máximo e só deve ser considerado quando existam comércio ou serviços consumidores de água em número e dimensão significativos, e/ou quando os utentes da zona comercial provenham do exterior da mancha urbana em estudo.

Em relação aos consumos industriais, devem distinguir-se os consumos de tipo doméstico, imputáveis aos operários, dos consumos inerentes ao processo fabril em questão. De facto, estes últimos são apenas função das condições e características da produção e podem não exigir água com os níveis de qualidade estabelecidos para o consumo humano ou, por outro lado, podem exigir água com níveis de qualidade mais exigentes, o que poderá determinar a necessidade de tratamentos adicionais. De qualquer modo, a origem destes caudais poderá não ser a rede pública e, nesses casos, não serão adicionados aos consumos domésticos.

O regulamento distingue consumos públicos de consumos de serviços públicos, englobando nos segundos os estabelecimentos de saúde, ensino, etc. Como se refere no ponto 1 do artigo 16.º, os consumos públicos podem em muitos casos considerar-se incluídos na capitação global, variando entre 5 e 20 l/habitante/dia, tal como no caso dos consumos comerciais, em especial quando não existem espaços verdes com dimensão significativa carecendo de rega. No que se refere aos consumos de estabelecimentos ou serviços públicos, dever-se-á atender neste caso à percentagem de residentes fora da zona em estudo.

O título III do anteriormente mencionado Decreto Regulamentar trata os sistemas de distribuição predial de água, dividido este por sete capítulos, dos quais para o presente estudo se destacam os capítulos III – Elementos de base para dimensionamento – e IV – rede predial de água fria e quente. Relativamente à rede predial de água quente, importa referir o Decreto-Lei n.º 80/2006 (RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) de 4 de Abril, que introduz a obrigatoriedade da instalação de painéis solares para a produção de água quente sanitária.

Por sua vez, no Decreto-Lei n.º 207/94 sobressaem os capítulos II e III que cuidam dos sistemas públicos e dos sistemas prediais respectivamente. No capítulo III deve-se realçar os artigos 13º e 14º tratando estes os deveres dos utilizadores e dos proprietários ou usufrutuários.

Como já referido, a legislação portuguesa é omissa em muitos aspectos relacionados com os edifícios não habitacionais e os seus sistemas de abastecimento de água. Muitas vezes divide-se mesmo este tipo de edifícios em comerciais, públicos e industriais como já mencionado.

De modo a promover a protecção da saúde, gestão integrada e preservação dos recursos hídricos, importa referir o Decreto-Lei n.º 45/94 e Decreto-Lei n.º 46/94, ambos de 2 de Fevereiro, relativos respectivamente, ao planeamento dos recursos hídricos e licenciamento das utilizações do domínio hídrico. De mencionar ainda aqui, o Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto, com as normalizações do IRAR (Instituto Regulador das Águas e Resíduos), que impõe as condições de controlo de qualidade da água para consumo humano.

2.2. LEGISLAÇÃO NO ESTRANGEIRO

2.2.1. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Ao contrário da legislação portuguesa, a legislação brasileira é bastante rica ao nível dos sistemas públicos e prediais de abastecimento de água, no caso particular dos edifícios não habitacionais.

Assim, existe o Projecto de Lei 7345/02, que determina a instalação de equipamentos de controlo de consumo de água em edifícios não habitacionais, nomeadamente edifícios comerciais de escritórios, edifícios escolares públicos e privados, hotéis ou motéis. Para controlar e reduzir o consumo de água pelos utilizadores destes edifícios, são utilizados equipamentos como reservatórios de água potável com entradas munidas de registos com fecho automático accionado por uma bóia, válvulas para torneiras e mictórios com sistemas redutores e reguladores de caudal e fecho automático e torneiras em áreas externas com accionamento restrito. Este Projecto de Lei surgiu como complemento ao Projecto de Lei 6963 de 2002, sendo ambos da mesma autoria, com o mesmo objectivo e apenas com diferenças pontuais.

Em termos normativos, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – disponibiliza um elevado número de normas sobre este tema, das quais há a destacar a NBR 5626 de 1998 que se intitula por “Instalação predial de água fria” e a NBR 7198 “Projecto e execução de instalações prediais de água quente”.

Estas normas anteriormente referidas, entre outros aspectos, exigem das instalações prediais de água:

- Garantir o fornecimento de água de forma contínua
- Preservar a potabilidade da água no interior da tubagem
- Racionalizar o consumo de água e energia

A nível estadual, há aqui a referir os estados de São Paulo (Lei 12638 de 1998), Rio de Janeiro (Decreto Nº 23940/2004), Guarulhos (Lei nº4650 de 1994) e Santa Catarina (Projecto Lei Estadual nº 012/2003) onde todos tendem a reforçar as imposições nacionais de forma a reduzir e controlar os consumos de água.

Através da Lei Municipal 3795 de 13 de Junho de 1991, o estado de Guarulhos, elaborou uma lei que “Estabelece a obrigatoriedade de limpeza e desinfecção anual nos reservatórios de água, em todos os estabelecimentos com acentuado fluxo de pessoas”.

Esta lei obriga, a que todos os estabelecimentos com acentuado fluxo de pessoas, como hospitais, escolas, clubes, teatros e outros, a proceder a limpeza e desinfecção anual nos seus reservatórios de água.

2.2.2. LEGISLAÇÃO NA EUROPA

Devido á escassa legislação portuguesa, houve a necessidade de para complemento do presente estudo recorrer, como já mencionada a legislação de outros países. Neste sentido o Brasil apresenta um vasto rol de normas, não se resumindo contudo esta pesquisa por este país, procurando-se também informação em países europeus como França, Inglaterra e Espanha entre outros.

Assim, em França encontramos o “Décret n.º 89-3 du 3 janvier 1989 - Normes de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine “, que decreta as normas de qualidade da água destinada ao consumo humano. Em relação às redes de água potável, temos o “Règlement de l'Ontario 170/03 - Réseaux d'eau potable”. Mais especificamente sobre edifícios não habitacionais encontramos o “Règlement de L'Ontario 252/05” que regulamenta as redes prediais de abastecimento de água em edifícios não habitacionais e em edifícios habitacionais.

O anexo de norma europeia EN 12056-3:2000 disponibiliza um resumo com as normas em vigor em alguns países europeus nesta área.

Desta forma, à legislação existente em França já mencionada, há a juntar a esta, a NF P40-202 (ref DTU 60.11) – “Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire es des installations d'évacuation des eaux pluviales”, que enumera as regras de cálculo para o dimensionamento de instalações prediais.

Na vizinha Espanha, encontra-se em vigor a PNE 149201, que regulamenta o abastecimento de água, em especial o dimensionamento de instalações interiores de água.

Ainda de acordo com a norma europeia EN 12056-3:2000, as normas que se encontram em vigor na Áustria, Dinamarca, Finlândia e Alemanha são respectivamente:

- ÖNORM B 2531-2 – Instalações de abastecimento de água no sector imobiliário;
- DS 439 – Código de prática para instalações domésticas de abastecimento de água;
- NBCF D1 – Abastecimento de água e instalações de drenagem em edifícios – Regulamentos e Recomendações 1987;

- DIN 1988-3 – Normas técnicas para instalações de água potável (sistemas de abastecimento); dimensionamento de tubos.

Em Inglaterra, a legislação existente nesta área também não abunda, centrando-se esta no caso dos edifícios não habitacionais principalmente na regulamentação térmica e acústica, o que ultrapassa o âmbito do presente estudo. Ainda assim importa referir a norma BS 6700:1997, que apresenta as especificações de projecto, instalação, testes e manutenção de serviços de abastecimento de água para uso doméstico em edifícios. Nos EUA, o caso é semelhante, centrando-se a legislação existente nos aspectos energéticos destes edifícios.

Em suma, pode-se constatar em função da pesquisa efectuada, que este tema dos consumos de água em edifícios não habitacionais e as respectivas redes de abastecimento de água, ainda não recebem por parte dos países analisados a devida importância ao nível do enquadramento legislativo e normativo, com Portugal obviamente incluído neste lote. Contudo, devido a cada vez maior escassez do recurso natural e vital que é a água, é de prever uma grande evolução a este nível num horizonte não muito distante.

3

CONSUMOS EM EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS

3.1. EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS

3.1.1. DEFINIÇÃO

Por definição, um edifício é considerado como um edifício não habitacional ou não residencial, quando a pequena parte do prédio, isto é, menos de metade da sua área bruta, é usada para fins de moradia. Nos edifícios não habitacionais podem-se incluir, entre outros, edifícios do tipo:

- Industriais;
- Comerciais;
- De ensino;
- De saúde;
- Hotelaria.

3.1.2. EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE CONSTRUÇÃO

Ao nível de taxas de construção destes tipos de edifícios, nos últimos anos tem-se assistido a uma progressiva queda. Segundo a FEPICOP - Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, “nos dois primeiros meses do ano de 2010 e em termos de evolução dos índices de produção por segmentos de actividade, salienta-se o forte abrandamento que se terá registado no segmento das obras de engenharia civil e nos edifícios não residenciais públicos, desaceleração que se junta à depressão que os segmentos residencial e não residencial privado, continuam a registar”.

Em termos de comparação com os parceiros europeus, os empresários nacionais do Sector continuam muito mais pessimistas que a média dos empresários da União Europeia.

Ainda de acordo com a FEPICOP, o nível de actividade atingiu o ponto mais baixo em Junho de 2006 e, de então para cá, assiste-se a uma recuperação suave, gradual e sustentada.

Este abrandamento dos edifícios não residenciais é uma tendência generalizada um pouco por toda a Europa. No entanto em países como por exemplo o Canadá, o principal motor do crescimento da indústria nos próximos anos permanecerá na área de construção não residencial, isto apesar de um recente decréscimo nesta área.

Em 2007, segundo uma estimativa da Indústria da Construção do Canadá, o sector não residencial, incluindo a indústria de construção e engenharia civil, teve um aumento de 7,9%. Este aumento decaiu para os 5% e 3,1% em 2008 e 2009 respectivamente. Para o corrente ano de 2010 está previsto um aumento de 0,5%, sendo que para o ano de 2011 este já se situará nos 1,4%. Estes números estarão, como é óbvio, relacionados com a crise económica e financeira mundial.

3.1.3. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

O índice de produção de obras de engenharia civil, segundo a FEDICOP, prossegue a tendência descendente que vem apresentando nos últimos meses. Sobretudo no segundo semestre de 2009, houve uma redução acentuada de obras de engenharia civil tão diversificadas como vias de comunicação ou obras hidráulicas. A FEDICOP alerta ainda para a continuação destas quedas de produção num curto a médio prazo tendo em conta o esforço de contenção de despesa pública previsto efectuar-se até 2013, conforme informação pública.

Algumas justificações apontadas para a evolução descendente da produção de obras de engenharia civil estendem-se, também, à evolução do índice de produção de edifícios não residenciais públicos, onde se incluem hospitais, escolas e edifícios multifuncionais.

De facto, neste segmento assistiu-se, também e gradualmente, a um menor volume de adjudicações, sobretudo no segundo semestre de 2009, redução que se vem repercutindo em menores volumes de actividade até ao final de Fevereiro de 2010, os quais continuam, porém, a ser positivos embora menores.

Como se observa na figura abaixo, o índice de produção de edifícios não residenciais públicos apresentou nos primeiros seis meses de 2009 um comportamento ascendente. Este comportamento ficou a dever-se em muito a um reforço significativo de investimento público que surgiu no âmbito da Iniciativa para o Investimento e Emprego.

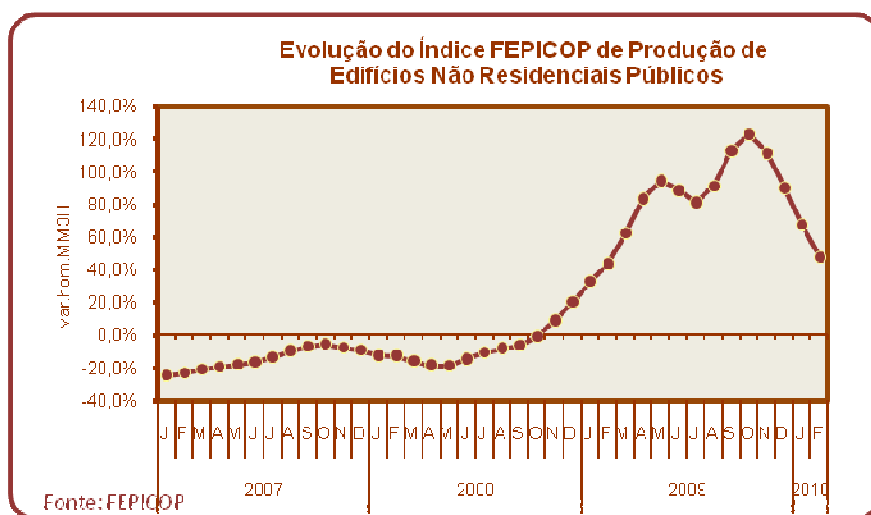


Fig.1 – Evolução do Índice de Produção de Edifícios Não Residenciais Públicos [32]

A evolução positiva da actividade nos edifícios não residenciais públicos tem sido muito impulsionada pelo carácter de excepção do investimento público que neles tem sido realizado, contudo e nos dois últimos anos, têm-se verificado sucessivas quebras de actividade, como tem acontecido nos segmentos da habitação e dos edifícios não residenciais privados.

O segmento dos edifícios não residenciais privados, em 2008 apresentou um ligeiro acréscimo face a 2007, no entanto, em 2009, sofreu uma quebra acentuada da actividade resultante dos efeitos da crise financeira mundial cujos impactos se fizeram sentir na retracção do investimento privado que, segundo o Banco de Portugal, terá sido da ordem dos 15%. Neste contexto, muito dos investidores privados tiveram de adiar as suas decisões de construir edifícios não residenciais, decisões que se espera, agora, que venham gradualmente a concretizarem-se em 2010 ou 2011, especialmente neste último ano em que se perspectiva que na economia nacional possam registar-se níveis de investimento no sector acima dos apurados em 2009.

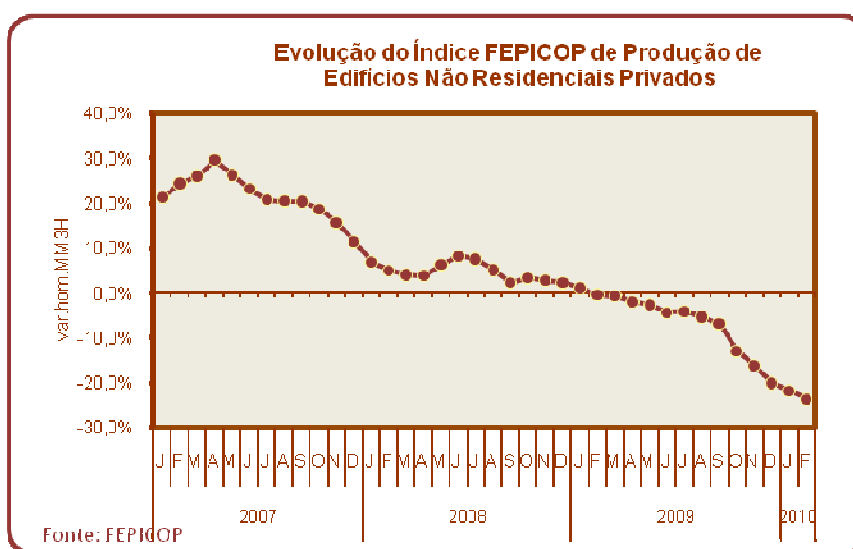


Fig.2 – Evolução do Índice de Produção de Edifícios Não Residenciais Privados [32]

Nos primeiros meses de 2010, como se pode observar no gráfico anterior, a trajectória de evolução do índice de produção de edifícios não residenciais continuou a ser negativa, reflectindo o acentuado decréscimo que se tem verificado nesta área, o qual, em Janeiro de 2010, se situaria 28% abaixo do mesmo mês de 2009.

3.2. CONSUMOS DE ÁGUA NOS EDIFÍCIOS NÃO HABITACIONAIS

3.2.1. GENERALIDADES

O consumo de água potável num edifício não habitacional será função da tipologia do edifício (hoteleiro, escolar, hospitalar, etc.), bem como das características de consumo das próprias populações.

O consumo de água por pessoa varia de país para país e de lugar para lugar. Este consumo é significativamente maior nos países desenvolvidos. A título exemplificativo, apresenta-se de seguida os consumos médios por pessoa de algumas regiões e países:

Quadro 1 – Consumos de água em algumas regiões e países

Região/País	Consumo (l/pessoa/dia)
Austrália	270
Canadá	300
Denver / EUA	200
Escócia	410
EUA	300
Berlim / Alemanha	165
Holanda	135
Inglaterra	141
Rio de Janeiro / Brasil	140
Suíça	159

Segundo a PROPOSTA PARA UM SISTEMA DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL [34] desenvolvida pela Direcção Geral do Ambiente, Portugal é dos países europeus, aquele que apresenta um menor consumo de água de abastecimento público (água potável), como demonstra a figura 3.

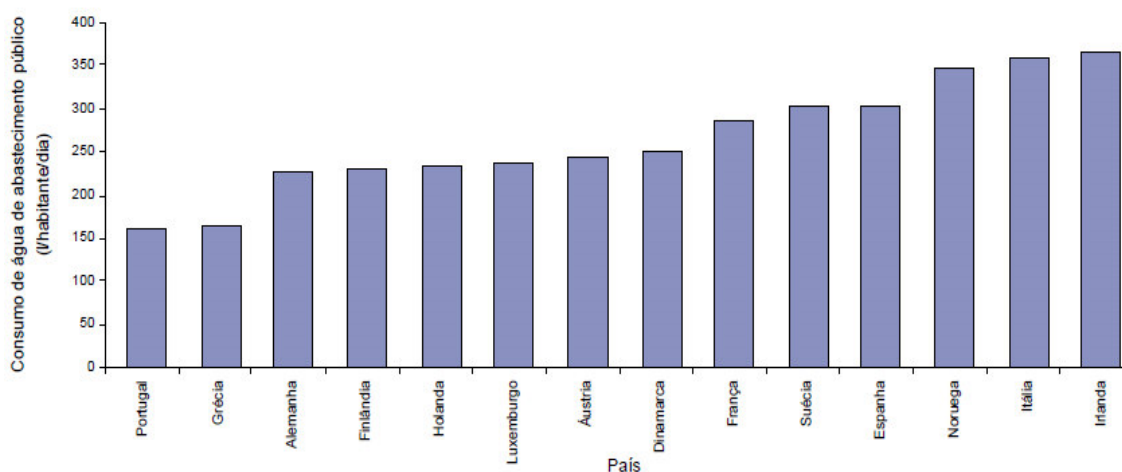


Fig.3 – Consumo total de água de abastecimento público na Europa, por país [34]

Em Portugal por exemplo, de acordo com a WORLD RESOURCES INSTITUTE, 15% da água doce é utilizada para consumo doméstico, 37% é consumida no sector industrial e 48% é utilizada na agricultura. Comparando estes valores com países como por exemplo Inglaterra, nota-se um aumento

exponencial da água consumida na indústria, que chega a atingir valores na ordem dos 77%, quedando-se o consumo doméstico nos 20% e a agricultura nuns irrelevantes 3%.

A título de curiosidade, segundo a AQUASTAT, em Portugal são extraídos anualmente $11,26 \times 10^9 \text{ m}^3$ de água, sendo que grande parte deste volume ($8,81 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$) se destina à agricultura dividindo-se o restante pela extracção de água para indústria e para as redes municipais.

O grande desafio da sociedade contemporânea é conseguir manter-se estável face à instabilidade apresentada pelos recursos naturais, em especial a água. Desta forma, a realização de actividades com fundamentos sustentáveis é uma medida indispensável no cenário mundial actual. Este aspecto do uso sustentável da água, será alvo de uma análise mais aprofundada num capítulo mais adiante. O consumo, e, consequentemente, o desenvolvimento sustentável, dependem de políticas voltadas para a educação constante das pessoas, tornando-as o agente responsável pelo equilíbrio com o meio ambiente.

Segundo Lima e tal (2005) [13], os sistemas prediais ocupam uma parcela importante neste processo, uma vez que cerca de 90% da água produzida nas cidades destina-se ao uso comercial, industrial e doméstico. O uso racional da água nos edifícios depende de acções simples que, se devidamente implementadas, poderão garantir que esse bem natural esteja disponível para as próximas gerações.

Os consumos globais dos edifícios constituem, elementos importantes para o pré-dimensionamento das redes prediais de abastecimento de água, assim como para reservatórios de regularização prediais, o que se estende obviamente aos edifícios não habitacionais.

No projecto das instalações prediais para novos edifícios não habitacionais, como refere Silva Afonso (2001) [1], estes consumos globais têm de ser estimados de acordo com o fim ao qual o edifício se destina, recorrendo-se, em geral, a valores unitários correspondentes a consumos médios por unidade de capacidade ou por utilizador.

Ainda segundo Silva Afonso (2001) [1], nas instalações existentes e em funcionamento, o conhecimento dos consumos globais é também de interesse para o apoio à gestão, permitindo o conhecimento das tendências de consumo, bem como o desenvolvimento de modelos de previsão de consumos.

Como referido, a estimativa dos consumos globais em edifícios a construir, é normalmente efectuada a partir de valores unitários. Assim, através de uma exaustiva pesquisa bibliográfica, encontram-se variações para estes consumos unitários de acordo com o respectivo autor, propostas elaboradas com base em consumos observados em instalações existentes ou nas características dos dispositivos das instalações.

Aqui importa relevar a grande variedade de valores obtidos, o que se pode justificar pela grande variação de características que se pode observar nos edifícios não habitacionais, assim como o facto de se tratar de valores obtidos em épocas e locais distintos com diferentes níveis e hábitos de vida, o que implica que a escolha de um valor a adoptar para o estudo de uma situação concreta, terá de ser muito bem ponderada face às características e localização do edifício em análise.

O desenvolvimento das redes públicas deve acompanhar o crescimento dos respectivos aglomerados urbanos, mas esta situação não se estende às redes prediais, na medida em que cada edifício constitui uma obra acabada, preparada para o absoluto funcionamento após a sua conclusão. Qualquer intervenção de ampliação ou remodelação à qual o edifício seja sujeito, envolverá a reformulação das redes interiores.

Quanto à evolução dos hábitos dos consumidores, tem-se constatado ao longo do tempo, sobretudo até à década passada, um aumento dos consumos. No entanto, actualmente, os níveis que estes já atingiram aliados à cada vez maior consciência da sociedade para a escassez da água, têm contribuído para suavizar ou mesmo inverter esta tendência. Como exemplo, apresenta-se de seguida a evolução dos consumos médios para edifícios escolares e para quartéis, desde o ano de 1955 até ao ano 2000 de acordo com Silva Afonso (2001) [1], com referência ainda ao actual ano de 2010:

Quadro 2 – Evolução dos Consumos médios (l/pessoa/dia)

	1955	2000	2010
Edifícios Escolares	2	50	68,7
Quartéis	50	150	150

Contudo, no caso dos edifícios não habitacionais, não é fácil incentivar a poupança de água, visto os utilizadores não suportarem os custos associados ao consumo de água. O mesmo se sucede em relação à manutenção dos equipamentos, sendo que é generalizada a falta de cuidados que os utilizadores lhe empregam, e até mesmo pontuais faltas de civismo. Isto aliado a uma manutenção deficiente por parte dos serviços de manutenção, poder-se-á traduzir num significativo acréscimo dos consumos ao longo do ano.

Em contrapartida, nos edifícios não habitacionais, é fácil implementar medidas ou tecnologias tendo em vista impedir o desperdício de água ou limitar o seu consumo, como torneiras temporizadas ou mictórios com descargas automáticas.

3.2.2. CONSUMOS GLOBAIS

Os estudos sobre consumos globais em edifícios não habitacionais são muitos escassos em Portugal, pelo que na presente dissertação, e com base na pesquisa bibliográfica efectuada, propõem-se um conjunto de consumos médios globais em edifícios não habitacionais, subdivididos como no Decreto Regulamentar 23/95 em edifícios industriais, comerciais e de serviços públicos, por pessoa ou por unidade de capacidade. Estes valores foram encontrados, tendo por base a bibliografia pesquisada, ponderando esta, épocas e características locais.

Assim, por exemplo no que se refere a edifícios hospitalares, propõe-se um valor médio de 637,5 l/cama/dia, valor este alcançado pela média dos vários tipos de edifícios hospitalares considerados para o presente estudo. Existe bibliografia que não distingue a capacidade e o tipo do edifício hospitalar, apresentando esta um valor médio de consumos globais de 544,7 l/cama/dia, sendo que em contrapartida, para hospitais com um número de camas inferiores a 100 este valor desce para os 340 l/cama/dia de acordo com a bibliografia que diferencia os tipos de hospitais, no presente caso, o Estado Norte-Americano. Importa ressaltar, que o valor de 637,5 l/cama/dia, abrange espaços exteriores e ainda hospitais com e sem lavandaria.

Nos quadros de 3 a 6, apresentam-se então os valores médios para os consumos globais comerciais, industriais e de serviços públicos, de acordo com diversos autores e fontes.

Quadro 3 – Consumos Comerciais

Fonte	A	B	C	D	Média	Unidade
Tipo de Estabelecimento	Consumo Unitário					
Restaurantes	25	45		25	31,7	l/refeição
Restaurante (só cozinha)	10				10,0	l/refeição
Snack	15				15,0	l/refeição
Pubs	20				20,0	l/por lugar
Lavandarias	30		30		30,0	l/kg de roupa seca
Mercado	5		5	10	6,7	l/(m ² de área x dia)
Estações de Serviço (s/lavagem)	40				40,0	l/automóvel
Cinemas e teatros	2		5	2	3,0	l/(lugar x sessão)
Lavagem de automóveis	200				200,0	l/automóvel
Escritórios	50	15	65	80	52,5	l/(funcionário x dia)
Centro Comercial	100		40	100	80,0	l/(funcionário x dia)

Fonte:	A	Comentários Reg. Geral Port. - A.S. Afonso [8]
	B	Pedroso (2007) [2]
	C	Tomaz (1999) [7]
	D	Tese doutoramento A. Silva Afonso [1]

Quadro 4 - Consumos Industriais

Fonte	A	B	C	D	Média	Unidade
Actividade Industrial	Consumo Unitário					
Matadouros	200		300		250,0	l/cabeça abatida
Matadouros	6				6,0	m³/ton de animal abatido
Matadouros de porcos	6				6,0	m³/ton de animal abatido
Matadouro de aves	9				9,0	m³/ton de animal abatido
Laboratórios fotográficos	650				650,0	l/dia
Confeitarias	425		694		559,5	l/dia
Padarias	2,5				2,5	m³/ton
Fábricas de cerveja	15				15,0	m³/1000 l
Adegas	5				5,0	l/litro de produto
Pensões	190			190	190,0	l/(hóspede x dia)
Pensões (s/cozinha ou lavandaria)	120				120,0	l/(hóspede x dia)
Parques de campismo	120		100		110,0	l/(campista x dia)
Hotéis (luxo)	1000			1000	1000,0	l/(hóspede x dia)
Hotéis (Categoria média)	500		500	500	500,0	l/(hóspede x dia)
Hotéis		70			70,0	l/quarto s/banheira
Hotéis		230			230,0	l/quarto c/banheira
Criação de animais:						

Quadro 5 - Consumos Industriais (Continuação)

Fonte	A	B	C	D	Média	Unidade
Actividade Industrial	Consumo Unitário					
Criação de animais:						
Vacas Leiteiras	75				75,0	l/(animal x dia)
Cavalos	40				40,0	l/(animal x dia)
Porcos	10				10,0	l/(animal x dia)
Cabras e ovelhas	8				8,0	l/(animal x dia)
Perus	0,75				0,8	l/(animal x dia)
Galinhas	0,4				0,4	l/(animal x dia)
Pasteurização e embal. de leite	1300				1300,0	l/m³ de leite
Indústria de queijo	7,5				7,5	m³/m³ de leite
Indústria de lacticínios	15				15,0	m³/ton
Concentrado de tomate	100				100,0	m³/ton
Conservas de carne	10				10,0	m³/ton de animal morto

Fonte:	A	Comentários Reg. Geral Port. - A. S. Afonso [8]
	B	Pedroso (2007) [2]
	C	Tomaz (1999) [7]
	D	Tese doutoramento A. Silva Afonso [1]

Quadro 6 - Consumos de serviços públicos

Fonte	A	B	C	D	Média	Unidade
Tipo de Estabelecimento	Consumo Unitário					
Hospitais (c/cozinha e lavandaria)	750	400	500	900	637,5	l/(cama x dia)
Hospitais (espaços exteriores)	150				150,0	l/(cama x dia)
Internatos	150			280	215,0	l/(dia x aluno)
Escolas e Externatos	50		76	80	68,7	l/(dia x aluno)
Templos	2			2	2,0	l/(dia x lugar)
Quartéis	150		150	150	150,0	l/(dia x "per capita")
Salas de reuniões	8			8	8,0	l/(dia x lugar)
Piscinas públicas	50		50	50	50,0	l/(dia x utente)
Prisões	650		450	650	583,3	l/(dia x preso)
Locais de visista	20			20	20,0	l/(dia x visitante)

Fonte:	A	Comentários Reg. Geral Port. - A. S. Afonso [8]
	B	Pedroso (2007) [2]
	C	Tomaz (1999) [7]
	D	Tese doutoramento A. Silva Afonso [1]

Os valores apresentados, como já mencionado, são uma média de um conjunto de autores para os diversos tipos de edifícios não habitacionais. Estes valores variam principalmente de acordo com as características físicas e funcionais do edifício, do projecto de arquitectura e hidráulico, dos consumidores e também do histórico do consumo mensal de água.

O consumo global depende e varia de acordo com a tipologia do edifício e com as características funcionais do sistema. Em determinadas tipologias, como escolas, universidades, entre outras, o número de pessoas que ocupam a edificação todos os dias (população fixa), caracterizam a taxa mais representativa do consumo de água. No caso de hotéis, hospitais ou centros comerciais, é o público visitante (população flutuante), visto que a esta é, em geral, muito maior que a fixa (funcionários). A prévia identificação dos principais hábitos dos utilizadores, também auxilia no controlo e determinação do local do desperdício de água, assim como do mau funcionamento dos equipamentos.

3.2.3. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA

A medição dos consumos de água é feita com recurso a aparelhos de medição denominados de contadores. Estes aparelhos registam o volume de água que passa pelo seu interior.

A definição das características do contador (tipo, calibre e classe metrológica) é da responsabilidade da entidade gestora da distribuição de água, tendo em conta as principais características da instalação a servir, que segundo Pedroso (2007) [2] são:

- Características físicas e químicas da água;
- Pressão máxima de serviço admissível;
- Caudal previsto;
- Perda de carga admissível.

A perda de carga num contador, deverá ser menor ou igual a 25 kPa, relacionando-se este valor com o caudal nominal, ou a 100 kPa quando se relaciona com o caudal máximo.

As dimensões do espaço destinado à instalação do contador são da responsabilidade da entidade gestora. A localização destes depende do tipo de edifício, no entanto existem algumas disposições a seguir:

- Devem ser instalados obrigatoriamente um por cada consumidor, colocados isoladamente ou em bateria;
- Devem localizar-se no interior do edifício, na zona de entrada ou em zonas comuns, consoante se trate de um ou vários consumidores;
- Serão colocados a cerca de 0,5m de altura ao solo, e terão válvulas de corte a montante e jusante;
- Os estabelecimentos comerciais têm contador individual assim como a rede de distribuição de bocas de lavagem, localizados à entrada dos respectivos espaços.



Fig.4 – Exemplo de um contador

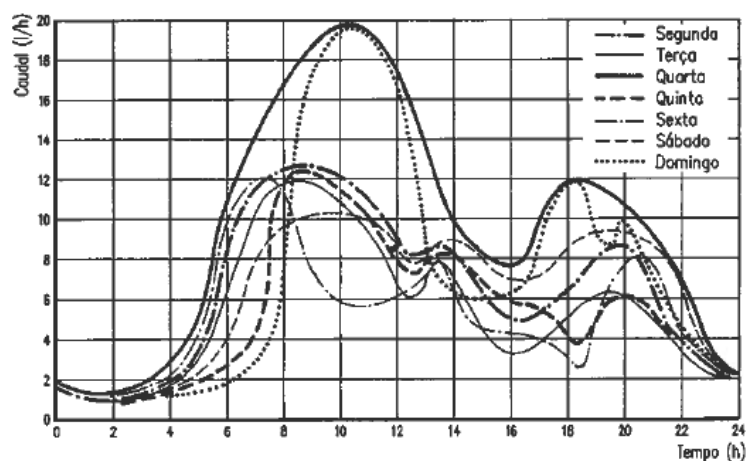
3.2.4. CONSUMO DE ÁGUA QUENTE

O consumo de água quente num edifício, particularmente num edifício não habitacional, varia de acordo com o tipo de edifício (hoteleiro, escolar, hospitalar, etc.), do número de utentes, do número de dispositivos de utilização instalados, da temperatura da água e do nível de conforto pretendido.

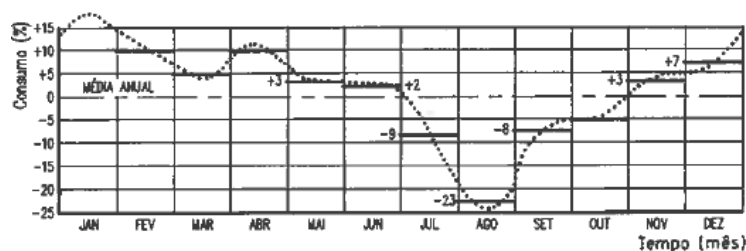
Os consumos de água quente para fins domésticos e sanitários, não são obtidos através de fórmulas matemáticas, mas sim com através de probabilidades de consumo, ou através de valores médios obtidos experimentalmente.

Existe uma enorme variação de consumos de água quente, não só apenas no decorrer do dia, mas também no decorrer da semana ou mesmo do ano. Tal deve-se a diversos factores como a estação meteorológica, no caso das variações durante o ano. Na figura 5, apresentam-se curvas de consumo de água quente, extraídas de Pedroso (2007), que mostram a influência dos factores temporais sobre os consumos de água quente.

Já no quadro 7, apresentam-se os valores mínimos de consumo de água quente a considerar no caso dos edifícios não habitacionais, no caso edifícios de hotelaria, de restauração, de saúde, escolas e edifícios destinados ao campismo.



Influência do dia da semana



Influência da estação do ano

Fig.5 – Curvas de consumo de água quente [2]

Quadro 7 - Consumos mínimos de água quente a considerar em edifícios não habitacionais [2]

Tipo de edifício	Características	Necessidades diárias (litros a 60 °C)
Hotéis	de 3 estrelas em montanha	170
	de 3 estrelas em outros lugares	130 a 140
	de férias à semana com banho	100
	de uma estrela com 50% de duches e 50% de banheiras	75
	restaurante (50 a 150 refeições /dia)	12 a 20
	lavagem de roupas	4 a 5
Grandes Cozinhas	com ligações às zonas de frio	2 a 3
Escolas	quartos	30 a 40
	refeições sem lavagem de louças	3 a 5
	refeições com lavagem de louças	9 a 10

Saúde	lares de idosos	quartos	por cama / dia	40
		cozinhas	por refeição	9 a 10
	maternidades e clínicas	quartos	por cama / dia	60
		cozinhas	por refeição	10 a 15
	hospitais	quartos	por cama / dia	50 a 60
		cozinhas	por refeição	8 a 12
Campismo	de 3 e 4 estrelas		por cama / dia	12
			por tenda / dia	45

3.3. DIFERENTES ÁREAS DE CONSUMOS

3.3.1. GENERALIDADES

Conhecidos os consumos globais médios dos edifícios não habitacionais, importa agora conhecer a forma como estes consumos de água se distribuem por estes edifícios.

Segundo a AWWA – American Water Works Association, o consumo doméstico é por norma, aquele que requer uma maior percentagem de água nos edifícios não habitacionais, como se demonstra nos quadros de 8 a 11:

Quadro 8 – Uso da água em Edifícios de Saúde

Uso da água	Percentagem
Consumo Doméstico	39,6
Água para Lavandarias	12,4
Aquecimento e ar condicionado	10,8
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	8,8
Água de Processos	7,5
Perdas de Água	5,4
Água para Limpeza	4,8
Água para cozinhas	4,5
Água para regas de jardim	3,8
Outros usos	2,4
Total	100,0

Quadro 9 – Uso da água em Edifícios Comerciais

Uso da água	Percentagem
Consumo Doméstico	40,8
Aquecimento e ar condicionado	26,2
Água para rega de jardins	21,6
Perdas de Água	9,2
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	1,6
Água para cozinhas	1,0
Total	100,0

Quadro 10 – Uso da água em Hotéis

Uso da água	Percentagem
Consumo Doméstico	30,6
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	18,4
Água para Lavandarias	17,2
Perdas de Água	13,6
Aquecimento e ar condicionado	10,1
Água para Limpeza	6,4
Água para cozinha	3,1
Perdas de água	0,6
Total	100,0

Quadro 11 – Uso da água em Escolas

Uso da água	Percentagem
Consumo Doméstico	47,8
Água para Rega e jardins	29,5
Aquecimento e ar condicionado	5,4
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	5,2
Perdas de água	4,5
Água para cozinhas	3,9
Água para Lavandarias	2,9
Outros usos	0,8
Total	100,0

3.3.2. A ÁGUA NOS HOSPITAIS

Entre os edifícios não habitacionais, os edifícios hospitalares sobressaem, pelas actividades realizadas ou pelo forte desperdício de água associado à realização destas.

Nos hospitais, as actividades realizadas com recurso a água, podem-se dividir em dois grandes grupos:

- Uso Doméstico
- Uso Específico

No grupo do uso doméstico inserem-se actividades relacionadas acima de tudo com questão de higiene, quer seja esta corporal, ambiental ou de utensílios, mas também para preparação de refeições.

Já nas actividades que se incluem no grupo de uso específico, basicamente constam equipamentos auxiliares na realização de exames ou tratamentos, como hemodiálise ou análises clínicas por exemplo.

De acordo com Lima (2007) [9], o uso doméstico de água em hospitais atinge valores na ordem dos 30% do consumo total. Contudo, é neste uso que se concentram as maiores dificuldades no sentido de alterar os hábitos das pessoas. Pois, para além de este uso envolver uma enorme quantidade de utilizadores, estes representam diferentes grupos de interacção com a edificação, sejam pacientes, acompanhantes, funcionários, etc. Por outro lado, deve-se atender também às diferentes características dos utilizadores, como faixa etária, sexo ou grau de escolaridade, o que muitas vezes impossibilita a adopção de acções generalizadas com o objectivo de consciencializar as pessoas.

Lima (2007) [9] desenvolveu um estudo, através do qual concluiu que a maioria dos utilizadores dos hospitais, não repara nos possíveis desperdícios de água em aparelhos por si utilizados no quotidiano. Este facto torna-se assim essencial, uma vez que não tendo os utilizadores consciência do desperdício de água que ocorre à sua volta, fica muito difícil conservar a água no edifício.

De referir ainda, que o índice de fugas de água nos sistemas prediais de abastecimento de água nos edifícios hospitalares, é bastante elevado. Tendo em vista o elevado custo da água (considerando que

estes edifícios são grandes consumidores de água), a adopção de medidas que incentivem um consumo de água racional, representa uma significativa poupança.

Um outro aspecto a salientar, é o facto de normalmente na envolvente dos hospitais, existirem espaços verdes de grandes dimensões, e como tal se considerarem os valores médios de caudal de rega necessários por unidade de área. Por este motivo, Silva Afonso (2001) [1], refere que “algumas unidades hospitalares, recorrem a origens locais ou ao armazenamento de águas pluviais para rega e lavagem dos espaços exteriores”.

3.3.3. A ÁGUA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS

Grande parte das problemáticas e características inerentes a todos os edifícios não habitacionais foram já mencionadas anteriormente. Contudo, o caso dos edifícios comerciais, como “shoppings”, apresenta algumas particularidades.

A começar pelas dimensões, que são muito variáveis dependendo do edifício, mas acima de tudo pela grande variedade de actividades que se podem desempenhar neste tipo de edificação.

Um centro comercial de dimensões médias, habitualmente possui diversas secções como:

- Restauração;
- Vestuário;
- Cinema;
- Lazer;
- Parques de Estacionamento;
- Lagos / Fontes;
- Lavandarias;
- Etc.

Assim, numa fase de dimensionamento de redes de abastecimento de água, torna-se indispensável conhecer de antemão o projecto arquitectónico, assim como o uso a que cada loja / espaço se destina, pois, o consumo destas variará de acordo com a sua utilização como é evidente.

3.3.4. A ÁGUA NOS HOTÉIS

O consumo de água, nos hotéis, varia conforme a dimensão, a localização, a categoria, a taxa de ocupação e a idade do próprio edifício. O maior consumo de água verifica-se nos quartos, na lavandaria e no ar condicionado sem reaproveitamento de água. De notar que, aproximadamente 90% da água consumida por hotéis é convertida em água residual.

Actualmente, nos países desenvolvidos estima-se que um terço do consumo doméstico nos edifícios hoteleiros, é usado nas sanitas.

No sentido de contrariar alguns destes pontos negativos, a ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa, implementou em 2007, em Portugal o programa Chave Verde. Este projecto nasceu na Dinamarca em 1984 e actualmente encontra-se desenvolvido em 11 países. O Chave Verde é um galardão internacional de Educação Ambiental que promove o turismo sustentável através do reconhecimento de boas práticas em hotéis, pousadas e turismo rural.

Assim, no sentido de melhorar as práticas inerentes ao consumo de água nestes edifícios, a ABAE propõe um conjunto de medidas, entre as quais se destacam:

- Os autoclismos não devem utilizar mais de 6 litros de água por descarga;
- O consumo de água deve ser lido e registado, pelo menos, uma vez por mês;
- O fluxo de água dos chuveiros não deve exceder os 9 litros por minuto. Tal deve acontecer no mínimo em 50% dos chuveiros do empreendimento;
- O fluxo de água das torneiras dos lavatórios não deve exceder os 8 litros por minuto. Tal deve acontecer no mínimo em 50% dos lavatórios do empreendimento.

3.3.5. A ÁGUA NAS ESCOLAS

A educação desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento dos países ao nível da formação de cidadãos conscientes. Para formar uma pessoa socialmente “saúdável”, é necessário oferecer a estas um ambiente adequado.

Entre os aspectos determinantes da qualidade do ambiente, destaca-se naturalmente o desempenho dos sistemas prediais de abastecimento de água (assim como os sistemas colectores de águas residuais), na medida em que estes se inter-relacionam com a sustentabilidade dos edifícios no que se refere à conservação da água.

Nos edifícios escolares, a qualidade dos sistemas prediais de abastecimento de água, reflecte-se não só na garantia de desempenho das actividades a que esses edifícios se destinam, mas também num exemplo de preocupação com o meio ambiente. Ou seja, é de todo conveniente existir um ambiente saúdável, sem fugas ou desperdícios de água para se evitarem contradições com a educação levada a cabo dentro dos edifícios escolares.

Esta preocupação deve existir em todas as fases do projecto, com uma estimativa adequada do consumo de água, tendo em conta o uso racional desta, traçando redes o mais optimizadas possíveis, controlando as pressões e as fugas nos pontos de consumo, além de ter, nestes como noutros edifícios, o cuidado de aquando do traçado da rede de abastecimento de água, possibilitar uma fácil acessibilidade à rede de modo a facilitar a manutenção desta.

Em edifícios escolares, as perdas de água podem ser significativas, sendo que são originadas, na sua maioria, pela inexistência de uma manutenção frequente e pelo desperdício, traduzido pelo comportamento dos utilizadores (alunos na sua maioria), ou seja, pela forma como as diferentes actividades que envolvem o uso da água são realizadas. Além disso, na maioria das vezes, o projecto dos edifícios é padrão, isto é, o mesmo projecto é aplicado em várias construções em diferentes zonas e com condições económicas e sociais distintas, o que pode resultar num desempenho insatisfatório sob o ponto de vista do utilizador.

Conforme refere Barros et al (2004) [14], quando se consideram os edifícios públicos, mais especificamente, os edifícios escolares, verifica-se que o índice de patologias nos sistemas prediais é muito elevado, originadas não apenas na fase de projecto, mas também nas fases de uso e manuseamento desses sistemas. Além disso, como o utilizador não é o responsável directo pelo pagamento da conta de água ou dos danos por si causados, não existe um estímulo directo para o uso racional da água e dos equipamentos. Esta problemática já é patente nos edifícios não habitacionais, mas no caso dos edifícios escolares torna-se por demais evidente, uma vez que a maioria dos utilizadores dos sistemas prediais são alunos/crianças, muitas vezes influenciados por outros não tem

consciência dos actos por si realizados. Normalmente, as actividades de manutenção são da responsabilidade da administração municipal, existindo um grande intervalo entre a detecção da patologia e o conserto desta.

Um estudo levado a cabo por Barros e tal (2004) [14], após uma análise cuidada de uma amostra de 81 escolas seleccionadas, concluiu que 36,1 % das actividades com recurso a água e aos sistemas prediais, realizadas nestas escolas, apresentam um desperdício de água, e 5,6% dispõe de um uso excessivo de água. Por sua vez Gonçalves e tal (2005) [15], refere vários estudos efectuados em edifícios escolares, onde apenas com a detecção e reparação de fugas existentes, o consumo diário por aluno sofreu reduções num intervalo entre os 21%, e uns impensáveis 94%.

3.4. FACTORES QUE AFECTAM O CONSUMO

3.4.1. GENERALIDADES

Consideram-se como os mais importantes factores que afectam os consumos em edifícios não habitacionais, os seguintes:

- Clima;
- Hábitos e nível de vida da população;
- Natureza da cidade;
- Tamanho da cidade;
- Pressão na rede.

Há ainda a considerar contudo, as perdas de água nos sistemas prediais de abastecimento de água. Segundo Gonçalves (1986), estas variam de acordo com as características da edificação, dos aparelhos sanitários usados e também das actividades dos usuários, as quais, são influenciadas pelos hábitos e cultura destes.

Da mesma maneira, o consumo é dependente de diversos factores como já referido. O consumo em edificações públicas depende principalmente dos seguintes factores: tipo de edificação, equipamentos sanitários, tipo e nível de manutenção dos sistemas hidráulicos, cultura dos consumidores e preço da água.

Da mesma forma, Pedroso (2008) [10] comenta que o consumo de água depende: das condições dos sistemas prediais, da tipologia da edificação, das características dos usuários e da delimitação do sistema (conjunto de factores externos e internos existentes em cada edificação e que influenciam a variação do consumo; os factores internos são aqueles em que se pode actuar, tais como a população, e os externos são os que não se tem controle, como, por exemplo, a temperatura).

Importa aqui salientar que, de entre os factores ambientais, a temperatura é o mais citado pelos diferentes autores como factor determinante do consumo de água nas edificações, sendo que, com um aumento de temperatura ocorre um aumento do consumo (Dandy; Loukas; Davies (1998), Dziegielewski et al (2002), Jacobs (2004), Martins; Fortunato (2005) e Tamada et al (1993) e Jacobs (2004)).

3.4.2. INFLUÊNCIA DO CLIMA

Quanto mais quente for a região maior é o consumo. A humidade também exerce influência no consumo, sendo este maior em zonas mais secas do que em zonas mais húmidas.

3.4.3. INFLUÊNCIA DOS HÁBITOS E NÍVEL DE VIDA DA POPULAÇÃO

Os hábitos da população na utilização da água, afectam o consumo desta. Isto é, uma pessoa gasta água para um determinado fim de acordo com os seus hábitos de vida. Hábitos estes, que podem ser totalmente diferentes em cada pessoa.

Sobre a influência do nível de vida, é certo que, quanto mais elevado o estado económico e social da população, maior será o consumo, face a um maior campo de utilização da água, resultante do uso de máquinas de lavar roupa, de lavagem de automóveis e de outras aplicações que visam trazer conforto e facilidades. O aumento do consumo de água com a elevação do nível de vida está directamente ligado ao aumento do consumo de energia eléctrica, nomeadamente a energia dispendida no funcionamento destes equipamentos.

3.4.4. INFLUÊNCIA DA NATUREZA DA CIDADE

As cidades industriais destacam-se como as que apresentam maior consumo de água, em consequência dos gastos elevados, que geralmente se verificam na maior parte das indústrias. Existem contudo, certas indústrias em que o consumo não é tão significativo, como por exemplo a indústria de calçados, de móveis ou de confecções.

3.4.5. INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO DA CIDADE

À medida que aumenta a população numa cidade, o consumo per-capita tende como é óbvio, a aumentar.

Entre os factores mais determinantes destacam-se a maior quantidade de indústrias e comércio, as maiores possibilidades de fugas nas extensas e, muitas vezes, antigas redes distribuidoras, e o uso para fins públicos, que pode assumir proporções mais elevadas com a preocupação em manter ou até mesmo ampliar o serviço de limpeza de pavimentos e edifícios.

3.4.6. INFLUÊNCIA DA MEDIÇÃO

A presença de medidores de consumo nas instalações prediais é um factor que muito influencia o consumo de água. A ausência de controlo impede que a facturação seja feita com base no consumo efectivo. Consequentemente, desaparece o medo de que um gasto exagerado causado por desperdícios e fugas possa ocasionar facturas elevadas.

4

INSTALAÇÕES PREDIAS

4.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA

4.1.1. INTRODUÇÃO

Na cidade do Porto, e de acordo com o Regulamento das Águas do Porto, EM (outrora denominada por SMAS – Porto), que mais não é do que uma adaptação desta empresa municipal ao Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto, todos os edifícios novos, remodelados ou ampliados deverão prever redes prediais de abastecimento de água, independentemente da existência ou não das redes públicas no local (Art.º 4º), sendo obrigatória a ligação às redes públicas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, quando existam ou venham a ser instaladas.

As redes prediais de abastecimento de água, devem ser executadas de forma a assegurar uma fácil ligação à rede pública, mesmo nos casos onde esta não exista, mas onde no futuro, uma eventual ligação se torne simples. Assim, na fase de projecto das redes prediais, deve-se assegurar o seu bom funcionamento, assegurando a sua segurança e higiene, assim como o conforto dos edifícios e dos utilizadores.

Os sistemas prediais de abastecimento de água devem garantir, que a água chegue sempre em quantidade e qualidade adequadas à utilização em todos os pontos de uso, assim como ter em consideração aspectos como a qualidade e a defesa da saúde pública.

O Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto, refere no artigo 82º que, “os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema privado de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos privados”, o que impõe que os sistemas prediais alimentados pela rede pública, sejam totalmente independentes de uma outra qualquer fonte de captação, como poços ou furos.

4.1.2. CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS

De acordo com Medeiros (2004) [46], numa primeira fase de concepção de um sistema de abastecimento predial, devem colocar-se as seguintes questões:

- Existe rede pública? Onde?
- Secção e pressões disponíveis?
- Há escassez de água ou interrupções de fornecimento com frequência?
- Que dimensão tem o edifício? Existem caves?

- Qual o tipo de ocupação?
- Torna-se necessário prever reservatórios? Os serviços locais permitem? Em que condições? Sua capacidade e localização? Formas de drenagem de perdas e esvaziamento?
- Precisa de equipamento elevatório de bombagem? Atravancamento e acessibilidade à câmara de manobras?
- É necessária rede de combate a incêndio? De que tipo?
- Previsão do fornecimento de água quente: a que zonas e de que modo?
- Na remodelação ou ampliação de sistemas existentes com aumento de caudal de ponta? Comprova-se a suficiência da capacidade hidráulica de transporte das canalizações e das eventuais instalações complementares a montante, sem prejuízo das condições de funcionamento do sistema na sua globalidade?

Ainda de acordo com Medeiros (2004), será de realçar que a concepção de sistemas prediais de distribuição de água deve ter como objectivo a resolução de problemas numa perspectiva global, técnica e económica, coordenada com a arquitectura, a estrutura e as restantes instalações especiais da edificação.

4.1.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

O Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto, apresenta condicionantes que permitem efectuar uma primeira escolha no sentido de encontrar o tipo de sistema predial a adoptar num qualquer caso em estudo.

No artigo 21º deste Decreto Regulamentar, na alínea e, refere-se que “a pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100Kpa o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:

$$H=100+40n \quad (1)$$

Onde H é a pressão mínima (Kpa) e n o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo; em casos especiais, é aceitável uma redução daquela pressão mínima, a definir, caso a caso, em função das características do equipamento.”

O ponto 2 do Artigo 87º impõe que as “pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre os 50 Kpa e 600 Kpa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenha entre 150 Kpa e 300 Kpa.”

Assim, podemos ter dois grandes grupos de tipos de abastecimentos:

- Abastecimento Directo
- Abastecimento Indirecto

O abastecimento directo será sempre o de maior preferência, desde que as condições da rede pública assim o permitam. Isto é, se a rede pública garantir pressões e caudais que permitam um abastecimento contínuo, e garantindo sempre o conforto dos edifícios, o sistema de abastecimento directo poderá e deverá ser o escolhido.

No caso de não existirem na rede pública pressões ou caudais suficientes para escolher o sistema de abastecimento directo, ter-se-á que optar obrigatoriamente pelo sistema indirecto. Este tipo de abastecimento ainda se pode subdividir em outros dois:

- Abastecimento Indirecto com Reservatório Elevado
- Abastecimento Indirecto com Reservatório Inferior

O abastecimento indirecto com reservatório elevado, caracteriza-se por permitir em certos períodos de tempo, e desde que a pressão disponível o possibilite, a reposição da reserva de água necessária e por sistema elevatório (por bombagem).

Por seu lado, deve-se optar pelo abastecimento indirecto com reservatório inferior sempre que a pressão não permita a reposição da reserva durante o período diário de 24 horas ao nível mais elevado do edifício.

De referir ainda a possibilidade de se dispor dos sistemas directo e indirecto em conjunto, tendo-se neste caso um sistema de abastecimento misto. Nas figuras seguintes apresentam-se algumas imagens com o tipo de sistemas de abastecimento de água existentes.

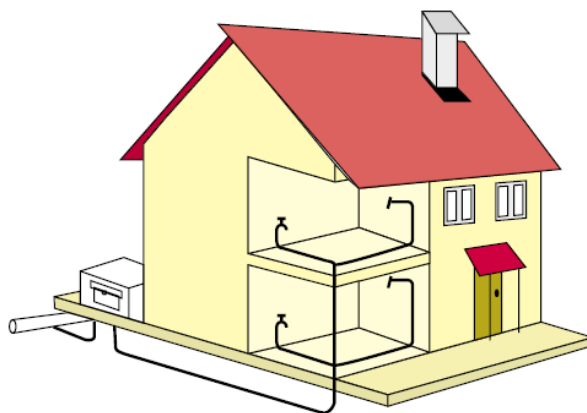


Fig.6 – Sistema de Abastecimento Directo [46]

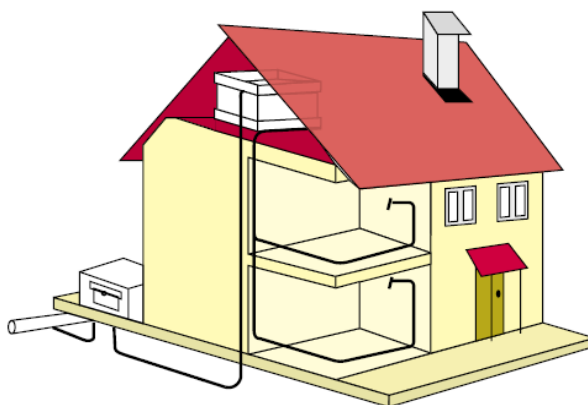


Fig.7 – Sistema de Abastecimento Indirecto com Reservatório Elevado [46]

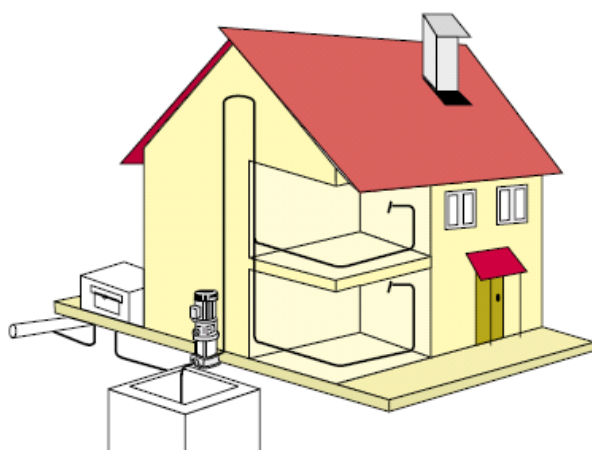


Fig.8 – Sistema de Abastecimento Indirecto com Bombagem [46]

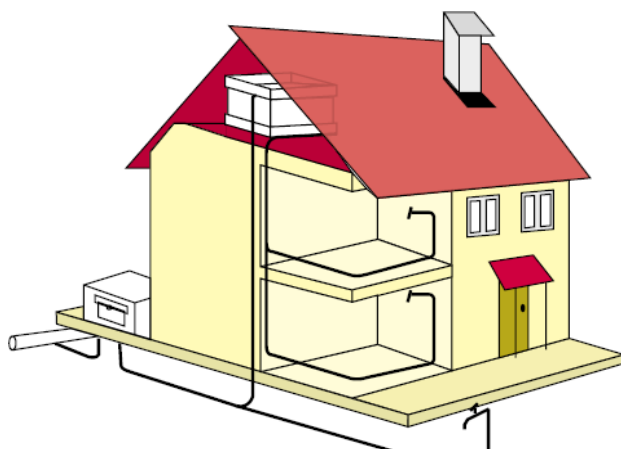


Fig.9 – Sistema de Abastecimento Misto [46]

Na escolha do tipo de sistema de abastecimento, há que ter em consideração diversos factores como:

- Pressão disponível na rede;
- Tipo e número de aparelhos;
- Minimização de tempo de retenção da água nas canalizações;
- Grau de conforto pretendido.

4.1.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO

Os reservatórios de acumulação de água são dispositivos destinados ao armazenamento de água à pressão atmosférica. Esta água armazenada destina-se essencialmente a colmatar qualquer anomalia ou deficiência que se venha a verificar na rede pública, constituindo assim uma fonte de reserva destinada aos sistemas prediais.

O armazenamento de água nestes reservatórios só deverá ser equacionado, quando a rede pública de abastecimento de água não oferecer garantias mínimas para um desempenho funcional dos equipamentos do sistema predial. A água aqui armazenada destina-se essencialmente a fins sanitários e alimentares. No caso da instalação destes reservatórios ser de todo exigível, dever-se-á tomar todas as precauções necessárias no sentido de prevenir possíveis contaminações da água armazenada.

Em termos de localização dos reservatórios, há a considerar como referido os reservatórios elevados (ou superiores) e os reservatórios inferiores.

Os reservatórios inferiores são instalados no piso mais baixo (rés-do-chão ou caves), agregados a sistemas hidropneumáticos, não introduzindo acções sobre as estruturas.

Por sua vez, os reservatórios superiores localizam-se acima do último piso habitável, abastecendo o edifício por gravidade. Pela sua localização, estes reservatórios introduzem acções sobre a estrutura, assim como causam implicações estéticas e por vezes de acessibilidade. Estes reservatórios permitem dois tipos de abastecimento:

- Descendente sem bombagem;
- Descendente com bombagem.

O abastecimento descendente sem bombagem adequa-se quando a rede pública dispõe de pressão suficiente, mas não de forma contínua e em que se pretende o equilíbrio em situações de consumo de ponta. Uma das vantagens do uso destes reservatórios, prende-se com o facto de serem independentes de fontes de energia, contudo a previsível baixa pressão ao nível dos últimos pisos constitui uma grande desvantagem.

Quando a rede pública não dispõe de pressão para que a água atinja o reservatório, é necessário a instalação de uma bomba (abastecimento descendente com bombagem), colocada no piso mais baixo, agregada a um pequeno reservatório. Note-se ainda, que esta bomba permite abastecer directamente os pisos mais elevados, cujas pressões decorrentes do abastecimento pelo reservatório superior seriam baixas.

Quando não for possível ou não for adequado colocar um reservatório a nível elevado, este pode ser substituído por um reservatório pressurizado ou hidropneumático, no qual se instala uma pressão superior à pressão atmosférica, pré-definida em projecto.

Esta opção poderá tornar-se vantajosa por razões:

- Arquitectónicas;
- De economia estrutural;
- De exigências de pressão.

No caso de edifícios não habitacionais de grandes dimensões esta opção poderá tornar-se mais vantajosa principalmente quando as exigências funcionais do edifício ao nível das pressões requeridas se tornem difíceis de alcançar apenas com o recurso a reservatórios.

O dimensionamento das bombas e dos próprios reservatórios serão abordados em pormenor mais adiante.

De acordo com Pedroso (2007) [2], apenas excepcionalmente será possível o armazenamento simultâneo de água para fins domésticos e para combate a incêndios. Neste caso, deverão ser garantidas condições para a manutenção da potabilidade da água, assim como para capacidade disponível para combate a incêndios.

Partindo já do projecto da arquitectura, deve-se antever uma área razoável não só para a instalação do reservatório, como também para um fácil acesso a este na fase de exploração, para a execução de operações de inspecção e manutenção. Para além disto, convém garantir sempre aquando da instalação de um reservatório de acumulação de água, que estes possuam as seguintes propriedades:

- Não sujeitem a água a grandes gradientes térmicos;
- Completamente impermeáveis;
- Revestidos interiormente de modo a facilitar as operações de limpeza;
- Arestas interiores boleadas;
- Soleira com inclinação mínima de 1% orientada no sentido descendente para a caixa de limpeza;
- Sistema de ventilação;
- Entrada e saída de água posicionadas de modo a permitir uma circulação total da água armazenada;
- Entrada de água localizada no mínimo a 0,05 m acima do nível máximo de armazenamento;
- Saídas protegidas com ralo e no mínimo a 0,15 m do fundo.

Em termos de volume dos reservatórios de acumulação, este não deve exceder o valor do volume médio diário do mês de maior consumo, tratando-se de um reservatório destinado a fins alimentares e sanitários. No caso do combate a incêndios, o volume dos reservatórios será dimensionamento de acordo com as regulamentações aplicáveis para este fim, o que ultrapassa o âmbito do presente estudo.

No caso de reservatórios com volume de armazenamento superior a 2 m³, estes deverão ser providos de no mínimo duas células preparadas para funcionarem separadamente, mas que em funcionamento normal se intercomunique.

No caso de instalações prediais que possuam dois reservatórios, um elevado (topo do edifício) e outro inferior (na base do edifício), o reservatório inferior deverá ter uma capacidade equivalente a 3/5 do consumo diário estimado, e o reservatório superior 2/5 do mesmo consumo.

4.1.5. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Como se constatou anteriormente, os reservatórios devem ser dimensionados para um volume máximo que não exceda o consumo médio diário no mês de maior consumo, com o intuito de evitar a retenção da água por elevados intervalos de tempo, dando origem a contaminações da água.

Então:

$$V_{\text{med}} = C_p \times n \quad (2)$$

e:

$$V_{\text{max}} = f_p \times C_p \times n \quad (3)$$

onde:

V_{med} – volume diário médio consumido (L)

V_{max} – volume diário médio consumido no mês de maior consumo (L)

n – número de habitantes previsto no edifício

C_p – capitação (L/hab.dia)

F_p – factor de ponta, para mês de maior consumo

Por outro lado, o volume do reservatório deverá garantir o fornecimento de água em períodos de consumo de ponta ao longo do dia (mesmo nos de maior consumo).

Então, para que a água não se esgote no reservatório, o caudal médio de adução (Q_{ad}) terá que ser maior ou igual ao caudal mínimo de adução (Q_{min}), sendo este obtido da seguinte forma:

$$Q_{min} = \frac{2,5 \times V_{med}}{8 \times 3600} \quad (4)$$

4.2. REDES DE ÁGUA FRIA

Um projecto de um sistema predial de abastecimento de água fria, deve garantir que cada ponto de utilização tenha disponível água em qualidade e quantidade adequada ao uso para o qual se destina. Além disso, na fase de projecto deve-se antever e facilitar a acessibilidade ao sistema predial, de forma a executar operações de reparação e manutenção.

Existem duas formas de captação da água para o abastecimento predial:

- Ligação à rede pública
- Captações particulares

Importa referir, que no caso das captações particulares, deve-se prever um sistema de tratamento de águas. Estes dois tipos de instalações, podem existir em simultâneo, o que aliás, é muito comum no caso dos edifícios não habitacionais. Nestes casos, as captações particulares destinam-se sobretudo a lavagem de pisos ou combate a incêndios, podendo muitas vezes, e desde que possuam características para tal, suprimir uma eventual falha de abastecimento na rede pública. Importa aqui salientar, que como já anteriormente foi referido, não pode existir qualquer tipo de ligação entre as duas instalações quando estas existam as duas em simultâneo.

4.3. REDES DE ÁGUA QUENTE

4.3.1. GENERALIDADES

Os sistemas prediais de distribuição de água quente, têm por finalidade fornecer água para uso sanitário, tendo que para além de garantir qualidade e quantidade adequadas, garantir o fornecimento de água à temperatura adequada em função do fim ao qual a água se destina.

Neste tipo de sistemas há duas condições técnicas a ressaltar: a recirculação da água e o isolamento térmico das tubagens. Estas condições visam sobretudo minimizar o dispêndio de energia gerado pelo aquecimento da água, tentando manter a água o mais quente possível e durante o máximo de tempo possível.

Estes sistemas prediais devem garantir temperaturas mínimas na rede, de acordo com o grau de conforto e economia pretendidos.

A temperatura da água destinada ao contacto com o corpo humano deverá ser da ordem dos 38 °C, sendo que a temperatura da água quente distribuída, não deve exceder os 60 °C.

A produção de água quente é efectuada por intermédio de aparelhos concebidos para tal. Mas sempre que as dimensões, e a tipologia do edifício assim o exijam, a produção de água quente será estudada tendo em conta as necessidades existentes, a sua distribuição temporal, e as condicionantes económicas do equipamento e das fontes energéticas.

No caso dos edifícios não habitacionais, como em norma se tratam de edifícios que requerem sistemas de distribuição de água de maiores dimensões, recorrem-se a formas de aquecimento de água tipo central, cuja utilização é circunscrita à utilização nos edifícios pertencentes a uma só entidade, como hotéis, hospitais, escolas ou até mesmo quartéis. Um dos sistemas nesta área em grande expansão actualmente, e que maiores vantagens proporciona são as bombas de calor.

Contudo importa salientar, que nem todos os edifícios não habitacionais restringem a sua fonte de aquecimento de água a centrais de aquecimento, até porque muitas vezes as suas dimensões podem não o justificar, além de que nessas centrais também terão que se dispor de aparelhos produtores de água quente como por exemplo caldeiras industriais.

Assim sendo, de seguida apresentam-se os equipamentos produtores de água quente existentes no mercado, não sendo contudo uma apresentação exaustiva dos equipamentos, uma vez que tal não se enquadra directamente no âmbito do presente estudo.

4.3.2. APARELHOS PRODUTORES DE ÁGUA QUENTE

É de todo conveniente, que o sistema de aquecimento de água, e a respectiva colocação dos aparelhos produtores de água quente, seja definido na fase de projecto, visto a localização destes aparelhos exigir um estudo em conjunto com as instalações hidráulicas, eléctricas ou mesmo com a ventilação.

Uma das maiores condicionantes da localização dos aparelhos produtores de água quente, é a segurança. É interdita a instalação de um aparelho destes a gás nas instalações sanitárias ou em todos os locais que não de situem na envolvente exterior do edifício. A segurança destes aparelhos deve ser garantida pelo fabricante, complementada com ensaios de qualidade.

Existe no mercado uma vasta gama de aparelhos produtores de água quente, sendo a escolha destes dependente inicialmente do tipo de energia a utilizar: energia eléctrica, solar ou gás.

Escolhido o tipo de energia a utilizar, deve-se então definir o sistema de alimentação dos equipamentos, sendo que estes podem ser:

- Por acumulação
- De passagem (produção instantânea)

Nos sistemas por acumulação, a água aquecida fica armazenada em acumuladores e nos sistemas de passagem, a água é aquecida à medida que passa no aparelho.

Assim sendo, a escolha do sistema de aquecimento de água a instalar deve atender a diversos factores como, as necessidades instantâneas e horárias de água quente e uma análise económica das diferentes alternativas.

De notar ainda, que as necessidades de água quente podem não se restringir a fins sanitários, mas também a aquecimento ou climatização.

4.3.2.1. Bombas de calor

As bombas de calor para aquecimento de água, forma desenvolvidas com o objectivo de reduzir os custos com a fonte de energia (electricidade ou gás por exemplo).

As bombas de calor absorvem o calor do ar ambiente, transferindo-o para a água a ser consumida, sem emitir gases poluentes para a atmosfera. Comparando com a energia consumida pela bomba, esta proporciona um ganho de energia de 4 a 6 vezes. A água aquecida pelas bombas de calor, pode chegar a uma temperatura de 55 °C, o que cumpre com os requisitos apresentados anteriormente, de se terem temperaturas inferiores a 60 °C, e da mesma forma possibilita com margem confortável, a obtenção de temperaturas ideais para a água que entrará em contacto com o corpo humano (38 °C).

As bombas de calor apresentam-se portanto como uma solução a considerar no caso de edifícios não habitacionais, permitindo estas uma redução de despesas com o aquecimento de água, de acordo com alguns fabricantes, que pode chegar a uns consideráveis 80%.

Segundo a Light Tech, que é um fabricante destes equipamentos, as bombas de calor, ao transferirem indirectamente o calor ambiente para a água, proporcionam de imediato uma economia de 50% em relação ao custo de energia das fontes produtoras de calor utilizadas em esquentadores ou caldeiras, seja esta energia electricidade ou gás.

As bombas de calor, devido às suas dimensões, ocupam relativamente pouco espaço, o que comparando por exemplo com a energia solar, representa mais uma vantagem das bombas, tanto na instalação como utilização.

Uma outra vantagem na utilização de bombas de calor, prende-se com o facto de estas estarem em funcionamento 24 horas por dia. As bombas de calor podem ser utilizadas como fonte de aquecimento principal, ou como sistema auxiliar de outros equipamentos, acautelando eventuais falhas destes.

De acordo com a Light Tech, o retorno do investimento realizado na aquisição de bombas de calor, será obtido num prazo máximo de seis meses, o que aliado à sua fácil instalação, fazem destes equipamentos, óptimas soluções a considerar.



Fig.10 – Exemplo de uma bomba de calor [39]

4.3.2.2. Aparelhos de produção instantânea a gás

Os aparelhos de produção instantânea a gás, vulgarmente denominados por esquentadores, permitem um fornecimento instantâneo de água quente. Entre as vantagens na sua utilização, destacam-se a facilidade de aquisição ou o menor custo. No entanto a utilização destes aparelhos também tem desvantagens como o facto de a aplicação destes ser restringida à alimentação de um número reduzido de aparelhos, ou a existência de um considerável desperdício de água fria até que a água quente chegue ao ponto de uso.

De referir também, que estes aparelhos proporcionam um menor conforto, comparando-os com os restantes aparelhos disponíveis no mercado, e que estes, por serem abastecidos por gás, têm que se colocar em locais com uma remoção de ar adequada, devido aos gases libertados.



Fig.11 – Exemplo de um esquentador [47]

4.3.2.3. Aparelhos de acumulação (Termoacumuladores)

Como já referido, os aparelhos de acumulação são aparelhos que permitem o armazenamento da água aquecida de forma a ser utilizada quando necessária. Estes aparelhos possuem um reservatório isolado termicamente, de forma a impedir que a água arrefeça, e caracterizam-se por poderem ser abastecidos a gás ou a energia eléctrica.

Os aparelhos de acumulação eléctricos (termoacumuladores eléctricos), permitem armazenar a água a uma temperatura entre os 60-65 °C e o aquecimento da água é feito por resistências eléctricas.

Por seu lado, os aparelhos de acumulação a gás (termoacumuladores a gás), são constituídos por um queimador a gás, e a temperatura da água aquecida por estes aparelhos não excede os 60 °C. Estes aparelhos permitem ainda circuito de retorno.

Comparando-os com os eléctricos, os termoacumuladores a gás apresentam menores custos de exploração, permitindo ainda a alimentação simultânea de um maior número de dispositivos de utilização, e apresentam um tempo para a reposição da quantidade de água armazenada à temperatura pretendida menor que os eléctricos. Contudo, os termoacumuladores a gás ocupam espaços maiores que os eléctricos, o que em muitas situações pode tornar-se um factor determinante na escolha do aparelho. Ao nível de volume de água armazenada, os eléctricos possuem maiores capacidades.



Fig.12 – Exemplo de um termoacumulador eléctrico [47]

4.3.2.4. Caldeiras murais a gás

As caldeiras murais distinguem-se dos restantes aparelhos de aquecimento de água, pelo facto de muitas vezes funcionarem como sistemas mistos, que combinam a produção de água quente para aquecimento do ambiente com a produção instantânea de água quente sanitária.

Ao nível da produção instantânea, as caldeiras murais apresentam um desempenho funcional semelhante ao dos esquentadores e distinguem-se por possuírem um circuito interno de circulação de água e regulação termostática da sua temperatura. Estes aparelhos distinguem-se ainda dos restantes, por possuírem um reservatório de acumulação acoplado à caldeira, permitindo uma redução da potência de utilização.



Fig.13 – Exemplo de uma caldeira mural a gás [48]

4.3.2.5. Produção por energia solar

Actualmente, a produção de água quente com recurso a energia solar, é cada vez mais incentivada e escolhida. Contudo, normalmente esta forma de produção de água quente ainda não permite a plena satisfação das necessidades dos utentes. Habitualmente, este sistema encontra-se acoplado a outra

unidade de produção alimentada com outro tipo de energia, funcionando como um complemento a esta e como um possível redutor de despesas.

A captação da energia solar é realizada com recurso a painéis solares, que se encontram associados a um reservatório de acumulação, onde a água armazenada é aquecida através do aproveitamento do calor libertado pela água aquecida nos painéis solares.

Este tipo de produção de água quente, é usado quer para o aquecimento ambiente, quer para as águas sanitárias.



Fig.14 – Exemplo de um painel solar [49]

4.4. TRAÇADO E IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

4.4.1. GENERALIDADES

O traçado e implementação de uma instalação predial de distribuição de água tem por objectivo principal otimizar o desempenho funcional do sistema, e pode-se considerar tão importante como o seu dimensionamento.

No traçado das redes de distribuição, para além de se ter que cumprir os variados aspectos regulamentares, à que ter em conta outras condicionantes como a economia do traçado proposto e a interligação com as outras instalações, nomeadamente instalações eléctricas, AVAC, etc. Uma outra condicionante de grande importância a reter, será o projecto de arquitectura, particularmente a localização de tectos falsos e a disposição de *courettes*, para se fazer a ligação entre pisos e traçar a rede de modo a não interferir com o aspecto estético.

Deste modo, segundo Pedroso (2007) [2], para além das condições de abastecimento de água, do tipo de edifício e dos níveis de conforto e qualidade pretendidos, reveste-se de grande importância que o projectista coordene, com as restantes especialidades os seguintes aspectos:

- Localização dos contadores;
- Localização dos dispositivos de utilização;
- Localização dos elementos produtores de água quente;
- Localização dos reservatórios de acumulação de água;
- Localização dos sistemas elevatórios e/ou sobrepessores;

- Posicionamento da rede nas zonas comuns do edifício;
- Posicionamento da rede no interior das zonas privadas de cada consumidor.

De referir ainda que não é permitida qualquer ligação entre a rede predial de distribuição de água e as redes prediais de drenagem de água residuais, de forma a prevenir qualquer infiltração que contamine a rede de distribuição.

4.4.2. CONSTITUIÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

As redes de distribuição são constituídas por:

- Dispositivos de utilização;
- Tubagens;
- Válvulas;
- Instalações complementares;
- Outros acessórios.

4.4.2.1. Dispositivos de utilização

Os dispositivos de utilização podem ser bastante variados, enumerando-se aqui alguns, como torneiras, bocas de rega ou lavagem ou fluxómetros.

Estes dispositivos são utilizados basicamente nas instalações sanitárias, cozinhas e bocas de rega ou lavagem.

4.4.2.2. Tubagens

As principais tubagens que fazem parte de uma rede de distribuição de água são:

- Ramal de ligação;
- Ramal de introdução colectivo;
- Ramal de introdução individual;
- Ramal de distribuição;
- Ramal de alimentação;
- Coluna.

O ramal de ligação, é a canalização privativa do serviço de uma propriedade, compreendida entre o limite desta e a canalização do sistema público de distribuição, ou entre esta e qualquer dispositivo de utilização exterior. Estes deverão ser instalados a uma profundidade mínima de 0,80 m, que em zonas não sujeitas a circulação automóvel poderá diminuir até aos 0,50 m.

O ramal de introdução individual, no caso de se destinar à alimentação de uma só habitação, é a canalização compreendida entre o limite predial e o contador. No caso de mais que uma habitação trata-se da canalização incluída entre o ramal de introdução colectivo e os contadores individuais dos utentes. Assim sendo, o ramal de introdução colectivo trata-se da canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais.

A coluna é a canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição. O ramal de distribuição refira-se, é a canalização existente entre os contadores individuais e os ramais de alimentação, que por sua vez representa a canalização que abastece cada um dos aparelhos de utilização.

4.4.2.3. Válvulas

As válvulas são órgãos que permitem variar o escoamento de um fluido. Numa rede predial de abastecimento de água, há em termos regulamentares, a considerar as seguintes válvulas:

- Válvulas de seccionamento;
- Válvulas de retenção;
- Válvulas de segurança;
- Válvulas redutoras de pressão;
- Válvulas de regulação.

As válvulas de seccionamento permitem cortar a passagem da água nos dois sentidos, devendo ser colocadas à entrada dos ramais de distribuição individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante dos autoclismos, dos fluxómetros, das máquinas de lavar roupa e louça, dos equipamentos de produção de água quente, dos purgadores de água, à entrada ou à saída de reservatórios e a montante e a jusante dos contadores.

Ao invés das válvulas de seccionamento, as válvulas de retenção apenas permitem a passagem da água num sentido, não o permitindo no outro. Estas têm que ser colocadas a montante dos equipamentos de produção de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários. Estas válvulas são também utilizadas como acessórios dos grupos de bombagem.

As válvulas de segurança accionam uma descarga sempre que na tubagem em que esteja instalada, seja excedido o valor da pressão para o qual está regulada. Estas devem ser usadas na alimentação dos equipamentos produtores de água quente.

Para reduzir a pressão na rede a jusante, através da introdução de uma perda de carga localizada, utilizam-se as válvulas redutoras de pressão. A colocação destas válvulas é obrigatória em ramais de introdução, sempre que a pressão seja superior a 600 kPa, ou caso existam limitações à pressão impostas por algum equipamento. Estas válvulas são principalmente utilizadas em edifícios de grande altura, uma vez ser muito mais natural a existência de pressões superiores ao limite referido.

Por último, as válvulas de regulação controlam o valor do caudal que atravessa determinada secção. De certo modo, podem apresentar um comportamento semelhante às válvulas de seccionamento, pelo que são frequentemente utilizadas em vez destas.

4.4.2.4. Instalações complementares e outros acessórios

Entre as instalações complementares encontram-se os reservatórios, que já foram abordados em 4.1.4, e as instalações elevatórias e sobrepressoras.

Para além destes, existem outros acessórios como os contadores, já abordados em 3.2.4, purgadores, cuja função é eliminar o ar existente nas canalizações, filtros, termómetros e manómetros.

4.4.3. TRAÇADO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

O traçado das canalizações deve ser constituído por troços rectos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados. Os troços horizontais, devem possuir uma inclinação de 0,5% de modo a facilitar a saída do ar. Em canalizações flexíveis, como o PEAD, pode ser dispensado o uso dos acessórios, devendo-se então salvaguardar que a instalação é efectuada a profundidades suficientes que possibilitem a execução de raios de curvatura adequados, nomeadamente em transições de parede para parede.

As canalizações interiores da rede predial de abastecimento de água, podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras ou tectos falsos, podendo ser ainda embainhadas ou embutidas. As canalizações não embutidas são fixas por braçadeiras, com um espaçamento entre estas em conformidade com as características do material. Neste tipo de canalizações deverá ser identificado o tipo de água transportada de acordo com a norma portuguesa NP 182 – *Identificação de Fluidos*.

Na instalação de juntas e braçadeiras, deve-se ter em consideração problemas como a dilatação e a contracção da tubagem, problemas que assumem maior importância no caso das instalações de água quente.

No traçado da rede de distribuição, deve-se sempre optar pela menor dimensão possível, salvo esta colocar em causa o seu desempenho funcional. Com menores distâncias de canalizações, para além da economia resultante da diminuição de tubagem necessária, existem outras vantagens como a obtenção de perdas de carga menores, tal como a diminuição do tempo de retenção da água nas tubagens.

As canalizações exteriores podem ser instaladas em valas, paredes ou caleiras, devendo-se sempre proteger estas de acções mecânicas, assim como considerar aspectos como o clima, isolando as canalizações termicamente quando tal seja necessário.

Não se deve, em qualquer situação, desenvolver as canalizações em zonas de difícil acesso ou sob elementos de fundação. Da mesma forma, as canalizações não deverão ser embutidas em elementos estruturais, chaminés, condutas de ventilação ou pavimentos. No entanto, as tubagens flexíveis são possíveis de serem embutidas em pavimentos, desde que sejam embainhadas.

4.4.4. EXECUÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

As canalizações de água quente devem, sempre que tal seja possível, ser colocadas paralelamente às canalizações de água fria e posicionadas acima destas uma distância mínima de 50 mm. Nas tubagens destinadas a água quente, deverá ser prevista a aplicação de isolantes térmicos.

Devem ainda ser consideradas medidas destinadas a atenuar fenómenos de corrosão, devendo-se para tal, de acordo com Medeiros (2004) [47], cumprir os seguintes aspectos:

- As canalizações metálicas da rede serem executadas, de preferência com o mesmo material;
- No caso de materiais diferentes, o material mais nobre ser instalado a jusante do menos nobre, procedendo - se ao seu isolamento por juntas dieléctricas;
- O assentamento de canalizações metálicas de redes distintas ser feitas sem pontos de contacto entre si ou com quaisquer elementos metálicos da construção;
- O assentamento de canalizações não embutidas ser feito com suportes de material inerte, do mesmo material, ou de material de nobreza próxima inferior;

- O atravessamento de paredes e pavimentos ser feito através de bainhas de material adequado de nobreza igual ou próxima inferior ao da canalização;
- As canalizações metálicas serem colocadas, sempre que possível, não embutidas;
- Ser evitado o assentamento de canalizações metálicas em materiais potencialmente agressivos;
- As canalizações enterradas serem executadas, preferencialmente, com materiais não metálicos.

4.4.5. ISOLAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

As canalizações de água quente devem, de acordo com o art.98º do Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto, ser “isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade”.

Em zonas de baixas temperaturas, as canalizações de água fria também devem ser isoladas, no sentido de evitar fenómenos como o congelamento da água.

Ainda de acordo com o mesmo artigo do DR 23/95, as derivações para os dispositivos de utilização podem não ser isoladas quando estas sejam de pequeno comprimento.

4.5. CONFORTO E QUALIDADE DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

4.5.1. GENERALIDADES

Os níveis de conforto e qualidade dos sistemas prediais de distribuição de água variarão de acordo com a tipologia do edifício em causa, assim como das exigências funcionais inerentes a este.

Assim, torna-se de certa forma óbvio, que um edifício de luxo, imponha um desempenho funcional dos sistemas prediais de distribuição de água, em alguns aspectos, mais exigente que uma habitação social, sem colocar em causa uma resposta adequada aos utentes desta mesma habitação.

De acordo com Pedrosa (2007) [2], os factores que podem influenciar os níveis de conforto e qualidade dos sistemas prediais de distribuição de água são:

- Caudais disponibilizados;
- Coeficientes de simultaneidade;
- Pressões asseguradas;
- Isolamento térmico;
- Ruídos.

4.5.2. CAUDAIS DISPONIBILIZADOS E COEFICIENTES DE SIMULTANEIDADE

Os caudais instantâneos dos diferentes dispositivos de utilização instalados deverão ter como valores mínimos, os valores referidos em 4.6.3., para que o caudal resultante da soma dos vários caudais unitários afectado pelo coeficiente de simultaneidade não ponha em causa o perfeito funcionamento dos aparelhos.

De referir que o coeficiente de simultaneidade tem por finalidade avaliar as probabilidades dos dispositivos de utilização entrarem em funcionamento em simultâneo, possibilitando a obtenção dos caudais de cálculo. Este tema será alvo de uma análise mais cuidada num ponto adiante.

4.5.3. PRESSÕES ASSEGURADAS

As pressões asseguradas nos dispositivos de utilização representam um factor indispensável no nível da qualidade do sistema predial de distribuição de água, destacando-se a influência no desempenho de alguns dispositivos de utilização.

Como referido em 4.1.3, o ponto 2 do Artigo 87º do DR 23/95, impõe que as “pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre os 50 Kpa e 600 Kpa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenha entre 150 Kpa e 300 Kpa.”

4.5.4. ISOLAMENTO TÉRMICO

Como já mencionado em 4.4.5, as canalizações de água quente devem ser isoladas, mas também as de água fria situadas em zonas gélidas, deverão sê-lo.

Nas tubagens de água quente, deve-se isolar esta, de forma a minimizar o gradiente térmico entre a temperatura da água à saída do aparelho de aquecimento de água e à chegada ao dispositivo de utilização. Assim, preserva-se a água a uma temperatura satisfatória por mais tempo, o que para além de diminuir os gastos inerentes ao aquecimento da água aumenta o grau de satisfação dos utilizadores nos dispositivos de utilização.

4.5.5. RUÍDOS

Segundo Pedroso (2007) [2], o regime de escoamento dum fluído no interior duma tubagem pode processar-se de dois modos distintos: laminar ou turbulento.

O escoamento laminar é caracterizado por ser um escoamento silencioso, e a passagem deste tipo de escoamento a turbulento acontece quando se atingem valores do número de Reynolds da ordem dos 2000.

O número de Reynolds é definido pela expressão:

$$R_e = \frac{U \cdot D}{\nu} \quad (5)$$

Onde:

R_e – número de Reynolds

U – velocidade média de escoamento (m/s)

D – diâmetro da tubagem (m)

ν – viscosidade cinemática (m²/s)

Já a viscosidade cinemática será obtida pela expressão:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (6)$$

Onde:

ν – viscosidade cinemática (m^2/s)

μ – viscosidade dinâmica ($\text{kg}/\text{m.s}$)

ρ – massa específica do fluido (kg/m^3)

A viscosidade cinemática da água, pode ser obtida em função da sua temperatura, apresentando-se assim, no quadro 12 alguns valores desta:

Quadro 12 - Viscosidade cinemática da água. Adaptado de Pedroso (2007) [2]

Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	Viscosidade cinemática ($\times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)
4	1,56
10	1,31
20	1,01
30	0,83
40	0,66
50	0,56
60	0,47
80	0,37
100	0,29

As velocidades e as pressões na água também influenciam em muito os níveis de ruído. No sentido de evitar perturbações, as velocidades da água devem se situar entre 0,5 e 2 m/s (ver 4.6.5.). Pedroso (2007) [2], indica que para edifícios de luxo, a velocidade de escoamento da água deve ser limitada a 1 m/s.

4.6. BASES DE DIMENSIONAMENTO

4.6.1. GENERALIDADES

O dimensionamento hidráulico das canalizações dos sistemas prediais de abastecimento de água, é baseado em caudais de cálculo, na velocidade do escoamento, nas pressões a manter na rede e na rugosidade do material das tubagens, para permitir uma utilização confortável e adequada dos dispositivos de utilização instalados.

Os caudais de cálculo são obtidos tendo por base os caudais instantâneos nos diversos dispositivos de utilização, cujos valores mínimos encontram-se fixados regulamentarmente pelo Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto e que são apresentados no presente subcapítulo.

Como acontece na maior parte dos casos, não é previsível o funcionamento simultâneo de todos os dispositivos e aparelhos instalados, pelo que a utilização do caudal acumulado dos diversos dispositivos como caudal de cálculo, leva a um claro sobredimensionamento da rede. Assim sendo, torna-se indispensável estabelecer critérios de simultaneidade em relação à utilização dos dispositivos. Este será um tema alvo de uma análise mais aprofundada no subcapítulo 4.8.

4.6.2. NOÇÕES FUNDAMENTAIS DA HIDRÁULICA

4.6.2.1. Lei hidrostática de pressão

A pressão num líquido em repouso obedece à lei hidrostática da pressão, que é traduzida pela expressão:

$$\frac{p}{\gamma} + Z = \text{constante} \quad (7)$$

onde:

p – pressão verificada em determinado ponto

γ – peso volúmico do líquido

Z – cota geométrica do ponto em relação a um plano horizontal de referência

Esta constante é designada por cota piezométrica relativa a um plano de referência considerado.

4.6.2.2. Equação da continuidade

Num escoamento em regime permanente (independente do tempo), de um fluido incompressível (líquido):

$$Q = U.S = \text{constante} \quad (8)$$

onde:

Q – caudal (l/s)

U – velocidade média do escoamento (m/s)

S – secção transversal do tubo $\left(S = \frac{\pi.D^2}{4} \right)$ (m²)

No escoamento de um líquido no interior de um tubo, em duas secções distintas S_1 e S_2 , teremos:

$$S_1.U_1 = S_2.U_2 \quad (9)$$

4.6.2.3. Teorema de Bernoulli

Para líquidos perfeitos e movimentos permanentes, Bernoulli demonstrou que a energia mecânica total por unidade de peso do líquido é constante ao longo de cada trajectória. Esta energia é obtida pela expressão:

$$H = \frac{p}{\gamma} + Z + \frac{U^2}{2g} \quad (10)$$

onde:

$\frac{p}{\gamma}$ – altura piezométrica

Z – cota geométrica de posição da unidade de peso de líquido situado a essa cota

$\frac{U^2}{2g}$ – altura cinética

A variável velocidade (U) refere-se à velocidade média que, num escoamento fictício, será igual em todos os pontos do escoamento. Contudo esta varia, devido à viscosidade do fluido, pelo que na fórmula deverá ser introduzido um coeficiente α (coeficiente de Coriolis) a afectar $U^2/2g$.

Assim, a expressão 10 toma a seguinte forma:

$$H = \frac{p}{\gamma} + Z + \alpha \frac{U^2}{2g} \quad (11)$$

Esta expressão traduz para toda a secção a energia total por unidade de peso.

O valor de α varia conforme o tipo de escoamento. A saber, para:

- Velocidades uniformes, $\alpha = 1$;
- Escoamentos uniformes em tubagens de secção circular e regime laminar, $\alpha = 2$;
- Escoamentos em regime turbulento, $\alpha = 1,1$.

Pedroso (2007) [2] refere que na prática pode-se tomar o valor de $\alpha = 1$, uma vez que o termo $U^2/2g$, é significativamente mais pequeno que os outros dois.

4.6.3. CAUDAIS INSTANTÂNEOS

Definidos ao dispositivos a abastecer e o seu posicionamento, de acordo com a regulamentação existente e com os níveis de qualidade e conforto, serão determinados os caudais instantâneos a considerar.

Os caudais instantâneos são os caudais necessários ao correcto funcionamento dos diferentes dispositivos de utilização, tendo em conta as suas características.

O Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto), indica no seu anexo IV, uma lista de caudais mínimos a adoptar no dimensionamento dos sistemas de distribuição, para os diferentes dispositivos de utilização, de acordo com as suas funcionalidades. Estes valores são apresentados no quadro 13.

Refira-se que apesar de estes valores serem os mínimos, não é habitual em projectos, mesmo de edifícios de qualidade elevada, considerar caudais instantâneos superiores aos apresentados.

Quadro 13 – Caudais mínimos dos dispositivos de utilização [4]

Dispositivos de utilização	Caudais Mínimos (l/s)
Lavatório individual (Lv)	0,10
Lavatório colectivo (por bica) (Lvi)	0,05
Bidé (Bd)	0,10
Banheira (Ba)	0,25

Chuveiro individual (Ch)	0,15
Pia de despejos com torneira de ϕ 15 mm (Pd)	0,15
Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
Urinol com torneira individual (Mi)	0,15
Pia lava-louça (LI)	0,20
Bebedouro (Bdo)	0,10
Máquina de lavar louça (MI)	0,15
Máquina de lavar roupa (Mr)	0,20
Tanque de lavar roupa (Tq)	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro (Brf)	1,50
Urinol com fluxómetro (Mif)	0,50
Boca de rega ou lavagem de ϕ 15 mm (Re)	0,30
Boca de rega ou lavagem de ϕ 20 mm (Re)	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações do fabricante

A duração média das utilizações, assim como o consumo total por utilização, são parâmetros que interessam conhecer, para diversas finalidades como por exemplo para o dimensionamento dos aparelhos produtores de água quente.

Assim, nos quadros 14 e 15, apresentam-se respectivamente valores de cálculo para os dispositivos e situações de utilização mais recorrentes, de acordo com Silva Afonso (2001) [1].

Importa salientar, que os valores apresentados no quadro 14, quando se referem a dispositivos temporizados, podem não representar a duração de utilização correcta, uma vez que, quando existem dispositivos regulados com intervalos de tempo excessivamente curtos, os utilizadores recorrem com frequência ao accionamento sucessivo dos destes.

Quadro 14 – Duração média das utilizações dos dispositivos. Adaptado de Silva Afonso (2001) [1]

Dispositivos de utilização	Duração média de cada utilização
Lavatório (hotéis)	2 min
Lavatório colectivo (escritórios e fábricas)	1 min
Lavatório (c/ torneira misturadora temporizada)	20 s
Bidé (hotéis)	2 min
Bacia de retrete (com autoclismo)	2 min
Bacia de retrete (com fluxómetro)	8 s
Chuveiro	10 min
Chuveiro (c/ torneira misturadora temporizada)	30 s
Mictório (com fluxómetro)	8 s

Quadro 15 – Consumo de água em cada utilização. Adaptado de Silva Afonso (2001) [1]

Dispositivos de utilização	Consumo em cada utilização (litros)
Lavatório (lavagem de mãos)	≤ 5
Lavatório (lavagem de mãos e cara)	5 a 10
Lavatório (lavagem de cabelo)	10 a 20
Lavatório (torneira de fecho automático)	≤ 4,5
Lavatório (com comando por pedal)	≤ 6
Chuveiro	10 a 100
Chuveiro (torneira de fecho automático)	≤ 8
Chuveiro (com comando por pedal)	≤ 6
Banheira	100 a 180
Bacia de retrete	5 a 16
Máquina de lavar	≤ 150
Pia (lavagem de louça)	10 a 15
Pia (passagem por água)	5 a 10
Pia de despejo	5 a 16
Bidé	5 a 10
Mictório (com fluxómetro)	2 a 6
Mictório (com fluxómetro electrónico)	≤ 4,5
Mictório (com comando por pedal)	2 a 6

4.6.4. CAUDAIS DE CÁLCULO

A generalidade dos dispositivos de utilização, sabe-se por experiência, não funciona em simultâneo, salvo excepções muito raras.

Assim será lógico, sem colocar em causa a qualidade e eficácia do funcionamento do sistema, fazer os cálculos para um caudal de cálculo, menor que a soma dos caudais instantâneos de todos os aparelhos instalados (caudal acumulado).

O que se pretende então é um caudal simultâneo máximo provável inferior ao caudal acumulado (caudal simultâneo máximo possível), resultante de uma quantidade mais provável de dispositivos em funcionamento simultâneo no sistema.

Os métodos mais usados para a determinação do caudal de cálculo consistem na determinação de um coeficiente de simultaneidade em função do número de dispositivos instalados (ver 4.8.).

É também muito usual a sua determinação directa, em função do caudal acumulado, com recurso a fórmulas empíricas, como:

$$Q_c = K \times Q_a \quad (12)$$

onde:

Q_c – caudal de cálculo

K – coeficiente de simultaneidade

Q_a – caudal acumulado

No caso de edifícios não habitacionais, como escolas, internatos ou quartéis, o coeficiente de simultaneidade deverá ser a unidade, com excepção dos casos em que os dispositivos de utilização estejam munidos de abertura temporizada, o que levará a um estudo especial para cada caso.

No caso particular de edifícios hoteleiros, o coeficiente de simultaneidade obtido por via gráfica, ou através da fórmula mencionada em 4.8.2., poderá ser multiplicado por um coeficiente da ordem de 1,25.

No caso de instalações que contenham fluxómetros, a determinação do caudal de cálculo faz-se separadamente dos outros dispositivos de utilização, de acordo com os valores explícitos no quadro 16, e com recurso à seguinte fórmula:

$$Q_c = K \times Q_a + n \times Q_i \quad (13)$$

onde:

Q_c – caudal de cálculo

K – coeficiente de simultaneidade

Q_a – caudal acumulado

n – número de fluxómetros

Q_i – caudal instantâneo atribuído aos fluxómetros

Quadro 16 – Número de fluxómetros em utilização simultânea [4]

Número de fluxómetros instalados	Número de fluxómetros em utilização Simultânea (n)
3 a 10	2
11 a 20	3
21 a 50	4
> 50	5

Já de acordo com o método preconizado pelo DR 23/95 (ver 4.8.4.), o caudal de cálculo, para o nível de conforto médio, é determinado graficamente, a partir de ábacos, ou através das fórmulas:

- Para valores de Q_c menores ou iguais a 3,5 l/s:

$$Q_c = 0,5469 \times Q_a^{0,5137} \quad (14)$$

- Para valores de Q_c maiores que 3,5 l/s e menores ou iguais a 25 l/s:

$$Q_c = 0,5226 \times Q_a^{0,5364} \quad (15)$$

- Para valores de Q_c maiores que 25 l/s e menores ou iguais a 500 l/s:

$$Q_c = 0,2525 \times Q_a^{0,7587} \quad (16)$$

Para um pequeno número de dispositivos de utilização, este critério leva a caudais de cálculo mais elevados, portanto a um superior nível de qualidade.

Pelo contrário, para grandes caudais acumulados, que normalmente ocorrem nos grandes edifícios não habitacionais, os caudais de cálculo são muito baixos, pelo que no caso em estudo de edifícios não habitacionais de dimensões consideráveis não se deverá aplicar este critério.

De referir ainda, que em grandes edifícios como instalações desportivas, escolas ou hotéis, é de encarar a hipótese de considerar como caudal de cálculo, o caudal acumulado.

São assim conhecidos vários métodos para a determinação dos caudais de cálculo, particularmente para o sector habitacional, referindo-se inclusive a vários níveis de conforto.

Contudo em relação aos edifícios não habitacionais, a informação disponível na bibliografia pesquisa é relativamente escassa. Em algumas tipologias de edificação, como escolas, quartéis ou instalações desportivas, a probabilidade da entrada em funcionamento simultâneo dos vários dispositivos de utilização é elevada, reduzindo contudo, quando estes mesmos dispositivos são providos de aparelhos temporizadores. Esta probabilidade elevada considerada, advém da coincidência de horários existentes nestes edifícios, como intervalos entre aulas ou o intervalo de uma actividade desportiva.

Já para edifícios do tipo hospitalares, de serviços públicos, de escritórios ou lares de terceira idade, consideram-se em geral coeficientes de simultaneidade estabelecidos para o sector residencial, uma vez que nestes tipos de edifícios, não existe uma coincidência de horários tão explícita como nos anteriormente mencionados.

No caso particular dos hotéis, é recomendável a execução de um estudo caso a caso, visto que o coeficiente de simultaneidade, como já mencionado, normalmente é multiplicado por 1,25.

4.6.5. VELOCIDADES

Como já referido em 4.5.4., é necessário limitar o valor máximo da velocidade da água nas canalizações, de modo a prevenir ruídos excessivos que ponham em causa o conforto e a qualidade do sistema, ou até mesmo evitar a ocorrência de problemas resultantes do choque hidráulico (ou golpe de aríete). Para além disto, velocidades excessivamente altas podem acelerar o desgaste e a corrosão das canalizações.

Por outro lado, velocidades demasiado baixas facilitam a formação de incrustações, além de implicarem grandes tempos de retenção da água nas canalizações (principalmente nas canalizações de água quente), o que pode debilitar a sua qualidade.

O DR 23/95 nos artigos 34º e 94º limita as velocidades de escoamento ao intervalo entre 0,5 e 2,0 m/s, sendo que para níveis de conforto elevados esta deverá ser limitada a 1,0 m/s (Pedroso 2007).

A norma europeia EN 806, admite como velocidade máxima igualmente 2,0 m/s, no entanto, para ramais de alimentação individual, esta norma admite a possibilidade de velocidades mais elevadas, até 4,0 m/s. Este último valor deve obviamente ser usado com máxima prudência, dado os problemas que velocidades desta ordem de grandeza podem provocar.

Por sua vez, a norma brasileira NBR 5626 de 1998, *Instalação Predial de Água Fria*, limita a velocidade máxima no interior das canalizações a 3 m/s.

Silva Afonso (2001) estudou e propôs as fórmulas a seguir apresentadas, salvaguardando os limites de 0,5 m/s e 2,0 m/s, para os casos de conforto normal e de grande conforto.

- Conforto normal:

$$U_c \leq 0,15 \times D_i^{0,7} \quad (17)$$

- Grande conforto:

$$U_c \leq 0,12 \times D_i^{0,7} \quad (18)$$

onde:

U_c – velocidade de conforto (m/s)

D_i – diâmetro interior (mm)

Contudo segundo Silva Afonso (2001) [1], o Regulamento Geral português (DR 23/95) também admite algumas excepções ao limite de 2,0 m/s, embora de forma indirecta. Como refere no art.º 94º a possibilidade de alimentar fluxómetros de bacias de retrete (1,5 l/s) com um diâmetro de 25 mm, o Regulamento Geral está a considerar admissível, nestas situações, uma velocidade de 3,0 m/s.

No entanto outros autores, mantendo o limite mínimo de 0,5 m/s, consideram outros limites máximos, que variam em função do diâmetro das canalizações.

É o caso de Brigaux e Garrigou (1976) [22], que apresentam um critério relativamente elaborado, onde fixando a velocidade mínima nos 0,5 m/s, variam o limite máximo em função do diâmetro interior, não ultrapassando contudo os 2,5 m/s, usando as seguintes expressões (com D_i em metros e $U_{máx}$ em m/s):

- Para $0,010 \leq D_i \leq 0,016$:

$$U_{máx} = 70 \times D_i \quad (19)$$

- Para $0,017 \leq D_i \leq 0,022$:

$$U_{máx} = 66 \times D_i \quad (20)$$

- Para $0,023 \leq D_i \leq 0,033$:

$$U_{máx} = 63 \times D_i \quad (21)$$

- Para $0,034 \leq D_i \leq 0,040$:

$$U_{máx} = 62 \times D_i \quad (22)$$

- Para $D_i > 0,040$:

$$U_{máx} = 2,50$$

No quadro 17, apresentam-se valores de velocidades máximas segundo os critérios de Brigaux e Garrigou (1976) [22] e Silva Afonso (2001) [1], para tubagens de Polipropileno, com a respectiva gama de diâmetros deste material existente no mercado.

Quadro 17 – Velocidades máximas em redes interiores de Polipropileno de acordo com os critérios de Brigaux e Garrigou (1976) [22] e Silva Afonso (2001) [1]

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Velocidades (m/s)		
		Brigaux e Garrigou	Silva Afonso Conforto Normal	Silva Afonso Grande Conforto
φ 16	10.6	0.74	0.78	0.63
φ 20	13.2	0.92	0.91	0.73
φ 25	16.6	1.16	1.07	0.86
φ 32	21.2	1.40	1.27	1.02
φ 40	26.6	1.68	1.49	1.19
φ 50	33.2	2.09	1.74	1.39
φ 63	42.2	2.50	2.00	1.65

Analisando os valores do quadro 18, constata-se que pelo método proposto por Silva Afonso (2001) [1], referente ao conforto normal, obtêm-se valores para a velocidade máxima admissível próximos dos obtidos pelo método de Brigaux e Garrigou (1976) [22]. À medida que o diâmetro aumenta, esta proximidade diminui até pelos limites superiores impostos por ambos os métodos serem distintos.

Já o método de Silva Afonso (2001) [1] para grande conforto, permite obter velocidades máximas excelentes, tendo em vista o conforto e a qualidade do sistema predial de abastecimento de água, parecendo assim, se as características do edifício assim o permitirem, o melhor método e de aplicação relativamente simples.

Outro exemplo, será a norma brasileira NBR 5626 de 1982, posteriormente substituída pela NBR 5626 de 1998, também considera limites máximos variáveis, desta feita com o diâmetro nominal, não ultrapassando também os 2,5 m/s, através da expressão (U em m/s e D em metros):

$$U \leq 14 \times \sqrt{D} \quad (23)$$

Este método será contudo menos correcto que os anteriores, uma vez que para os materiais utilizados habitualmente nas redes interiores, os diâmetros nominais raramente coincidem com os interiores. Além disso, apesar de se poder considerar um método mais prático, segundo Silva Afonso (2001), conduz a velocidades máximas consideravelmente mais elevadas que os outros métodos propostos.

4.6.6. PRESSÕES

Pressões excessivamente elevadas ou baixas podem prejudicar o correcto funcionamento dos dispositivos de utilização, assim como a sua durabilidade.

Como já foi referido, o Decreto Regulamentar 23/95, limita as pressões de serviço nos dispositivos de utilização entre os 50 Kpa e 600 kPa, sendo contudo recomendável por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que estas se situem no intervalo entre 150 e 300 Kpa.

De referir que devem ser evitadas grandes variações de pressão na rede, porque mesmo sendo variações de curta duração, podem provocar problemas como o choque hidráulico.

O caudal fornecido por um qualquer dispositivo de utilização depende da pressão à entrada desse mesmo dispositivo, a qual é absorvida como perda de carga localizada.

4.6.7. PERDAS DE CARGA

As perdas de carga que a água sofre no escoamento dividem-se em perdas de carga contínuas e perdas de carga localizadas.

4.6.7.1. Perdas de carga contínuas

As perdas de carga contínuas (perdas de carga ao longo da tubagem) são determinadas pelo produto da perda de carga por unidade de comprimento, ou unitária (J), pelo comprimento da tubagem (L).

Nos escoamentos sob pressão, a perda de carga unitária é dada pela fórmula de Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda U^2}{D 2g} \quad (24)$$

onde:

J – perda de carga contínua (m/m)

λ – coeficiente de resistência

U – velocidade de escoamento (m/s)

D – diâmetro interior da tubagem (m)

g – aceleração da gravidade (m/s²)

Para a determinação do coeficiente de resistência, geralmente usa-se a fórmula de Colebrook-White, através da qual se obtêm resultados próximos da realidade:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{R_e \sqrt{\lambda}} \right) \quad (25)$$

No entanto, o valor do coeficiente de resistência só pode ser determinado por processos iterativos ou por processo gráfico, uma vez que esta equação trata-se de uma equação implícita a λ .

No sentido de evitar tais processos que para além de mais complexos, são mais morosos, a fórmula de Haaland permite a determinação directa do coeficiente de resistência sem significativa margem de erro em relação à fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -1,8 \log \left(\left(\frac{\varepsilon}{3,7 D} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{R_e} \right) \quad (26)$$

onde:

λ – coeficiente de resistência

ε – rugosidade absoluta (mm)

R_e – número de Reynolds

D – diâmetro interior da tubagem (m)

No quadro 18 apresentam-se valores para a rugosidade absoluta de alguns materiais habitualmente usados nas redes prediais de abastecimento de água.

Quadro 18 – Rugosidade Absoluta de alguns materiais

Material	Rugosidade absoluta (mm)
Ferro preto	0,26
Aço galvanizado	0,15
Ferro fundido dúctil	0,15
PEAD	0,04
Cobre	0,04
Polipropileno	0,02
PVC	0,003

4.6.7.1. Perdas de carga localizadas

As perdas de carga localizadas (ΔH_L), podem obter-se em função da altura cinética, pela expressão:

$$\Delta H_L = K \frac{U^2}{2g} \quad (27)$$

onde:

K – coeficiente de perda de carga

Nas redes interiores, podem verificar-se perdas de carga localizadas nos acessórios de ligação, válvulas, contadores, etc. Silva Afonso (2001) refere que, ao contrário do que se sucede nas redes públicas, nas redes prediais, as perdas de carga localizadas apresentam uma elevada ordem de grandeza comparativamente com as perdas de carga contínuas, pelo que não podem ser ignoradas.

4.7. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS

4.7.1. GENERALIDADES

A crescente evolução da construção tem levado à existência de edifícios, incluindo os não habitacionais, cada vez mais altos. Paralelamente a isto, os edifícios são cada vez mais, dotados de mais e maior tecnologia o que torna as exigências de pressão mais elevadas, o que torna cada vez mais o uso exclusivo de reservatórios de acumulação de água uma opção insuficiente para os sistemas prediais de abastecimento de água.

Como tal, surge a necessidade de instalar nos edifícios estações elevatórias ou sobrepessoras. Estas permitem a obtenção de um correcto funcionamento dos dispositivos de utilização instalados, quando a pressão e o caudal na rede pública não o asseguram.

Os sistemas elevatórios ou sobrepessores mais utilizados segundo Pedrosa (2007) são os seguintes:

- Elevação por bombagem, para reservatório superior, da água transportada pela rede pública de distribuição ou armazenada em reservatório de acumulação inferior;
- Sobrepressão por bombagem directa da água transportada pela rede pública de distribuição, ou elevação da água armazenada em reservatório de acumulação inferior;
- Sobrepressão por bombagem da água transportada pela rede pública de distribuição, ou elevação da água armazenada em reservatório de acumulação inferior, para depósito metálico, em cujo interior o líquido comprime uma camada de ar previamente introduzida (sistema hidropneumático).

Como este é um tema que não se enquadra totalmente no âmbito deste trabalho, apenas se analisarão com maior detalhe de entre os sistemas referidos, os sistemas hidropneumáticos, até porque no caso dos edifícios não habitacionais serão os mais frequentemente utilizados.

4.7.2. SISTEMAS HIDROPNEUMÁTICOS

4.7.2.1. Generalidades

Como referido em 4.1.4., quando por várias razões, não for vantajosa a colocação de um reservatório a nível elevado, poder-se-á optar por instalar um grupo pressurizado hidropneumático, o qual integra um reservatório metálico situado a jusante dos elementos de bombagem.

Este sistema hidropneumático poderá funcionar através de bombagem directa a partir do ramal de alimentação da rede predial, ou bombeando a água do reservatório de acumulação.

Assim, torna-se necessário determinar as características do reservatório metálico a instalar, as quais variarão com as características do edifício, os consumos previsíveis, assim como com a pressão a disponibilizar nos dispositivos de utilização.

Segundo Pedroso (2007) [2], este sistema hidropneumático permite que a distribuição de água seja feita entre dois valores de pressão (máximo e mínimo) anteriormente fixados.

4.7.2.2. Dimensionamento dos reservatórios hidropneumáticos

O dimensionamento dos reservatórios hidropneumáticos baseia-se na lei de Boyle e Mariotte, que diz que o volume de um gás varia na razão inversa da pressão a que está sujeito:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante} \quad (28)$$

Considerando que as pressões são acrescidas de uma atmosfera, vem que:

$$(P_n + 1)V_n = (P_m + 1)V_m \quad (29)$$

Por outro lado,

$$V_r = 0,20 \times V_t \quad (30)$$

Então,

$$V_n = 0,80 \times V_t \quad \text{e} \quad (31)$$

$$V_m = 0,80 \times V_t - V_u \quad (32)$$

Substituindo estes valores na fórmula 29, teremos:

$$V_u = 0,80 \frac{(P_m - P_n)V_t}{(P_m + 1)} \quad (33)$$

$$V_t = \frac{(P_m + 1)V_u}{0,80(P_m - P_n)} \quad (34)$$

onde:

P_n – pressão manométrica de arranque (pressão mínima);

P_m – pressão manométrica de paragem (pressão máxima);

V_u – volume útil de água no reservatório, entre cada arranque e paragem da bomba;

V_t – volume total do reservatório hidropneumático;

V_n – volume residual, isto é, o volume de segurança entre o volume de água correspondente a P_n e o fundo de reservatório;

V_m – volume de ar correspondente à pressão máxima P_m .

O funcionamento do reservatório hidropneumático processa-se da seguinte forma: a água sob a acção da bomba pressiona o ar existente na parte superior do reservatório, armazenando energia potencial, que é capaz de elevar aquele líquido aos locais de consumo.

A solubilidade do ar na água aumenta à medida que aumenta a pressão, pelo que é necessário introduzir ar comprimido no reservatório, ou confinar o ar com uma membrana impermeável.

A função fundamental do reservatório, é armazenar a água necessária, a uma pressão adequada, de modo que a bomba não seja forçada a arrancar sempre que se inicia ou termina o consumo de água, o que provocaria na bomba um desgaste significativamente maior, e provocaria gastos de energias muito mais avultados.

Assim, segundo Campeão (2005) [20], o número de arranques por hora da bomba, deverá ser (salvo outras indicações do fabricante):

- Grandes instalações (mais de 20 kW) – 6 a 8;
- Médias instalações (de 3 a 20 kW) – 8 a 15;
- Pequenas instalações (até 3 kW) – 15 a 30.

Actualmente existem no mercado, motores eléctricos de velocidade variável, agregados a sistemas de regulação especial, que permitem que nos grupos hidropneumáticos mais modernos o funcionamento seja distinto do tradicional.

Assim, o reservatório hidropneumático poderá ser bastante menor, uma vez que não existem diferenças entre pressão de arranque e de paragem.

Esta forma de funcionamento apresenta ainda outra vantagem que é a de diminuir o fenómeno do choque hidráulico.

4.7.3. BOMBAS

4.7.3.1. Tipos de bombas

As bombas são máquinas destinadas à elevação de água ou outro qualquer fluido, utilizando para tal energia mecânica exterior (motor eléctrico).

No quadro 19, apresentam-se alguns tipos de bombas correntes no mercado, assim como as suas principais aplicações de acordo com Pedroso (2007).

Estas bombas apresentadas cobrem uma vasta gama de caudais e pressões, sendo que geralmente são utilizadas em grupos de duas ou mais. Isto apenas para impedir uma falha de abastecimento quando alguma das bombas parar ou avariar, funcionando então uma como complemento à outra.

Próximo das bombas, devem ser instaladas válvulas de anti-retorno, para evitar, que quando estas estejam desligadas funcionem em sentido inverso, com rotações que se poderiam tornar muito elevadas.

Quadro 19 – Tipos de bombas [2]

Tipos de bombas	Aplicações
Monocelulares horizontais	Abastecimento de água, circulação e transferência de água, serviços industriais, pressurização, agricultura, etc.
Monocelulares verticais	Abastecimento de água, serviços industriais, irrigação e circulação de água em sistemas, pressurização, etc.
Multicelulares horizontais	Elevação, pressurização e circulação de água, agricultura, etc.
Multicelulares verticais	Abastecimento de água, circulação e pressurização, serviços industriais, irrigação, instalações especiais, transferência de líquidos, etc.
Circuladoras	Circulação de líquidos em circuitos de aquecimento abertos ou fechados, e em circuitos de arrefecimento e de ar condicionado.
Submersíveis	Abastecimentos de água, captação de águas subterrâneas, transferência de líquidos, rebaixamento de aquíferos, sistemas de rega, etc.
De drenagem (submersíveis)	Drenagem de águas residuais, esvaziamento de reservatórios e piscinas, rebaixamento de aquíferos, agricultura, etc.
Jockey	Abastecimento de água em condições de pequeno débito e elevada pressão.

4.7.3.2. Potência e rendimento de uma bomba

A potência de uma bomba, P , é a energia fornecida pela bomba ao escoamento que atravessa uma secção transversal.

O rendimento de uma bomba, η , é a relação entre a potência fornecida por uma bomba ao escoamento e a potência da bomba. Nas bombas correntes, o rendimento varia entre 60% e 80%, de forma crescente, de acordo com a potência.

Assim, a potência de uma bomba toma o valor:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{man}}{\eta} \quad (35)$$

onde:

P – potência (W)

γ – peso volúmico (N.m⁻³)

Q – caudal bombeado (m³/s)

H_{man} – altura manométrica (m)

η – rendimento da bomba

4.7.3.3. Escolha de uma bomba

Para o dimensionamento correcto de uma bomba, é necessário conhecer-se:

- Altura manométrica (H_{man});
- Caudal bombeado (Q);
- Curvas características das bombas.

A altura manométrica determina-se recorrendo à expressão:

$$H_{man} = H_{geo} + \Delta H_{perdas\ de\ carga} \quad (36)$$

onde:

H_{man} – altura manométrica da bomba;

H_{geo} – altura geométrica;

$\Delta H_{perdas\ de\ carga}$ – perdas de carga totais.

O dimensionamento das bombas deve ser feito em função do caudal de cálculo instantâneo (caudal simultâneo máximo provável), para que as bombas em funcionamento tenham capacidade para igualar ou superar o caudal em questão.

As curvas características das bombas são em geral fornecidas pelo fabricante. Através destas e tendo em conta o caudal instantâneo e a altura manométrica pretendidos, escolhem-se as bombas a usar, procurando que o seu funcionamento atinja o máximo de rendimento possível.

4.7.3.4. Cavitação

A cavitação é um decréscimo de pressão numa zona localizada, originada por um aumento acentuado de velocidade.

Este fenómeno produz ruídos e vibrações que podem colocar em causa o conforto e a qualidade dos sistemas, além de que pode causar erosão nas paredes sólidas em contacto com o líquido, alterando as características do escoamento e por consequência diminuindo o rendimento das bombas, chegando mesmo a provocar a sua deterioração.

A condição para que não ocorra cavitação na proximidade de uma bomba é:

$$(NPSH)_{REQ} \leq \left(\frac{P_{atm}}{\gamma} \right) - \left(H_a + \frac{U_s^2}{2g} + \Delta H_a \right) - \left(\frac{P_v}{\gamma} \right) \quad (37)$$

onde:

$(NPSH)_{REQ}$ – carga absoluta útil na aspiração requerida pela bomba – “net positive suction head” (curvas características);

$\frac{P_{atm}}{\gamma}$ – razão entre a pressão atmosférica e o peso específico da água (m);

H_a – altura de aspiração (m);

U_s – velocidade na conduta de aspiração (m/s);

g – aceleração da gravidade (m/s^2);

ΔH_a – perda de carga na conduta de aspiração (m);

$\frac{P_v}{\gamma}$ – altura equivalente da tensão de vapor do líquido (m).

A altura equivalente da tensão de vapor do líquido varia com a temperatura do líquido. No quadro 20, apresentam-se alguns valores para a água:

Quadro 20 – Tensão de vapor da água em função da temperatura [2]

Temperatura da água (°C)	10	20	30	50	60	80	100
Altura equivalente da tensão de vapor (m)	0,13	0,24	0,43	1,26	2,03	4,83	10,33

4.8. ESTABELECIMENTO DE SIMULTANEIDADES

4.8.1. GENERALIDADES

Como se sabe, os consumos instantâneos são um dos parâmetros necessários ao dimensionamento das redes de água.

No entanto, como é óbvio, não seria nada económico o cálculo das redes de distribuição com base nos consumos instantâneos nas derivações e distribuidores sem afectar estes consumos de coeficientes de simultaneidade.

Pedroso (2007) [2], refere que de acordo com a regulamentação aplicável, os coeficientes de simultaneidade poderão ser obtidos via analítica ou via gráfica (resultante de dados estatísticos).

Assim, Pedroso (2007) [2], apresenta três métodos distintos para a obtenção dos coeficientes de simultaneidade, um dos quais, o método do coeficiente de simultaneidade, já era apresentado no CPP 508 [3], e no caso dos edifícios não habitacionais será aquele que normalmente será aplicado.

4.8.2. MÉTODO DO COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE

O gráfico da figura 15, que é uma adaptação do proposto pelo CPP 508 – Cursos de Promoção Profissional 508, “Instalações de águas e Esgotos em Edifícios” do LNEC [3], permite de um modo geral a determinação dos coeficientes de simultaneidade em função do número de dispositivos.

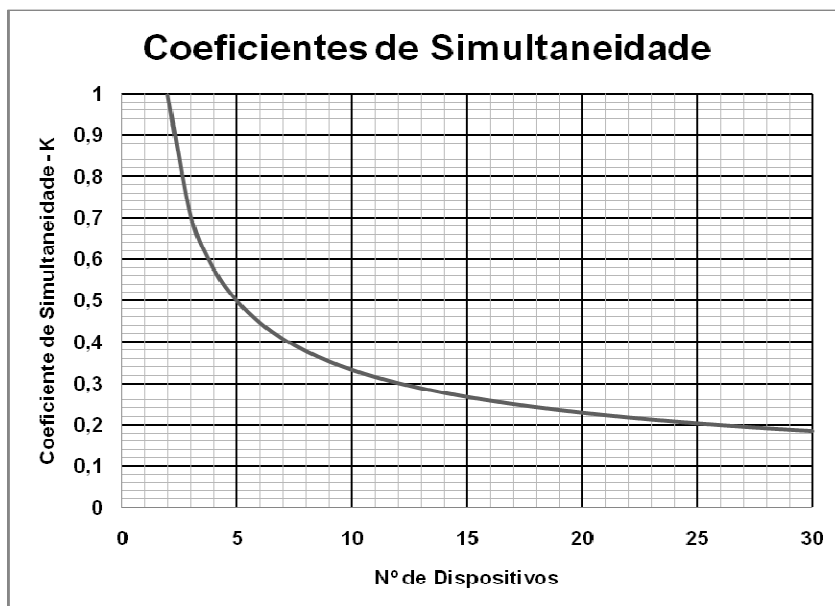


Fig.15 – Coeficiente de simultaneidade em função do número de dispositivos

Os valores do gráfico da figura 15, têm por base a expressão:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (38)$$

Onde:

K – Coeficiente de simultaneidade

n – Número total de dispositivos

De notar que esta fórmula só deve ser aplicada para valores de $n > 2$, uma vez que para valores inferiores a este, considera-se $K=1$. De referir ainda, que o limite inferior mínimo admitido para K, segundo o CPP 508 é de 0,20, valor verificado por Pedroso (2007) [2]. Alguns autores limitam ainda o valor de n a 150 aparelhos.

Nos quadros 22 e 23, são apresentados de acordo com o CPP 508 [3], os coeficientes de simultaneidade que podem afectar os consumos instantâneos considerados respectivamente nas derivações e nas colunas ou distribuidores.

Como é evidente, para o cálculo das redes de água quente, não devem ser incluídos os consumos de aparelhos que só utilizam água fria.

Assim, os valores indicados nos quadros 21 e 22, devem ser aplicados separadamente às redes de água fria e quente.

Quadro 21 – Coeficientes de simultaneidade para consumos nas derivações [3]

Coeficientes de simultaneidade para consumos nas derivações (aparelhos de uso público)													
Nº de aparelhos	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
Lavatórios	1,00	1,00	0,75	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Bacias de Retrete com depósito	1,00	0,67	0,50	0,40	0,37	0,37	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Bacias de Retrete com fluxómetro	0,50	0,33	0,30	0,25	0,25	0,25	0,20	0,20	0,20	0,16	0,15	0,15	0,15
Urinóis	1,00	0,67	0,50	0,40	0,37	0,37	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,20	0,20
Duches	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Quadro 22 - Coeficientes de simultaneidade para consumos nas colunas ou distribuidores [3]

Coeficientes de simultaneidade para consumos nas colunas ou distribuidores (aparelhos de uso público)										
Nº de grupos de aparelhos servidos	1	2	3	4	5	6	8	10	20	
Grupos incluindo bacias de retrete com depósito	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,64	0,55	0,50	
Grupos incluindo bacias de retrete com fluxómetros	1,00	0,80	0,65	0,55	0,50	0,44	0,35	0,27	0,20	
Nº de grupos de aparelhos servidos	30	40	50	75	100	150	200	500	1000	
Grupos incluindo bacias de retrete com depósito	0,43	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,27	0,25	
Grupos incluindo bacias de retrete com fluxómetros	0,14	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	

4.8.3. MÉTODO DO CÁLCULO DAS PROBABILIDADES

Embora este seja um método menos utilizado, sobretudo no que a edifícios não habitacionais diz respeito, este método introduz uma nova variável em relação ao anteriormente apresentado, o período de procura máxima, o que em determinadas situações pode tornar muito mais proveitoso o uso deste método.

Assim, a determinação do número de dispositivos de utilização em funcionamento simultâneo é feita através da teoria das probabilidades. Conhecida a quantidade de aparelhos a servir, obtém-se o número de aparelhos com probabilidade de entrarem em funcionamento simultâneo, considerando-se intervalos de tempo médios para um período de procura máxima diária, através da expressão:

$$\log\left(\frac{T}{t}\right)^{n-1} - \log\left(\frac{P}{T}\right) = \log C_n^N \quad (39)$$

Onde:

T – duração média dos intervalos entre cada duas utilizações (min)

t – duração média de descarga de uma utilização (min)

P – período de procura máxima (h)

n – número de dispositivos que poderão entrar em funcionamento

N – número de dispositivos instalados

O grande problema do uso deste método segundo Pedroso (2007) [2], centra-se na dificuldade em estabelecer valores coerentes com as realidades sociais dos diferentes países ou mesmo regiões para as grandezas P, T e t, o que levou praticamente ao abandono da aplicação deste método.

Ainda assim, Pedroso (2007) [2] apresenta um conjunto de valores que podem ser adoptados para as grandezas atrás referidas:

Quadro 23 - Valores das variáveis P, T e t [2]

Tipos de consumos		P (horas)	T (min)	t (min)
Edifícios de Habitação e Hóteis	Lavatórios, bidés e autoclismos	2	20	2
	Fluxómetros		20	2/60
	Banheiras		60	10
Escritórios e Fábricas	Lavatórios em fábricas (1 por cada 10 pessoas)	7 a 8	20	1
	Lavatórios em escritórios (1 por cada 20 pessoas)		10	1
	Autoclismos		20	8/60
	Fluxómetros		20	2

4.8.4. MÉTODO PRECONIZADO PELO REGULAMENTO PORTUGUÊS

O Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto, apresenta uma série de curvas, que tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, permitem a obtenção directa dos caudais de cálculo a partir dos caudais acumulados, para casos correntes de habitação, o que como é óbvio ultrapassa o âmbito deste

trabalho. Contudo, fica aqui a referência a este método e a mais um ponto no qual o Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto é omissivo em relação à tipologia de edifícios em estudo.

Assim, este método é apresentado no anexo V do Regulamento, embora esta admita no Art.º 91º outros critérios de determinação.

5

ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

5.1. INTRODUÇÃO

Só recentemente é que o Homem começou a reflectir seriamente sobre a evolução e destino da água no mundo, isto apesar de como é óbvio, a sobrevivência da espécie humana depender deste bem vital e natural.

Da totalidade de água existente na Terra, apenas 2,59% é água doce. Contudo, mais de 99% desta pequena minoria, estão inacessíveis ao consumo do Homem, quer por se encontrarem sob a forma de gelo nas regiões polares, ou em aquíferos muito profundos. A parte de água doce disponível, encontra-se dispersa pelos corpos dos animais, vegetais, rios e lagos [41].

A água potável é assim, um recurso cada vez mais escasso. Esta escassez tem vindo a ser agravada por diversos factores, entre os quais há a destacar o crescimento demográfico e o desenvolvimento económico, assim como a transformação dos hábitos de vida da população e o aumento das actividades industriais.

Um outro factor que tem agravado esta situação é o clima. Cada vez mais se nota o efeito das alterações climáticas, que levam à existência gradual de verões secos e invernos rigorosos. É de prever que em países como Portugal, estes períodos de fortes reduções de precipitação, possam a um curto espaço de tempo agravar o problema de escassez de água.

Como os níveis de precipitação variam muito num mesmo continente, aliado ao facto de a população não se distribuir de forma homogénea (havendo uma clara predominância para as populações se fixarem em zonas litorais), os níveis de água disponível “per capita” é muito diferente nas distintas regiões do planeta. Estes níveis de água disponível podem variar entre 1000 m³/ano “per capita” e os 50000 m³/ano “per capita” [41].

Nos últimos 50 anos o consumo global de água aumentou de 1060 Km³/ano para 4130 Km³/ano, sendo que no ultimo século, verificou-se um crescimento demográfico mundial de cerca de três vezes, ao passo que o consumo de água com as actividades humanas cresceu cerca de seis vezes [41].

Actualmente a humanidade já utiliza 50% da água doce disponível, sendo que em 2025 esta percentagem ascenderá a 75% [19].

As Nações Unidas prevêem que o crescimento populacional estabilize até ao ano de 2110, sendo que este crescimento verifica-se em larga maioria nos países em desenvolvimento, sendo também por isto de prever que sejam estes os países mais afectados com a escassez de água doce.

A serem mantidos os hábitos actuais, uma parte muito significativa da humanidade corre o serio risco de não dispor de água para satisfazer as suas necessidades básicas. Neste sentido, torna-se

indispensável a adopção de medidas nacionais, ou até mesmo a nível internacional, para fazer face a este previsível flagelo.

5.2. O CONCEITO DOS 4R

Ao nível dos resíduos é bem conhecido o chamado do princípio dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), enunciado no 5º Programa de Acção em Matéria de Ambiente da União Europeia.

No entanto, em relação à água para além da Redução dos consumos, da Reutilização da água e da sua Reciclagem, é importante considerar o Recurso a origens alternativas, sendo assim mais apropriado definir um princípio de 4R [19].

Os 4R mencionados devem servir de base para as políticas de uso sustentável da água. Assim, de acordo com Silva Afonso (2008), ao nível dos edifícios podem considerar-se intervenções a dois níveis essenciais, eficiência hídrica dos produtos e eficiência hídrica dos edifícios, como se esquematiza na figura 16.

Para além da redução dos consumos de água poder ser feita pelas vias económica e sociológica, também deverá ser garantida pela via técnica, através da eficiência dos dispositivos de utilização.

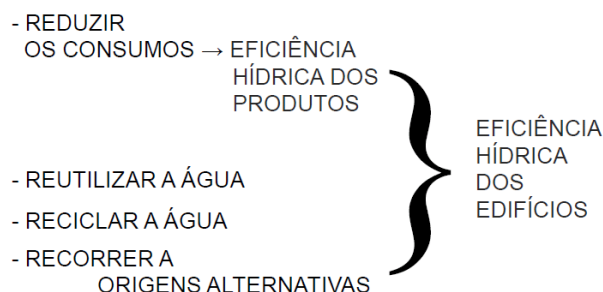


Fig.16 – Eficiência hídrica dos produtos e dos edifícios [19]

Assim, o primeiro passo para o uso sustentável da água nos edifícios deve passar pela eficiência hídrica dos produtos, que conjugada com intervenções ao nível da reutilização da água, da reciclagem e do recurso a origens alternativas, configura o nível de eficiência hídrica dos edifícios [19].

5.3. MEDIDAS PARA UM USO MAIS SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

5.3.1. GENERALIDADES

Como anteriormente referido, verifica-se a tendência para o consumo de água potável quer a nível nacional, mas também a nível internacional.

Como tal, torna-se indispensável tomar algumas medidas no sentido de diminuir ou até mesmo inverter esta tendência, tendo em conta a cada vez maior escassez da água.

Neste contexto, apresentar-se-ão de seguida algumas medidas que visem um uso mais sustentável da água na sua utilização.

5.3.2. CAMPANHAS DE CONSCIENCIALIZAÇÃO

Em Portugal, já se fizeram várias campanhas de sensibilização, algumas das quais com relativo sucesso, como a sensibilização dos aspectos relacionados com a reciclagem do lixo. Assim, também no caso do desperdício de água potável, adequava-se uma campanha semelhante, no sentido de consciencializar e motivar as populações para esta questão.

Para além destas campanhas que incentivam à redução do consumo e do desperdício de água, deverão ser tomadas medidas que visem incentivar a adopção de equipamentos que facilitem a redução do consumo, assim como a introdução de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reutilização de alguns tipos de águas residuais domésticas [5].

Nestes dois últimos casos, é necessário proceder à introdução de alguns requisitos regulamentares, no sentido de tornar viável a introdução nos edifícios de sistemas de distribuição de água não potável.

Pedroso (2009), sugere ainda um agravamento dos custos com a água potável, de forma a penalizar os casos em que os consumos verificados ultrapassem os níveis considerados indispensáveis para uma boa qualidade de vida e garantia da saúde pública.

5.3.3. REDUÇÃO DAS FUGAS DE ÁGUA

As fugas de água, quer quente, quer fria, são responsáveis por uma parte considerável das perdas verificadas nos sistemas prediais de distribuição de água. Estas fugas ocorrem em geral através dos dispositivos de utilização sobretudo devido à falta de estanqueidade nos elementos de obturação.

Assim, através das medidas de consciencialização anteriormente referidas, deve-se dar o devido destaque a este problema, quer enumerando as situações de falha de estanqueidade mais comuns, assim como a forma de as detectar e resolver.

No quadro 24 apresentam-se os valores do desperdício causado por alguns exemplos de fugas de água em torneiras ou autoclismos. Através destes valores pode-se facilmente constatar o quão importante será amenizar ou anular estas fugas, uma vez que estas representam valores relativamente elevados, o que se traduz não só num uso pouco eficiente da água, mas também como é óbvio num aumento dos custos com a água.

Quadro 24 – Perdas devido a fugas em torneiras/autoclismos [40]

Tipo de fuga	Desperdício de água (m ³ /mês)
Gota a gota	2
Fio de água de 2 mm	10
Fio de água de 6 mm	100

5.3.4. REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO

Como já anteriormente mencionado, de acordo com o DR 23/95, as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem-se situar entre os 50 e os 600 kPa. Intervalo este reduzido para valores entre 150 e 300 kPa, no sentido de aumentar o conforto e a qualidade dos sistemas prediais de abastecimento de água.

Reduzindo as pressões de serviço, por exemplo com recurso a redutores de pressão, será possível obter reduções do caudal de escoamento de valores consideráveis.

Além disto, com a redução dos níveis de pressão, a velocidade de escoamento decresce também, o que originará uma redução dos níveis de ruído assim como um menor desgaste das tubagens e equipamentos, levando a um aumento da durabilidade destes.

5.3.5. USO DE DISPOSITIVOS E UTILIZAÇÃO MAIS EFICIENTES

Uma medida que também poderá levar a um uso mais sustentável da água, reduzindo de forma considerável os consumos, é o recurso a dispositivos de utilização mais eficientes como autoclismos de menores volumes de descarga, autoclismos de dupla função, torneiras termostáticas para duches, chuveiros de caudal reduzido, torneiras com dispositivos de redução de caudal, etc.

Já no caso de máquinas de lavar louça ou roupa, a opção deverá recair sobre aquelas que utilizem um menor volume de água por lavagem.



Fig.17 – Exemplo de um chuveiro de caudal reduzido

5.3.6. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento das águas pluviais para fins domésticos e sanitários, com o recurso a um prévio armazenamento destas aquando da precipitação, pode representar uma grande redução de consumos de água potável, tendo em conta que os volumes de águas pluviais captados podem ascender a valores na ordem dos 50% destes consumos.

Para a implementação destes sistemas de armazenamento e distribuição das águas pluviais, torna-se indispensável avaliar os níveis médios de precipitação, a fim de avaliar as vantagens económicas e ambientais destes. O conhecimento dos níveis médios de precipitação, permitem quantificar os volumes de água da chuva passíveis de serem captados. A título de curiosidade, na figura 16 apresentam-se os níveis médios de precipitação anuais do ano 2000 ao ano 2009, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia, onde em comparação com os níveis normais registados entre 1971 e 2000, pode-se observar uma cada vez maior irregularidade dos índices de precipitação, o que de

certa forma pode tornar mais difícil avaliar as vantagens de uma futura implementação de sistemas de armazenamento e distribuição de águas pluviais.

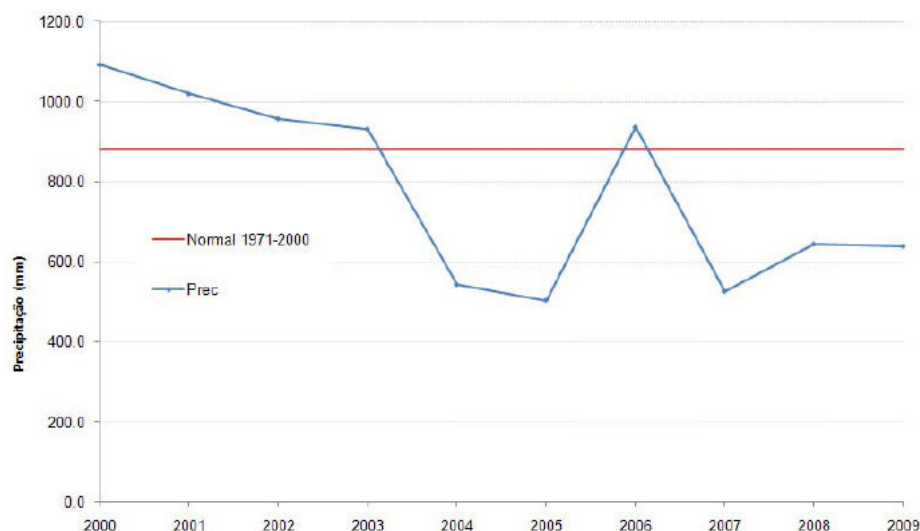


Fig.18 – Precipitação na década de 2000-2009 e comparação com a normal 1971-2000 [42]

O uso das águas pluviais deverá ser limitado, visto que estas águas são consideradas não potáveis. Assim, estas devem-se limitar ao abastecimento de sistemas de rega, sistemas de combate a incêndios, lavagem de pavimentos, descargas de autoclismos e lavagem de roupa.

Contudo, a nível de legislação, a adopção destes sistemas de distribuição levanta alguns problemas. O ponto 1 do Artigo 86º do DR 23/95 proíbe a existência nos edifícios de redes de distribuição de água não potável para alguns destes fins. Já o ponto 2 do mesmo artigo impõe que as redes de distribuição de água não potável e os respectivos dispositivos de utilização devem ser devidamente sinalizados.

5.3.7. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS PROVENIENTES DE BANHOS

Como no caso das águas pluviais, o aproveitamento das águas residuais domésticas provenientes de banhos ou actividades similares, após um tratamento adequado, poderá originar significativas reduções de consumos de água potável. Estas águas após o tratamento destinam-se a actividades como descargas de autoclismos, sistemas de rega e sistema de combate a incêndios.

Também como no caso das águas pluviais, a utilização destas em edifícios levanta alguns problemas de carácter regulamentar. Assim, justifica-se a elaboração de um estudo aprofundado que permita dar a conhecer os tratamentos a que estas águas se devem submeter para uma posterior segura utilização. Aqui também haverá lugar a um estudo e uma análise dos parâmetros a que estas águas deverão estar sujeitas como o bacteriológico, o aspecto e a capacidade de aderência.

5.4. O PREÇO DA ÁGUA

5.4.1. GENERALIDADES

O preço da água é equacionado tendo por base o seu custo de produção e as externalidades em função dos diferentes usos. A água é um bem homogéneo para o qual existe mais que um fornecedor e cujo preço estabelece-se a partir da internalização dos custos de carácter ambiental.

A forma de cálculo actual de tarifas de água baseia-se numa ampla gama de critérios, pelo que é comum a existência de facturas muito diferentes entre vários municípios. Uma solução para amenizar tais diferenças passa pela imposição de alguns critérios mínimos de uma entidade reguladora.

5.4.2. TARIFAS DE ÁGUA

A água custa dinheiro. Apesar de a água ser um bem natural, nem sempre se encontra à nossa disposição imediata. Existe a necessidade de a transportar dos locais onde esta se acumula, como debaixo da terra, rios e lagos, até aos locais de consumo. Então, para além de a transportar em longas canalizações e elevar com recurso a equipamentos mecânicos, existe a necessidade de a tratar para a tornar potável e para que não represente um perigo para a saúde pública.

A definição de um sistema tarifário adequado, pode servir assim se uma maneira de quantificar o preço da água, assim como pode ser uma medida eficaz na redução de desperdícios. No entanto, também a este nível a legislação nacional deixa muito a desejar, uma vez que não estabelece qualquer critério de cálculo de tarifas de água, sendo da responsabilidade das entidades camarárias a definição do preço a cobrar pela água.

O preço da água deve ser proporcional ao volume de água utilizado e ao volume de águas residuais produzido, de maneira a incentivar os consumidores a uma utilização mais eficiente da água. Contudo, na generalidade dos edifícios não habitacionais, o facto de não serem os consumidores que pagam directamente os custos associados ao abastecimento da água, tornam de certa forma irrelevante esta proporcionalidade.

É frequente a aplicação de tarifários diversos tendo em conta o tipo de utilizador seja este doméstico, industrial, comercial ou agrícola entre outros. No quadro 25 apresentam-se as tarifas de consumo em vigor a partir de dia 1 de Janeiro de 2010, da empresa Água do Porto, EM, variando de acordo com o tipo de utilizador, ou com o escalão de consumo. Pela análise do mesmo quadro, pode-se constatar que à medida que o escalão aumenta, a tarifa aumenta de igual forma.

Quadro 25 – Tarifas de consumo da empresa Águas do Porto, EM [45]

Tipo de utilizador	Escalão (m ³)	Tarifa (€/m ³)
Doméstico	0-5	0,2448
	6-15	0,3774
	16-20	0,6835
	>20	1,0507
Funcionário CMP/Águas do Porto		0,2448
Bairros		0,2448
Instituições		0,2448
Comércio e indústria	0-50	0,6121
	51-200	0,6733
	>200	0,7549
Hospitais		0,6121
Serviços Públicos		0,6121
Câmara/Juntas de Freguesia		0,6121
Organizações desportivas		0,2448
Piscinas Municipais		0,5917
Hospitais Particulares	0-50	0,6060
	51-200	0,6666
	>200	0,7474

Os valores observados para os preços e escalões variam de empresa para empresa, sendo em algumas comparações bastante desiguais, até porque por vezes o próprio método de cálculo das tarifas não é sempre o mesmo. Em algumas situações o preço médio corresponde ao preço do último m³ consumido e outras vezes corresponde à média ponderada do preço dos escalões.

6

CASO DE ESTUDO: HOTÉIS DA
CIDADE DO PORTO

6.1. INTRODUÇÃO

No sentido de fazer uma averiguação do acerto dos consumos globais adoptados no presente estudo para efeitos de comparação, e até para obter um certo contacto com a realidade, optou-se por analisar alguns hotéis da cidade do Porto, nomeadamente os seus consumos de água, dando assim uma parte mais prática a este trabalho.

Assim, optou-se por seleccionar entre a vasta gama de hotéis que a cidade do Porto dispõe, apenas alguns pois tratar os dados de todos tornar-se-ia demasiado moroso e inapropriado tomando em consideração os objectivos da presente dissertação. Nesta selecção, procurou-se incluir hotéis de referência da cidade, mas também hotéis com diferentes níveis de conforto, variando desde os luxuosos de cinco estrelas e os de conforto médio de três estrelas.

Importa então lembrar, que em 3.2.2., no quadro 5, adoptaram-se consumos globais médios de 500 e 1000 l/ (hóspede x dia) para os hotéis de conforto médio e de luxo respectivamente.

Desta forma, apresentam-se no quadro 26, os hotéis em análise, com o nível de conforto oferecidos de acordo com a sua classificação.

Quadro 26 – Hotéis analisados e respectiva classificação

Hotel	Nº de Estrelas
Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel	5
Hotel A	5
Hotel B	5
Hotel Vila Galé Porto	4
Hotel C	4
Hotel D	4
Hotel E	4
Hotel F	4
Hotel G	4
Hotel H	4
Hotel I	3
Hotel J	3
Hotel K	3
Hotel L	2

6.2. HOTÉIS EM ANÁLISE

6.2.1. POUSADA DO PORTO - FREIXO PALACE HOTEL [51]

Sendo actualmente um dos monumentos mais notáveis do barroco português, o Palácio do Freixo, da autoria do Arquitecto Nasoni, foi edificado em meados do séc. XVIII.

A Pousada do Porto preserva ainda hoje as fachadas principais dos seus edifícios, classificados como Monumento Nacional desde 1910. Esta Pousada é constituída por dois edifícios distintos que se encontram ligados: o do Palácio, onde se situa o restaurante, bar, salas de estar e salas de reuniões e o da antiga Fábrica de Moagens Harmonia, onde se encontram os quartos, alguns dos quais, com uma magnífica vista sobre o rio.

Desfrutando de excelentes condições, a Pousada do Porto é também uma excelente opção para a realização de eventos ou reuniões, para além das naturais actividades de lazer.



Fig.19 – Foto das fachadas dos dois edifícios da Pousada do Porto [51]

A Pousada dispõe de 87 quartos, que incluem 10 suites, das quais se destaca uma especial com vista sobre o rio Douro. No quadro seguinte resumem-se algumas das características da Pousada do Porto:

Quadro 27 – Capacidade da Pousada do Porto [51]

Nº de quartos	Nº de Suites	Capacidade Máxima da Pousada
87	10	174

6.2.2. HOTEL VILA GALÉ PORTO

O Hotel Vila Galé Porto situa-se no centro da cidade, a poucos metros da emblemática Rua de Santa Catarina. Para além dos seus 292 quartos, dos quais 19 são suites (ver quadro 36), este hotel também possui salas polivalentes ideais para a organização de eventos, congressos ou reuniões.

Inaugurado no ano de 1999, o Hotel Vila Galé Porto dispõe de um espaço de relaxamento e anti-stress, com o selo de qualidade da cadeia de Spas, SPA SATSANGA.

A melhor gastronomia regional pode ser experimentada no restaurante Paris Texas, dispondo o hotel também de um bar, o Soul and Blues.

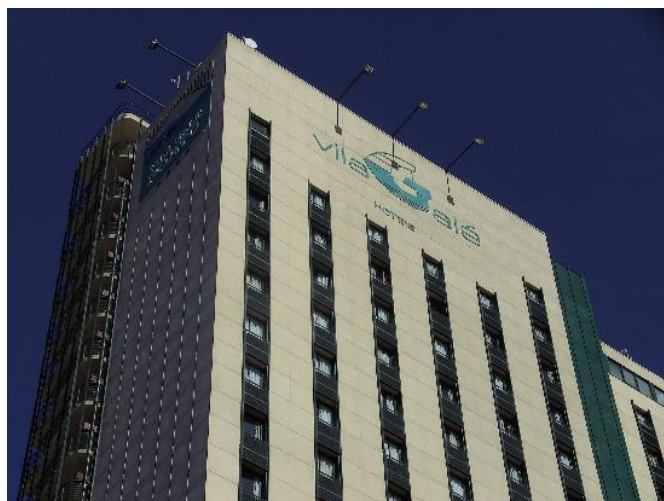


Fig.20 – Fachada do Hotel Vila Galé Porto

No quadro 28 apresenta-se a capacidade do Hotel Vila Galé Porto, sendo que para além do SPA, o hotel disponibiliza outros serviços, como sala de jogos, garagem e parque de estacionamento.

Quadro 28 – Capacidade do Hotel Vila Galé Porto [52]

Nº de quartos	Nº Suites	Capacidade Máxima do Hotel
292	19	584

6.3. CONSUMOS DOS HOTÉIS

6.3.1. CONSUMOS MÉDIOS MENSAIS

Através de dados solicitados à empresa Águas do Porto, EM e prontamente solicitados por esta, obtiveram-se os consumos médios mensais dos hotéis em análise no ano de 2009 e no ano corrente de 2010 até à data.

Importa aqui salientar que os valores correspondentes sobretudo aos consumos mensais, como mais adiante se verá, são em muitos meses obtidos com base em estimativas, por diversas razões como por exemplo avarias dos contadores. Este facto obviamente poderá adulterar a evolução dos consumos pelas diferentes épocas do ano assim como das capitações para estas mesmas épocas. Contudo, a maioria dos resultados são obtidos pela própria empresa, compensando eventuais erros por excesso ou por defeito obtidos em meses anteriores onde o volume consumido havia sido quantificado com base em estimativas. Assim, os pequenos erros que afectarão os consumos mensais, serão mínimos no caso dos consumos médios mensais, uma vez que durante o período de um ano, apesar de por vezes ocorrerem vários meses em que o consumo é obtido por estimativa, são sempre realizados acertos, o que não influenciará a média anual.

No quadro 29 apresentam-se então os consumos médios mensais dos hotéis em análise do ano de 2009 e do corrente ano de 2010 até ao mês de Maio ou Abril em alguns casos. No mesmo quadro faz-se ainda referência à data de instalação do contador actual de cada hotel, assim como a data da última leitura efectuada pela empresa Águas do Porto, EM.

Quadro 29 – Consumo médios mensais de 2009 e 2010. Fonte: Águas do Porto, EM

Hotel	Nº de Estrelas	Data de instalação do contador	Data da última leitura	Consumo Médio 2009 (m ³)	Consumo Médio 2010 (m ³)
Hotel A	5	06-Mai-08	20-04-2010	2739,1	3800,5
Hotel Vila Galé Porto	4	09-Set-09	09-04-2010	1873,5	1753
Hotel B	5	04-Jun-05	20-04-2010	1822,3	1460
Hotel E	4	28-Jan-09	27-04-2010	1443,6	1238,8
Hotel I	3	15-Jan-09	27-04-2010	1316,6	1286,8
Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel	5	28-Jan-06	06-05-2010	1337,3	858
Hotel G	4	26-Jul-05	16-04-2010	1209,1	978,8
Hotel F	4	15-Abr-03	28-04-2010	993,7	888
Hotel H	4	18-Mar-05	21-04-2010	897,8	703,8
Hotel J	3	20-Out-08	13-04-2010	592,3	664,6
Hotel L	2	21-Abr-05	06-05-2010	595,1	454,4
Hotel C	4	21-Nov-05	30-04-2010	525,9	472,6
Hotel D	4	02-Abr-05	13-04-2010	490,8	430,5
Hotel K	3	31-Out-08	29-04-2010	440,9	420,8

Analisando o quadro 29 podem-se retirar de imediato duas grandes evidências em relação aos consumos médios mensais.

A primeira das quais resulta da relação consumos médios / classificação do hotel. Isto é, à medida que aumenta o conforto e a qualidade do hotel (aumenta o número de estrelas), os consumos médios mensais também aumentam, salvo algumas exceções, como o Hotel I ou a Pousada do Porto. Importa ainda salientar, que um outro factor muito importante para a obtenção dos consumos apresentados será a taxa de ocupação dos hotéis assim como as próprias dimensões e capacidade destes. Nesse sentido, apresenta-se no quadro 30 uma lista resumo do que já foi anteriormente apresentado ao nível do número de quartos que cada hotel dispõe.

Quadro 30 – Número de quartos dos hotéis analisados

Hotel	Nº de Quartos	Hotel	Nº de Quartos
Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel	87	Hotel Vila Galé Porto	292
Hotel A	266	Hotel G	149
Hotel B	232	Hotel H	128
Hotel C	109	Hotel I	197
Hotel D	89	Hotel J	206
Hotel E	148	Hotel K	45
Hotel F	150	Hotel L	100

Analisando o número de quartos de cada hotel, perceber-se-á a que o Hotel I apresenta consumos mais elevados que outros hotéis de classificação superior como o Hotel F ou o Hotel H, pois também é um hotel de maiores dimensões, assim como a Pousada do Porto é o edifício de menores dimensões entre os analisados, pelo que era previsível apresentar menores consumos de água.

Para além das dimensões dos hotéis e das suas classificações um outro factor directamente ligado aos consumos médios será a taxa de ocupação. A este nível, mais adiante aprofundar-se-á um pouco mais este tema mas apenas no caso de alguns hotéis, já que incompreensivelmente a maioria dos hotéis solicitados não facultou estes dados alegando uma confidencialidade inexplicável.

Voltando à análise do quadro 29, a segunda grande ilação a retirar deste prende-se com uma redução generalizada de consumos médios mensais do ano de 2009 para o ano de 2010. Apenas o Hotel A e o Hotel J fogem à regra verificando-se nestes aumentos até consideráveis, de cerca de 38% no Hotel A e de 12% no Hotel J. Todavia a grande maioria dos hotéis analisados apresenta reduções de consumo, destacando-se a Pousada do Porto e o Hotel L com uma redução na ordem dos 36% e 24% respectivamente.

Também aqui, a taxa de ocupação deverá ser o factor determinante para estas variações. No entanto, face ao período de apenas um ano e meio sensivelmente analisado, e tomando em linha de conta que a situação económica e financeira a nível nacional e mundial se manteve relativamente estável neste período, não são de prever grandes variações das taxas de ocupação dos hotéis. Assim, o tema da sustentabilidade apresentado no anterior capítulo ganha maior força na implicação da redução dos consumos médios. No entanto só seria possível esclarecer este ponto com a análise das taxas de ocupação, que como já referido foram impossíveis de conhecer para a grande parte dos hotéis em análise.

6.3.2. CONSUMOS MENSAIS

No anexo A apresentam-se os consumos mensais dos hotéis em análise no ano de 2009 e no ano corrente de 2010. Como já mencionado, estes valores foram fornecidos pela empresa Águas do Porto, EM, e em alguns meses foram obtidos por estimativas. No entanto, na maioria das situações os valores foram obtidos pela empresa, sendo ainda algumas vezes obtidos pelo próprio cliente, ou seja, o hotel em causa.

De referir que como esperado, os maiores consumos verificam-se em média nos meses de Agosto, Setembro e Outubro. No entanto, até por força das estimativas realizadas em alguns meses, esta regra não se estende a todos os hotéis.

Também não existe um grande aumento do consumo de água dos meses frios para os quentes, havendo inclusive hotéis em que o consumo até é mais elevado nos meses frios. Isto pode-se justificar com o facto de os hotéis nesta situação possuírem piscinas, jacuzzis ou SPA, para além da água consumida com o aquecimento, uma vez que tratando-se de hotéis de conforto elevado, esta fonte de consumo de água deverá ser responsável por uma parte significativa do consumo total.

6.4. CAPITAÇÕES DOS HOTÉIS

6.4.1. TAXAS DE OCUPAÇÃO

Obtidos os consumos mensais dos hotéis em análise, e já dispondo das capacidades de cada um, torna-se indispensável o conhecimento das taxas de ocupação dos hotéis no período de tempo em questão, para através destas variáveis determinarem-se as capitações de cada hotel, para uma posterior comparação com os valores teóricos obtidos em 3.2.2.

Nesse sentido, foi solicitado a cada um dos hotéis a disponibilização destas taxas de ocupação, no entanto, salvo raras excepções, a resposta por parte destes foi sempre negativa, alegando sempre uma confidencialidade inexplicável tratando-se este de um trabalho meramente académico.

6.4.1.1. Hotel Vila Galé Porto

Um dos hotéis que prontamente facultou as suas taxas de ocupação no período de tempo em análise foi o Hotel Vila Galé. Estas taxas de ocupação são apresentadas no quadro 31.

Quadro 31 – Taxas de ocupação do Hotel Vila Galé

Ano	Mês	Taxa de Ocupação (%)
2009	Janeiro	28,1
2009	Fevereiro	36,3
2009	Março	44,6
2009	Abril	68,3
2009	Maio	76,9
2009	Junho	62,6
2009	Julho	58,2
2009	Agosto	80,9
2009	Setembro	87,1
2009	Outubro	75,5
2009	Novembro	47,4
2009	Dezembro	36,9
2010	Janeiro	28,8
2010	Fevereiro	37,8
2010	Março	48,5
2010	Abril	57,4
2010	Maio	79,8

Para uma melhor percepção da distribuição destas taxas de ocupação pelos diferentes meses e épocas do ano, apresenta-se na figura 34 um gráfico com a evolução das taxas de ocupação e comparação entre o ano de 2009 e 2010.

Neste pode-se vislumbrar que em 2009, os meses com maior taxa de ocupação são Agosto, Setembro, ou seja na altura do Verão. No inverno, os meses de Dezembro e Janeiro que até incluem as festas de passagem de ano, são os que apresentam uma taxa de ocupação menor.

Comparando o ano de 2009 com o de 2010, observa-se que há excepção do mês de Abril, em todos os restantes meses a taxa de ocupação aumenta ligeiramente. De notar ainda que o grande aumento registado de Abril para Maio de 2010, se deve em parte ao facto das várias actividades públicas desenvolvidas na cidade do Porto neste mês.

Analisando estas taxas de ocupação a nível de médias anuais, verifica-se uma queda dos 58,6% em 2009 para os 50,5% em 2010, redução esta influenciada apenas pelo mês de Abril.

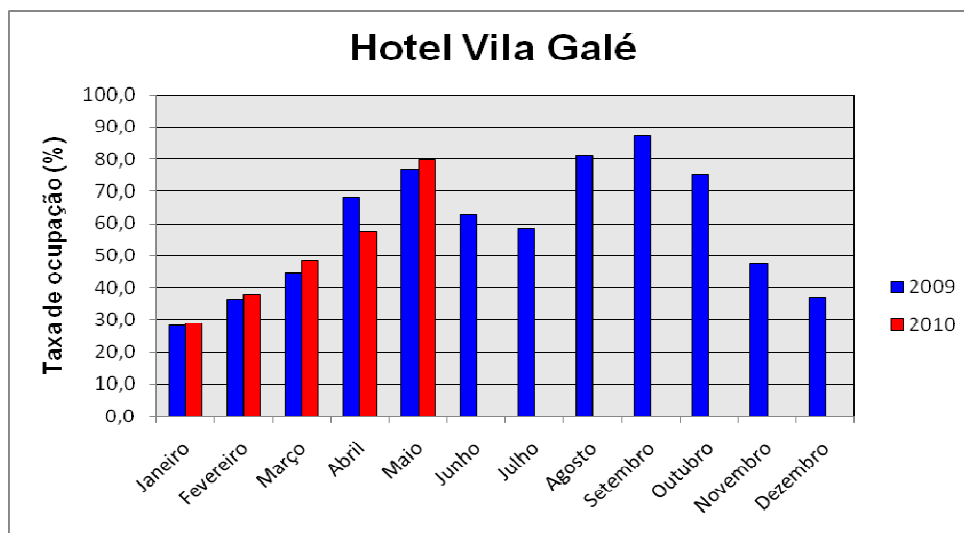


Fig.21 – Evolução das taxas de ocupação do Hotel Vila Galé

6.4.1.2. Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel

A Pousada do Porto também facultou as suas taxas de ocupação. No entanto, uma vez que a actual gerência apenas tomou posse em Outubro de 2009, só dispõe das taxas de ocupação a partir deste mês. Estas taxas de ocupação são apresentadas no quadro 32 e na figura 35, sendo que foram fornecidas as taxas de ocupação até Maio de 2010, mas como só se conheciam os consumos até Março, as taxas de Abril e Maio foram descartadas para o presente estudo.

Quadro 32 – Taxas de ocupação da Pousada do Porto

Mês	Taxa de Ocupação (%)
Out-09	58,06
Nov-09	33,22
Dez-09	42,34
Jan-10	30,22
Fev-10	36,54
Mar-10	46,53

Analisando as taxas de ocupação da Pousada do Porto, é perceptível a tendência de crescimento destas do início do ano em diante. Observa-se uma descida desde Outubro até Janeiro, seguindo-se uma gradual subida que se estende até aos meses de Abril e Maio.

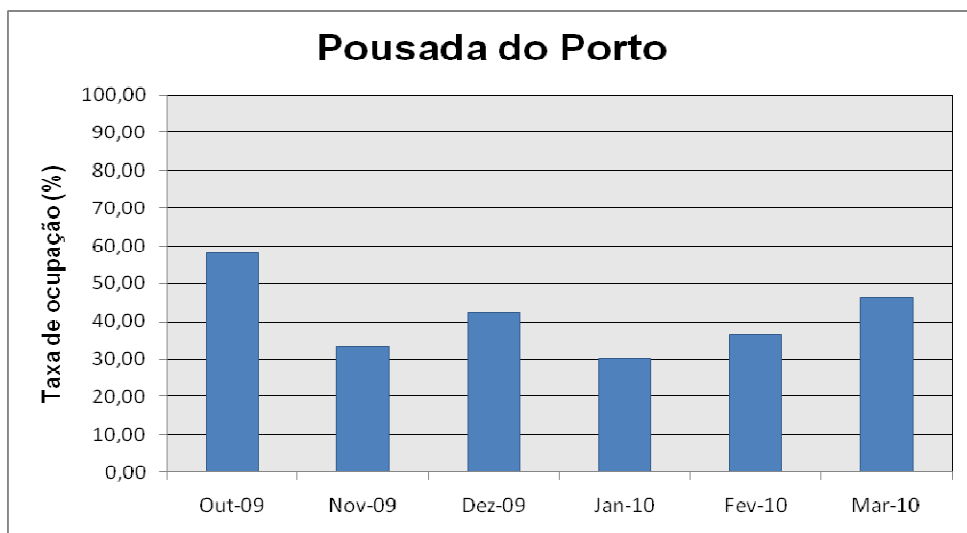


Fig.22 – Evolução das taxas de ocupação da Pousada do Porto

6.4.2. CAPITAÇÕES

Conhecidos os consumos mensais, as capacidades e as taxas de ocupação, estamos em condições de obter as capitações através da seguinte expressão:

$$Cap = \frac{C}{h \times t} \quad (40)$$

onde:

Cap – capitação (l/hóspede/dia)

h – capacidade máxima de hóspedes

t – taxa de ocupação

6.4.2.1. Hotel Vila Galé Porto

Relativamente ao Hotel Vila Galé, este possui um total de 292 quartos e uma capacidade máxima de 584 hóspedes sendo um hotel de 4 estrelas. No quadro 33 apresentam-se os consumos mensais do Hotel Vila Galé, assim como as capitações por mês e por dia.

Analisando então os valores para a capitação (l/hóspede/dia), verifica-se que apenas no mês de Janeiro de 2010 o valor dos 500 l/hóspede/dia sugerido em 3.2.2. é ultrapassado, e sendo que não se conhece o histórico anterior a esta data, este valor dos consumos pode resultar de acertos de consumos efectuados. Considerando então o Hotel Vila Galé um hotel de categoria média-alta, e tomando-se em consideração a capitação média, que se situa nos 217,37 l/hóspede/dia, conclui-se que ao dimensionar um hotel desta categoria com os 500 l/hóspede/dia obtidos está-se plenamente do lado da segurança.

Quadro 33 – Capitações do Hotel Vila Galé

Ano	Mês	Consumo (m ³)	Taxa de Ocupação (%)	Capitação (l/hóspede/mês)	Capitação (l/hóspede/dia)
2009	Janeiro	3132	28,1	19085,46	636,18
2009	Fevereiro	2500	36,3	11792,90	393,10
2009	Março	2250	44,6	8638,43	287,95
2009	Abril	2500	68,3	6267,67	208,92
2009	Maio	965	76,9	2148,76	71,63
2009	Junho	2570	62,6	7029,85	234,33
2009	Julho	2569	58,2	7558,37	251,95
2009	Agosto	487	80,9	1030,78	34,36
2009	Setembro	0	87,1	0,00	0,00
2009	Outubro	1275	75,5	2891,68	96,39
2009	Novembro	2419	47,4	8738,66	291,29
2009	Dezembro	1815	36,9	8422,43	280,75
2010	Janeiro	1398	28,8	8311,93	277,06
2010	Fevereiro	1419	37,8	6428,03	214,27
2010	Março	1665	48,5	5878,41	195,95
2010	Abril	2186	57,4	6521,17	217,37
2010	Maio	2097	79,8	4499,69	149,99

Na figura 35 apresenta-se um gráfico com a evolução destas capitações ao longo do ano, e onde se nota um elevar destas nos meses de início e final de ano, assim como uma forte tendência para o equilíbrio dos valores das capitações do ano de 2009 para 2010, ao contrário da disparidade de valores referentes ao ano de 2009.

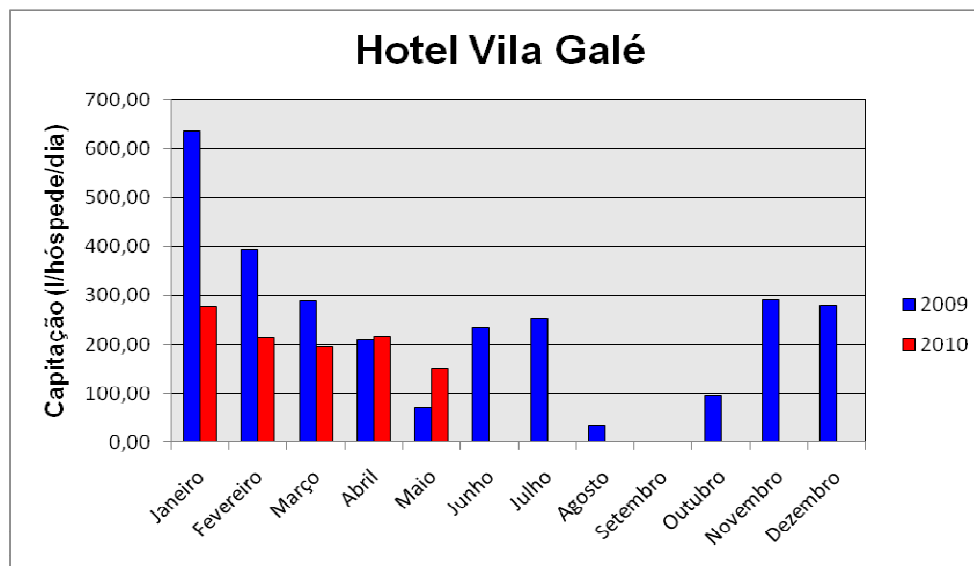


Fig.23 – Evolução das Capitações do Hotel Vila Galé

6.4.2.2. Pousada do Porto - Freixo Palace Hotel

A Pousada do Porto está classificada como um hotel de luxo (5 estrelas). Para o dimensionamento de redes de abastecimento de água destes tipos de hotéis, sugere-se em 3.2.2. uma capitação de 1000 l/hóspede/dia. A Pousada do Porto dispõe de 87 quartos, pelo que considerando uma capacidade média de duas pessoas por quarto resulta numa capacidade máxima de 174 pessoas.

No quadro 34 e na figura 37, apresentam-se os valores das capitações da Pousada do Porto nos meses anteriormente referidos.

Quadro 34 – Capitações da Pousada do Porto

Mês	Consumo (m ³)	Taxa de Ocupação (%)	Capitação (l/hóspede/mês)	Capitação (l/hóspede/dia)
Out-09	3814	58,06	18876,63	629,22
Nov-09	2887	33,22	24972,84	832,43
Dez-09	2990	42,34	20292,76	676,43
Jan-10	1592	30,22	15138,03	504,60
Fev-10	796	36,54	6259,87	208,66
Mar-10	186	46,53	1148,68	38,29

Analisando os valores obtidos, constata-se que um dimensionamento efectuado pelo valor sugerido em 3.2.2., para hotéis luxuosos como a Pousada do Porto, é efectuado pelo lado da segurança. De referir ainda que os valores das capitações dos meses de Fevereiro e Março não são de todo fiáveis, uma vez que nesses meses se procedeu a acertos de facturação dos consumos de água.

A média das capitações de Outubro a Janeiro é de 652,82 l/hóspede/dia inferior aos 1000 l/hóspede/dia e superior aos 500 l/hóspede/dia sugeridos para hotéis de gama média de luxo como o Hotel Vila Galé.

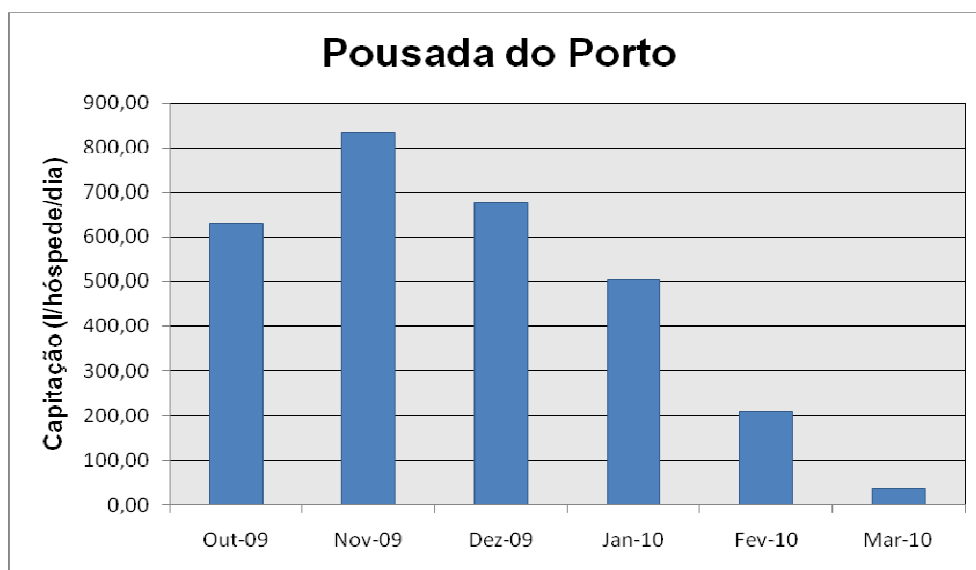


Fig.24 – Evolução das Capitações da Pousada do Porto

6.5. TAXAS DE OCUPAÇÃO NOS HOTÉIS DO GRANDE PORTO E NORTE DE PORTUGAL

6.5.1. GENERALIDADES

Como a dificuldade em obter as taxas de ocupação dos hotéis em análise representou um forte entrave à obtenção de conclusões acerca das variações dos consumos de água nestes mesmos hotéis, optou-se por fazer um levantamento das taxas de ocupação dos hotéis da zona norte de Portugal e no Grande Porto, uma vez que estas encontram-se acessíveis junto do Turismo de Portugal e da Associação da Hotelaria de Portugal (AHP).

6.5.2. EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE OCUPAÇÃO NO NORTE DE PORTUGAL NO PERÍODO 2000-2008

No quadro 35, apresenta-se a evolução das taxas de ocupação no intervalo de 2000 a 2008, tentando-se assim ter uma idéia do sentido que estas levam.

Quadro 35 – Evolução das taxas de ocupação no período 200-2008 [54]

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Taxa de Ocupação (%)	52.9	52.8	48.4	44.4	46.2	45.7	49.7	50.6	49.6

Para uma melhor percepção destes valores, apresenta-se na figura 36 um gráfico que trata a evolução das taxas de ocupação.

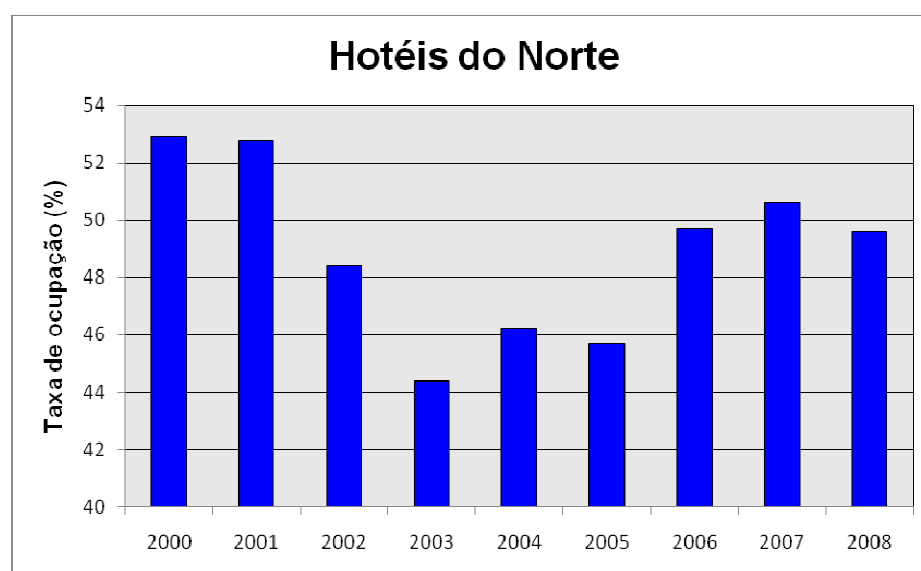


Fig.25 – Evolução das taxas de ocupação no período 200-2008 [54]

Através da figura 35 constata-se que a taxa de ocupação média dos edifícios hoteleiros da região Norte de Portugal (grande parte concentra-se no distrito do Porto), do ano 2000 para o ano 2003 sofreu uma forte queda próxima dos 20%, sendo que a partir deste ano apresentou gradualmente aumentos.

6.5.3. TAXAS DE OCUPAÇÃO NO PERÍODO EM ANÁLISE NO GRANDE PORTO

No quadro 36 apresentam-se as taxas de ocupação mensais no Grande Porto no período de tempo em análise.

Quadro 36 – Taxas de ocupação no Grande Porto no período de tempo em análise [55]

Ano	Mês	Taxa de ocupação (%)
2009	Janeiro	45,90
2009	Fevereiro	46,48
2009	Março	49,55
2009	Abril	62,50
2009	Maio	65,40
2009	Junho	60,70
2009	Julho	69,27
2009	Agosto	76,47
2009	Setembro	83,67
2009	Outubro	70,87
2009	Novembro	52,35
2009	Dezembro	41,81
2010	Janeiro	40,94
2010	Fevereiro	48,75
2010	Março	56,17
2010	Abril	62,47

No sentido de interpretar melhor estes valores, e de comparar estas mesmas taxas para as mesmas alturas de cada ano, apresenta-se na figura 36, um gráfico que traduz estas evoluções.

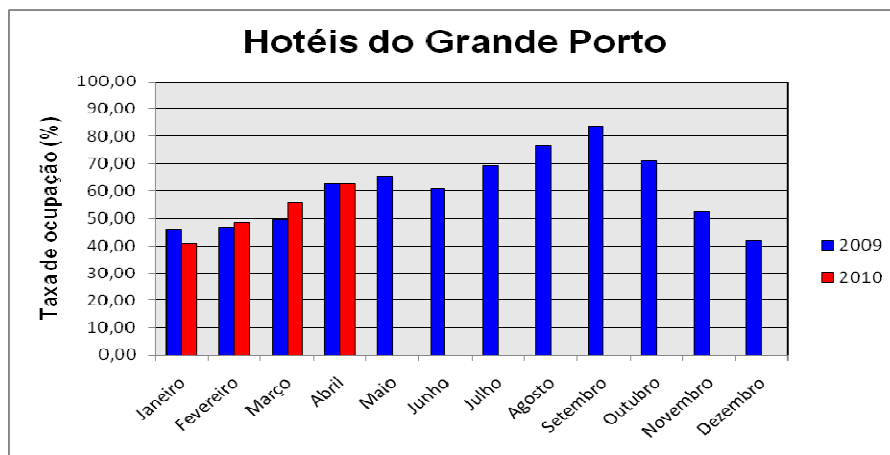


Fig.26 – Evolução das taxas de ocupação no Grande Porto no período de tempo em análise [55]

As taxas de ocupação variam de forma semelhante às taxas de ocupação verificadas no Hotel Vila Galé, crescendo estas do início do ano até ao Verão, em Setembro, decrescendo posteriormente até ao final do ano. Nota-se também uma semelhança das taxas de ocupação entre 2009 e 2010.

7

CONCLUSÕES

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

Uma das primeiras ilações obtidas no desenvolver do presente estudo, prende-se com a elevada escassez de legislação nacional aplicável a este tema. Em parte a legislação Portuguesa referente a instalações prediais resume-se ao Decreto Regulamentar 23/95, o qual como se verificou, praticamente não se refere em nenhum dos seus vários capítulos ao caso dos edifícios não habitacionais. Contudo esta omissão estende-se além fronteiras, visto que nos países estudados a situação não se altera de sobremaneira.

A este ponto, e tomando em linha de conta a extrema importância que dotar este tipo de edificação de mais e melhor legislação pode significar, ao nível de economia de água e custos associados ao consumo de água, torna-se de todo conveniente, que os diferentes países analisados, Portugal incluído obviamente, revejam a legislação existente e a reformulem tendo em linha de conta que este tipo de edificação é por norma um grande consumidor de água, muitos dos quais edifícios públicos, que implicarão encargos acrescidos para as respectivas instituições públicas.

Ao nível da evolução da construção de edifícios não habitacionais, conclui-se que nos últimos meses tem ocorrido um forte abrandamento no sector dos edifícios não habitacionais públicos, que aliada à depressão verificada no sector dos edifícios não habitacionais privados nos últimos três anos torna este, um sector da construção civil com tendência a estagnar ao nível da construção de novas edificações.

Em relação aos consumos globais referentes aos edifícios não habitacionais, há a referir a tendência para suavizar ou mesmo inverter a evolução destes consumos. Se até sensivelmente ao término do século passado registaram-se grandes aumentos dos consumos globais médios nos diferentes edifícios não habitacionais analisados, constata-se que na última década este tendência de aumento diminuiu, chegando mesmo a inverter-se em alguns tipos de edifícios não habitacionais, de acordo com alguma bibliografia pesquisada. Em relação à bibliografia pesquisada no âmbito dos consumos globais dos edifícios não habitacionais, há a destacar a relativa uniformidade de valores sugeridos para os diversos edifícios, sendo que as maiores variações também ocorriam quando o intervalo temporal entre a bibliografia era elevado. Por esta razão, optou-se por redigir uma tabela com a média dos consumos globais sugeridos por quatro obras, cujas datas de publicação distavam no máximo de 10 anos (1997-2007).

Relativamente ao consumo de água quente, este já não é um tema que apresente um gama tão rica de estudos. Contudo, de acordo com alguns gráficos apresentados (Fig.5), é possível analisar os níveis de consumo de água quente ao nível da influência do dia da semana e da estação do ano. Em relação a esta última, como seria de esperar, é na altura quente do ano (Verão), nomeadamente nos meses de Julho, Agosto e Setembro, que os consumos são mais reduzidos, sendo naturalmente no Inverno, nos

meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro que este consumo aumenta. Já em relação aos dias da semana, é à quarta-feira que se registam os maiores consumos, seguindo-se o domingo. Há a destacar aqui dois picos de consumo. Um mais elevado de manhã até à hora de almoço (máximo 10 horas), e um outro mais baixo na hora do jantar (19 horas).

Como se constatou, o aquecimento da água é efectuado com o recurso a uma fonte de aquecimento. De entre as hipóteses apresentadas, conclui-se que aquela que mais se adapta às exigências de conforto e qualidade requeridas pelos edifícios não habitacionais serão as bombas de calor, quer funcionando como fontes de aquecimento principal, quer como sistema de aquecimento auxiliar de outros equipamentos, acautelando eventuais falhas.

O consumo de água nos edifícios não habitacionais divide-se por diferentes áreas de consumo. O consumo doméstico é aquele que requer por larga margem, uma maior quantidade de água, no caso dos tipos de edifícios não habitacionais analisados mais pormenorizadamente neste sentido (edifícios de saúde, comerciais, hotéis e escolas). De resto há ainda a salientar, que em todos os tipos de edifícios, o aquecimento e o ar condicionado surgem como áreas de consumo de água que consomem percentagens consideráveis de água.

Como referido, o estabelecimento de simultaneidades é um obstáculo ao correcto dimensionamento dos sistemas prediais de abastecimento de água, sobressaindo ainda mais no caso de edifícios não habitacionais. Assim, apresentam-se três diferentes métodos de estabelecer simultaneidades, sendo que aquele que surge como mais viável e de mais fácil aplicação para o caso dos edifícios não habitacionais, será o Método do Coeficiente de Simultaneidade.

Para permitir um uso mais sustentável da água, de todas as medidas apresentadas para conduzirem a um uso mais sustentável da água, há a destacar as campanhas de sensibilização, uma vez que no caso dos edifícios não habitacionais, o facto de os utilizadores não suportarem directamente os custos relacionados com o consumo de água, leva a um desperdício por parte destes. Mais que qualquer outra medida técnica, estas campanhas podem incentivar a uma forte redução de consumos de água, que implicará necessariamente um redução de custos a esta associados.

7.2. CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO

Relativamente ao caso de estudo, em que se analisou um tipo de edifícios não habitacionais em específico, os edifícios hoteleiros, foi possível retirar algumas conclusões significativas.

A primeira das quais e porventura a mais óbvia, relaciona-se com os principais factores que influenciam os consumos de água nos hotéis, que são, não necessariamente por esta ordem:

- Classificação do hotel;
- Dimensões do hotel;
- Capacidade do hotel;
- Taxas de ocupação.

Foi possível observar, que salvo raras excepções, que os consumos de água tendem a aumentar à medida que a classificação do hotel melhora. Isto é, um hotel de 5 estrelas, em condições normais apresenta consumos de água superiores a um hotel de 3 estrelas, se os restantes factores não forem muito díspares.

Relativamente às dimensões dos hotéis e as suas respectivas capacidades, como seria de esperar, quanto maior o hotel e quanto maior for a sua capacidade, maior será a tendência para apresentar consumos de água mais elevados. Por vezes, as dimensões do hotel sobrepõem-se às classificações no que respeita ao consumo de água. Por exemplo, o Hotel I, está classificado com 3 estrelas, e apresenta consumos de água significativamente superiores a hotéis de 4 estrelas como o C. Comparando o número de quartos, constata-se que o Hotel I possui quase uma centena de quartos a mais que o Hotel C.

Quanto às taxas de ocupação, não foi possível retirar grandes ilações com o presente estudo, devido à grande inflexibilidade demonstrada pelas administrações da maioria dos hotéis, não facultando estas taxas. Contudo, logicamente que quanto maiores forem as taxas de ocupação, maiores serão os consumos de água.

Resumindo, os consumos de água nos hotéis dependem em muito da combinação destes factores enumerados.

Ainda no que se refere aos consumos médios mensais de água dos hotéis em análise, constata-se uma grande tendência, para a diminuição destes consumos do ano 2009 para o ano 2010. Contudo, só poder-se-iam conhecer os motivos exactos para esta redução no caso de se conhecerem as variações das taxas de ocupação para este período. Pelos hotéis em que foi possível obter estas taxas de ocupação, não se notam grandes variações, pelo que apesar de influenciarem estas diminuições de consumos, tudo leva a crer que não sejam o único motivo. Assim, é de prever que a questão da sustentabilidade e de um uso mais eficiente da água, aspecto cada vez mais promovido pelas administrações dos hotéis, também represente um motivo válido para as diminuições de consumos de água verificados.

Analisando as taxas de ocupação, do Hotel Vila Galé, que com a Pousada do Porto foram os únicos a facultarem as taxas de ocupação mensais, é possível constatar que estas variam de uma forma quase uniforme, crescendo desde o início do ano até ao Verão, atingindo o pico no mês de Setembro, diminuído posteriormente até ao fim do ano. Esta tendência é confirmada pelas taxas de ocupação médias dos hotéis do Grande Porto. Já as capitações, variam de forma inversa, isto é, são máximas no início e no final do ano, sendo mínimas na altura do Verão.

Observando os consumos mensais dos hotéis analisados, nota-se que em média os meses que apresentam maiores consumos são os meses de Verão, principalmente Agosto e Setembro, o que se pode justificar pelas maiores taxas de ocupação verificadas nesta altura.

Comparando as taxas de ocupação com os consumos mensais, verifica-se a existência de uma proporcionalidade na evolução de ambos parâmetros, isto é, à medida que aumentam as taxas de ocupação, aumentam os consumos, o que seria previsível. Confirma-se assim, que as taxas de ocupação, são um factor que em muito influencia os consumos de água em hotéis.

Analisando então os valores para a capitação (l/hóspede/dia) do Hotel Vila Galé, verifica-se que apenas no mês de Janeiro de 2010 o valor dos 500 l/hóspede/dia obtido no presente estudo é ultrapassado, e sendo que não se conhece o histórico anterior a esta data, este valor dos consumos pode resultar de acertos de consumos efectuados. Considerando então o Hotel Vila Galé um hotel de categoria média-alta, e tomando-se em consideração a capitação média, que se situa nos 217,37 l/hóspede/dia, conclui-se que ao dimensionar um hotel desta categoria com os 500 l/hóspede/dia obtidos está-se plenamente do lado da segurança.

Por sua vez, a captação média da Pousada do Porto situa-se nos 652,82 l/hóspede/dia (excluindo os valores dos meses de Fevereiro e Março de 2010), valor inferior aos 1000 l/hóspede/dia sugerido no presente estudo para hotéis de luxo.

Em suma, pelos casos de estudo, apesar das dificuldades encontradas em obter as taxas de ocupação dos hotéis em análise, assim como o facto de por vezes os consumos de água serem obtidos com base em estimativas, conclui-se que os valores dos consumos globais sugeridos para os diversos tipos de edifícios não habitacionais são viáveis e estão plenamente pelo lado da segurança.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Silva Afonso, A. *Contributos para o Dimensionamento de Redes de Água em Edifícios Especiais. Aplicação de Modelos Matemáticos*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- [2] Pedroso, V.M.R. *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. LNEC, Lisboa, 2007.
- [3] CURSO DE PROMOÇÃO PROFISSIONAL 508. *Instalações de Águas e Esgotos em Edifícios, Volume I*. LNEC, Lisboa, Março de 1977.
- [4] Leis, Decretos, etc. *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto - Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto)*. Lisboa, 1995.
- [5] Pedroso, V.M.R. *Medidas para um Uso mais Eficiente da Água nos Edifícios*. LNEC, Lisboa, 2009.
- [6] Magalhães, F. *Uso Eficiente da Água. Oportunidades de Uso Eficiente da Água na Cidade do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2003.
- [7] Tomaz, P. *Previsão de Consumo de Água: Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos*. Navegar Editora, São Paulo, 1999.
- [8] Silva Afonso, A. *Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos, Anotado e Comentado*. Casa do Castelo Editora, Coimbra, Fevereiro de 1997.
- [9] Lima, L.C. *Uso Doméstico da Água em Hospitais: Estudo de Caso do Hospital das Clínicas da UNICAMP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- [10] Pedroso, L.P. *Estudo das Variáveis Determinantes no Consumo de Água em Escolas: O Caso das Unidades Municipais de Campinas, São Paulo*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- [11] Ywashima, L.A. *Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras nos Pontos de Consumo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- [12] Pedroso, L.P., Ilha, M., Gonçalves, O., Amorim, S. *Considerações Sobre o Comportamento do Consumo de Água em Escolas. Estudo de Caso da Rede Municipal de Ensino de Campinas*. IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de Maio de 2005, 12 p, UFG, Goiânia, Goiás.
- [13] Lima, L.C., Ilha, M., Santos, A.P., Veríssimo, K. *Avaliação do Comportamento dos Usuários em Relação ao Uso de Água em Hospitais: Estudo de Caso - Hospital das Clínicas da UNICAMP*. IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de Maio de 2005, 10 p, UFG, Goiânia, Goiás.
- [14] Barros, J.C., Ilha, M., Ywashima, L.A., Santos, F. *Avaliação do Desperdício e da Intensidade de Utilização de Água em Edifícios Escolares Públicos*. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 de Julho de 2004, 12 p, São Paulo.
- [15] Gonçalves, O., Ilha, M., Amorim, S., Pedroso, L.P. *Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio*. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Setembro de 2005, p. 63-77, Ambiente Construído, Porto Alegre.

- [16] Ilha, M., Nunes, S., Salermo, L. *Programa de Conservação de Água em Hospitais: Estudo de Caso do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas*. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Março de 2006, p. 91-97, Ambiente Construído, Porto Alegre.
- [17] Nunes, R.T.S. *Conservação da Água em Edifícios Comerciais: Potencial de Uso Racional e Reúso em Shopping Center*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- [18] Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e Instituto da Água. *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. LNEC e ISA, Lisboa, 2001.
- [19] Silva Afonso, A. *Repensar o Uso da Água no Ciclo Predial. Contributos para a Sustentabilidade*. Congresso de Inovação na Construção Sustentável, 2008, 7 p., Aveiro.
- [20] Campeão, J.C. *Instalações em Edifícios*. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Setembro de 2005.
- [21] Águas do Porto, EM. *Regulamento dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais das Águas do Porto*, EM. Porto.
- [22] Brigaux, G., Garrigou, M. *Fontanería e Instalaciones Sanitarias*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1976.
- [23] Leis, Decretos, etc. *Regime de Concepção, Instalação e Exploração dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto – Lei 207/94 de 6 de Agosto)*. Lisboa, 1994.
- [24] Leis, Decretos, etc. *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) (Decreto-Lei nº 80/2006)*. Diário da República (D.R.) I Série A. Lisboa, 4 de Abril, 2006.
- [25] Leis, Decretos, etc. *Planeamento dos Recursos Hídricos (Decreto – Lei 45/94 de 2 de Fevereiro)*. Lisboa, 1994.
- [26] Leis, Decretos, etc. *Licenciamento das Utilizações do Domínio Hídrico (Decreto – Lei 46/94 de 2 de Fevereiro)*. Lisboa, 1994.
- [27] Leis, Decretos, etc. *Condições de Controlo de Qualidade da Água para Consumo Humano (Decreto – Lei 3006/2007)*. Lisboa, 2007.
- [28] NBR 5626. *Instalação Predial de Água Fria*. Rio de Janeiro, ABNT, Setembro de 1998.
- [29] NBR 7198. *Projecto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente*. Rio de Janeiro, ABNT, Setembro de 1993.
- [30] EN 12056:2000. *National and Local Regulations and Practice*. CEN, Bruxelas, 2000.
- [31] EN 806-3:2006, *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 3: Pipe sizing – Simplified method*, CEN, Bruxelas, 2006.
- [32] www.fepicop.pt . Data da última consulta: 27 de Abril de 2010
- [33] www.bportugal.pt/pt-PT/Estatisticas/Paginas/default.aspx . Data da última consulta: 27 de Abril de 2010
- [34] Direcção Geral do Ambiente. *PROPOSTA PARA UM SISTEMA DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL*. DGA, Lisboa, 2000.
- [35] www.wri.org . Data da última consulta: 11 de Maio de 2010
- [36] www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm . Data da última consulta: 11 de Maio de 2010

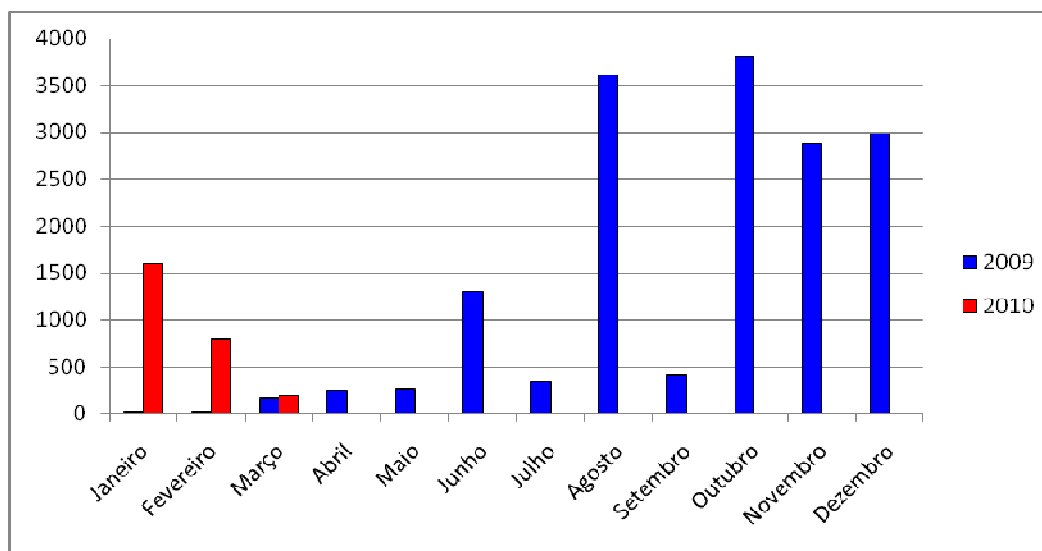
- [37] www.anqip.pt . Data da última consulta: 11 de Junho de 2010
- [38] <http://eficienciahidrica.wordpress.com> . Data da última consulta: 17 de Junho de 2010
- [39] www.lighttech.com.br . Data da última consulta: 27 de Maio de 2010
- [40] EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres, SA. *Manual do Cliente*. Ligrate, Lisboa, Junho de 2006
- [41] http://www.agua.bio.br/botao_d_S.htm . Data da última consulta: 9 de Junho de 2010
- [42] http://www.meteo.pt/export/sites/default/bin/docs/tecnicos/bc_dc_00_09.pdf . Data da última Consulta: 10 de Junho de 2010
- [43] <http://www.awwa.org> . Data da última consulta: 15 de Maio de 2010
- [44] www.abae.pt/programa/ChaveVerde/inicio.php . Data da última consulta: 17 de Maio de 2010
- [45] www.aguasdoporto.pt/publico/fs.asp?flash=nao&File=m1_destaquas/10_destaquas.asp . Data da última consulta: 11 de Junho de 2010
- [46] Medeiros, C. *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*. Grundfos, Porto.
- [47] www.vulcano.pt . Data da última consulta: 25 de Maio de 2010
- [48] www.ferroli.it . Data da última consulta: 25 de Maio de 2010
- [49] www.climacorga.com . Data da última consulta: 25 de Maio de 2010
- [50] <http://www.maisturismo.pt> . Data da última consulta: 21 de Junho de 2010
- [51] <http://www.pousadas.pt/historicalhotels/PT/pousadas/Portugal/Norte/PalaciadoFreixo/home> . Data da última consulta: 21 de Junho de 2010
- [52] www.vilagale.pt/pages/hoteis/?hotel=9 . Data da última consulta: 21 de Junho de 2010
- [53] www.logitravel.pt . Data da última consulta: 21 de Junho de 2010
- [54] <http://www.turismodeportugal.pt/portugu%C3%AAs/Pages/Homepage.aspx> . Data da última consulta: 23 de Junho de 2010
- [55] <http://www.hoteis-portugal.pt> . Data da última consulta: 23 de Junho de 2010

ANEXO A

CONSUMOS MENSAIS DOS HOTÉIS EM ANÁLISE

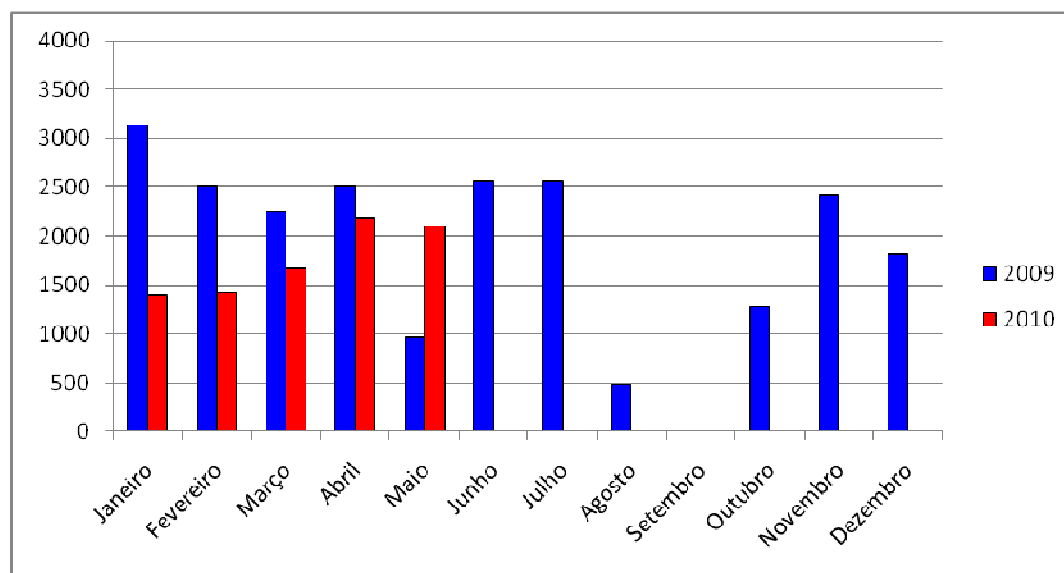
A.1. POUSADA DO PORTO - FREIXO PALACE HOTEL

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m³)
2009	Janeiro	E - Estimativa	3
2009	Fevereiro	R - Empresa	2
2009	Março	R - Empresa	167
2009	Abril	R - Empresa	252
2009	Maio	R - Empresa	270
2009	Junho	R - Empresa	1298
2009	Julho	E - Estimativa	337
2009	Agosto	P - Cliente	3614
2009	Setembro	R - Empresa	414
2009	Outubro	R - Empresa	3814
2009	Novembro	E - Estimativa	2887
2009	Dezembro	E - Estimativa	2990
2010	Janeiro	R - Empresa	1592
2010	Fevereiro	R - Empresa	796
2010	Março	R - Empresa	186



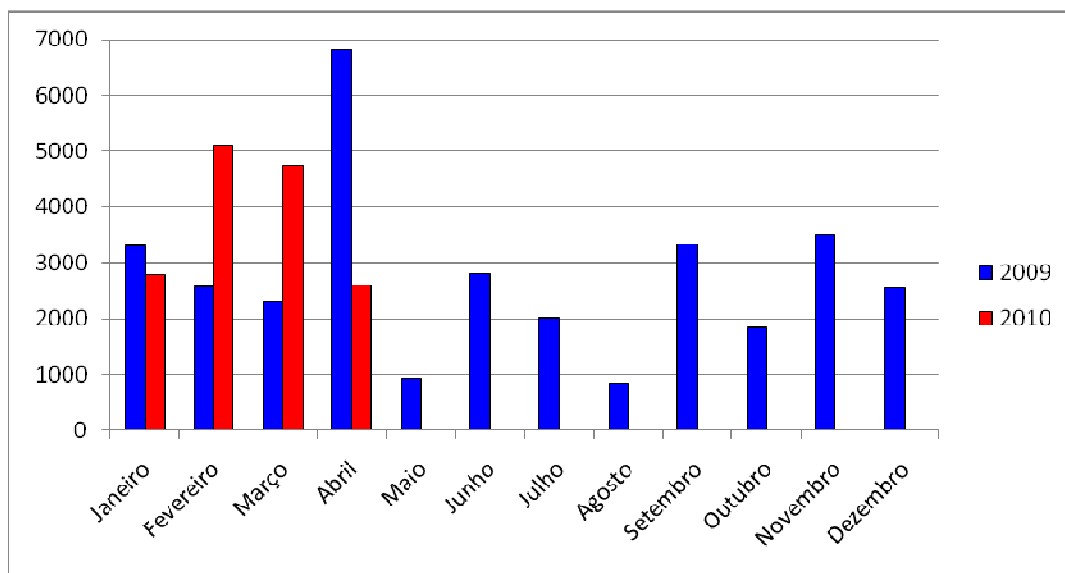
A.2. HOTEL VILA GALÉ PORTO

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	3132
2009	Fevereiro	E - Estimativa	2500
2009	Março	E - Estimativa	2250
2009	Abril	E - Estimativa	2500
2009	Maio	R - Empresa	965
2009	Junho	R - Empresa	2570
2009	Julho	R - Empresa	2569
2009	Agosto	R - Empresa	487
2009	Setembro	R - Empresa	0
2009	Outubro	P - Cliente	1275
2009	Novembro	R - Empresa	2419
2009	Dezembro	R - Empresa	1815
2010	Janeiro	R - Empresa	1398
2010	Fevereiro	R - Empresa	1419
2010	Março	R - Empresa	1665
2010	Abril	R - Empresa	2186
2010	Maio	R - Empresa	2097



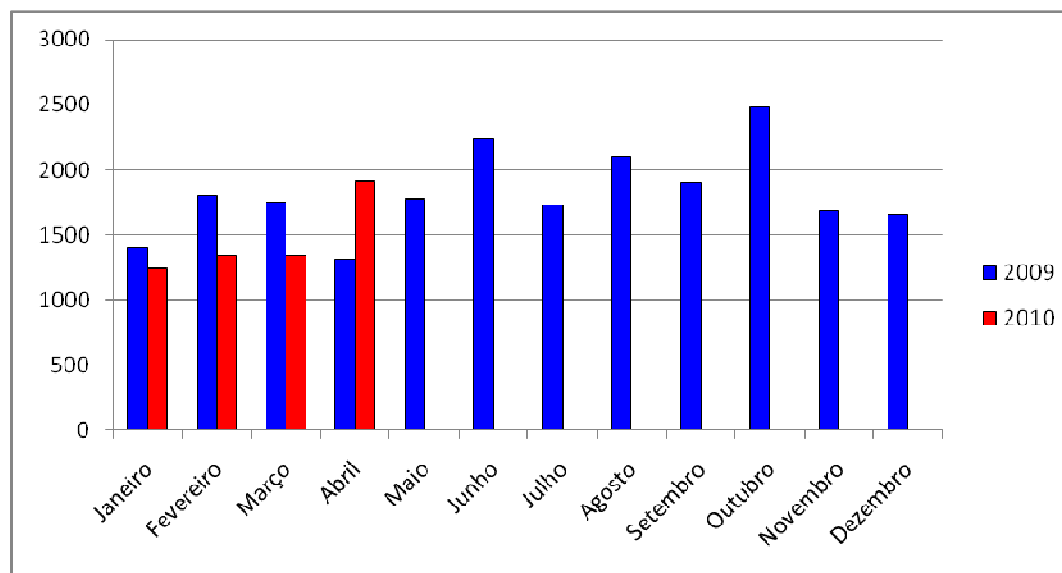
A.3. HOTEL A

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	3308
2009	Fevereiro	E - Estimativa	2567
2009	Março	E - Estimativa	2310
2009	Abril	R - Empresa	6822
2009	Maio	R - Empresa	940
2009	Junho	R - Empresa	2821
2009	Julho	R - Empresa	2010
2009	Agosto	R - Empresa	845
2009	Setembro	R - Empresa	3334
2009	Outubro	R - Empresa	1851
2009	Novembro	R - Empresa	3504
2009	Dezembro	R - Empresa	2557
2010	Janeiro	R - Empresa	2790
2010	Fevereiro	R - Empresa	5097
2010	Março	R - Empresa	4729
2010	Abril	R - Empresa	2586



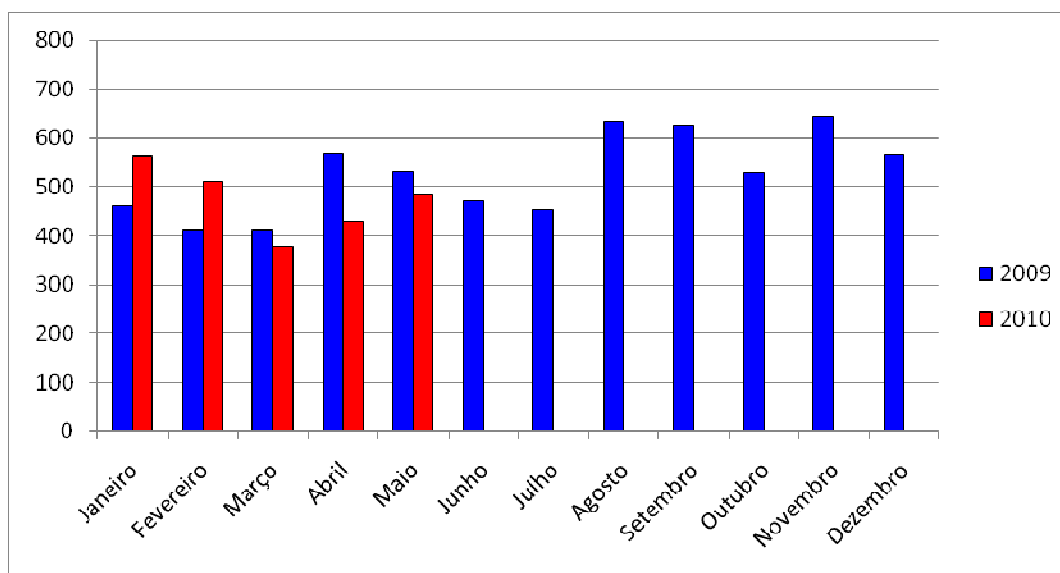
A.4. HOTEL B

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	1401
2009	Fevereiro	E - Estimativa	1808
2009	Março	E - Estimativa	1746
2009	Abril	R - Empresa	1319
2009	Maio	R - Empresa	1774
2009	Junho	R - Empresa	2239
2009	Julho	R - Empresa	1735
2009	Agosto	R - Empresa	2105
2009	Setembro	R - Empresa	1907
2009	Outubro	R - Empresa	2484
2009	Novembro	R - Empresa	1689
2009	Dezembro	R - Empresa	1660
2010	Janeiro	R - Empresa	1242
2010	Fevereiro	R - Empresa	1343
2010	Março	R - Empresa	1341
2010	Abril	R - Empresa	1914



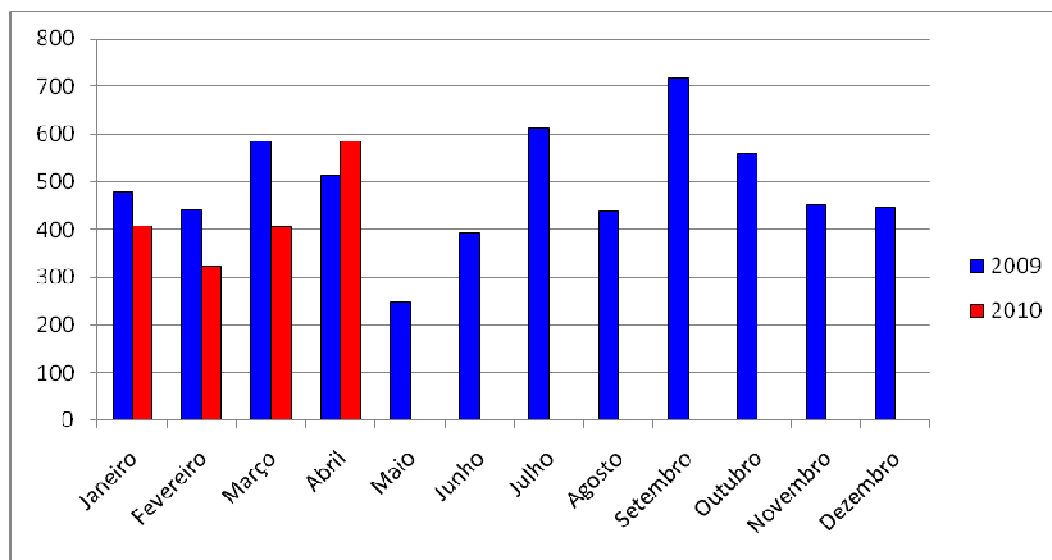
A.5. HOTEL C

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m³)
2009	Janeiro	R - Empresa	461
2009	Fevereiro	E - Estimativa	412
2009	Março	E - Estimativa	412
2009	Abril	E - Estimativa	568
2009	Maio	R - Empresa	533
2009	Junho	R - Empresa	472
2009	Julho	R - Empresa	455
2009	Agosto	R - Empresa	634
2009	Setembro	R - Empresa	627
2009	Outubro	R - Empresa	528
2009	Novembro	R - Empresa	644
2009	Dezembro	R - Empresa	565
2010	Janeiro	R - Empresa	563
2010	Fevereiro	R - Empresa	510
2010	Março	R - Empresa	377
2010	Abril	R - Empresa	430
2010	Maio	R - Empresa	483



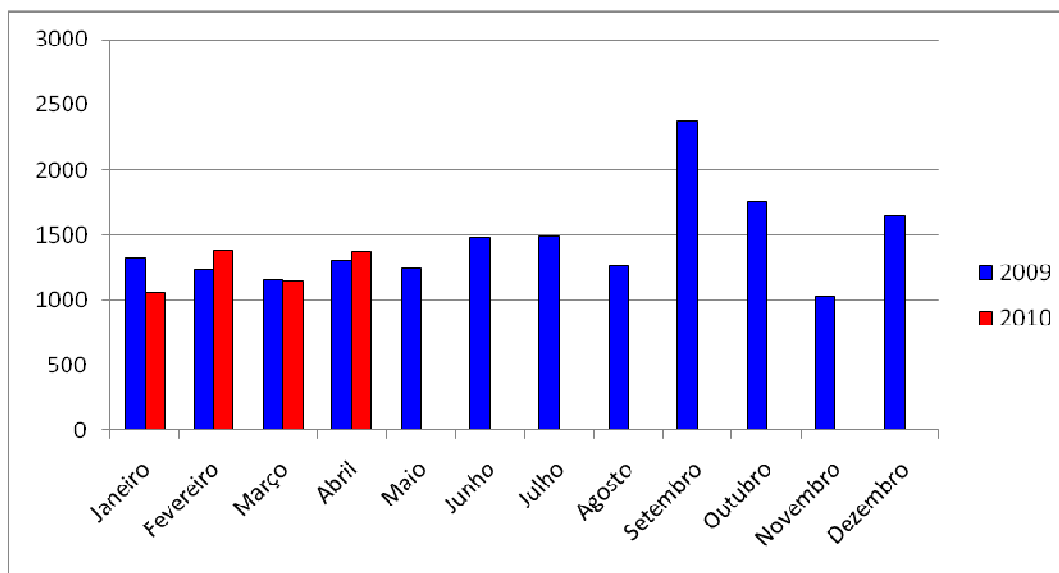
A.6. HOTEL D

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	478
2009	Fevereiro	E - Estimativa	443
2009	Março	E - Estimativa	585
2009	Abril	E - Estimativa	514
2009	Maio	R - Empresa	248
2009	Junho	R - Empresa	392
2009	Julho	R - Empresa	613
2009	Agosto	E - Estimativa	439
2009	Setembro	R - Empresa	718
2009	Outubro	R - Empresa	561
2009	Novembro	R - Empresa	453
2009	Dezembro	R - Empresa	446
2010	Janeiro	R - Empresa	408
2010	Fevereiro	R - Empresa	323
2010	Março	R - Empresa	405



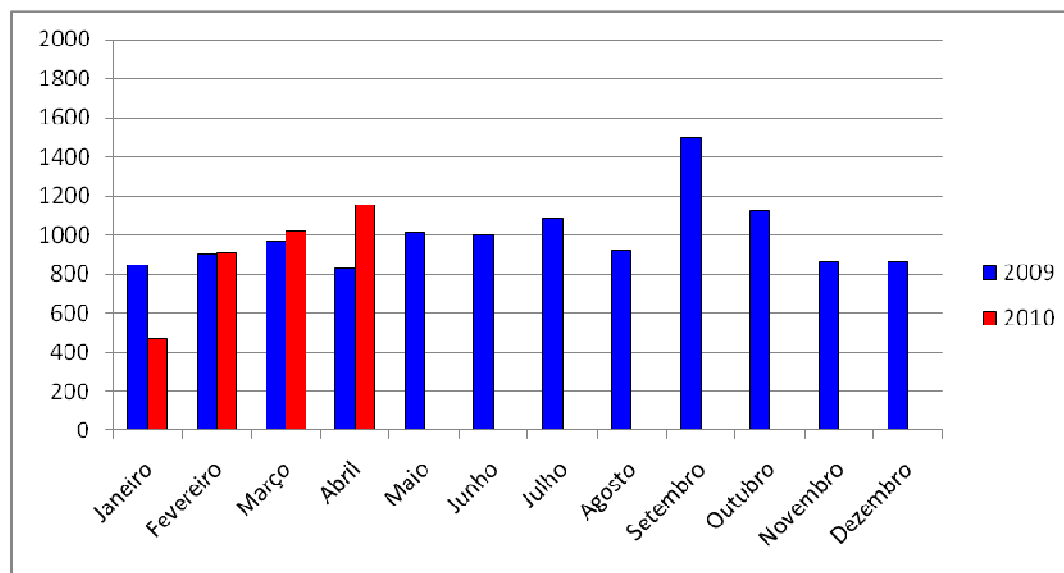
A.7. HOTEL E

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	E - Estimativa	1327
2009	Fevereiro	R - Empresa	1237
2009	Março	E - Estimativa	1160
2009	Abril	R - Empresa	1308
2009	Maio	R - Empresa	1239
2009	Junho	R - Empresa	1486
2009	Julho	R - Empresa	1491
2009	Agosto	E - Estimativa	1262
2009	Setembro	R - Empresa	2379
2009	Outubro	R - Empresa	1756
2009	Novembro	R - Empresa	1029
2009	Dezembro	E - Estimativa	1649
2010	Janeiro	R - Empresa	1059
2010	Fevereiro	E - Estimativa	1378
2010	Março	R - Empresa	1145
2010	Abril	R - Empresa	1373



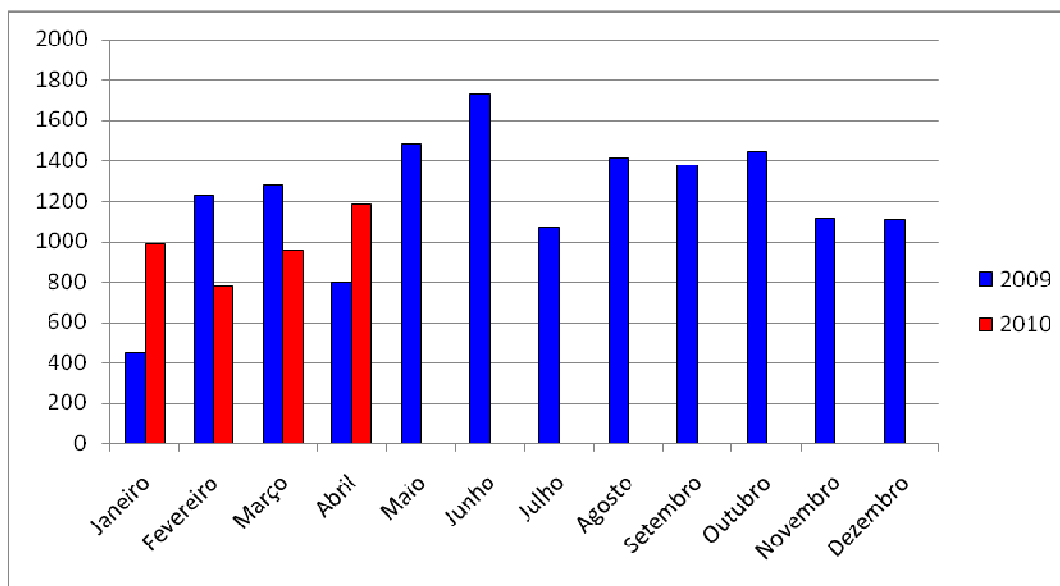
A.8. HOTEL F

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	845
2009	Fevereiro	E - Estimativa	904
2009	Março	E - Estimativa	969
2009	Abril	R - Empresa	829
2009	Maio	R - Empresa	1013
2009	Junho	R - Empresa	1003
2009	Julho	R - Empresa	1089
2009	Agosto	E - Estimativa	920
2009	Setembro	R - Empresa	1501
2009	Outubro	R - Empresa	1126
2009	Novembro	R - Empresa	863
2009	Dezembro	P - Cliente	862
2010	Janeiro	R - Empresa	468
2010	Fevereiro	R - Empresa	911
2010	Março	R - Empresa	1018
2010	Abril	R - Empresa	1155



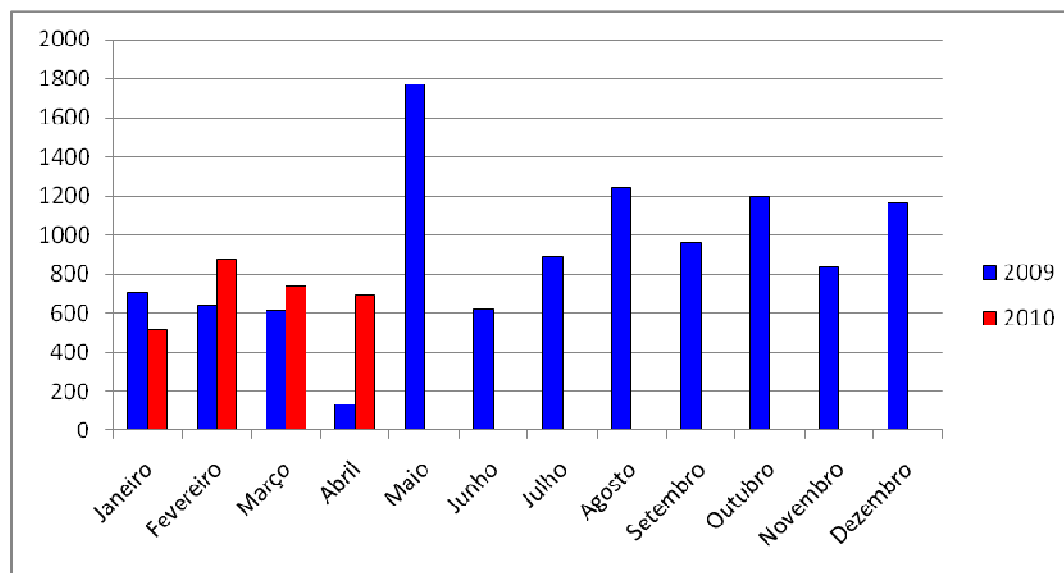
A.9. HOTEL G

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	451
2009	Fevereiro	E - Estimativa	1232
2009	Março	E - Estimativa	1278
2009	Abril	R - Empresa	800
2009	Maio	R - Empresa	1488
2009	Junho	R - Empresa	1731
2009	Julho	R - Empresa	1067
2009	Agosto	E - Estimativa	1416
2009	Setembro	R - Empresa	1378
2009	Outubro	R - Empresa	1444
2009	Novembro	R - Empresa	1115
2009	Dezembro	R - Empresa	1109
2010	Janeiro	R - Empresa	992
2010	Fevereiro	R - Empresa	778
2010	Março	R - Empresa	958
2010	Abril	R - Empresa	1187



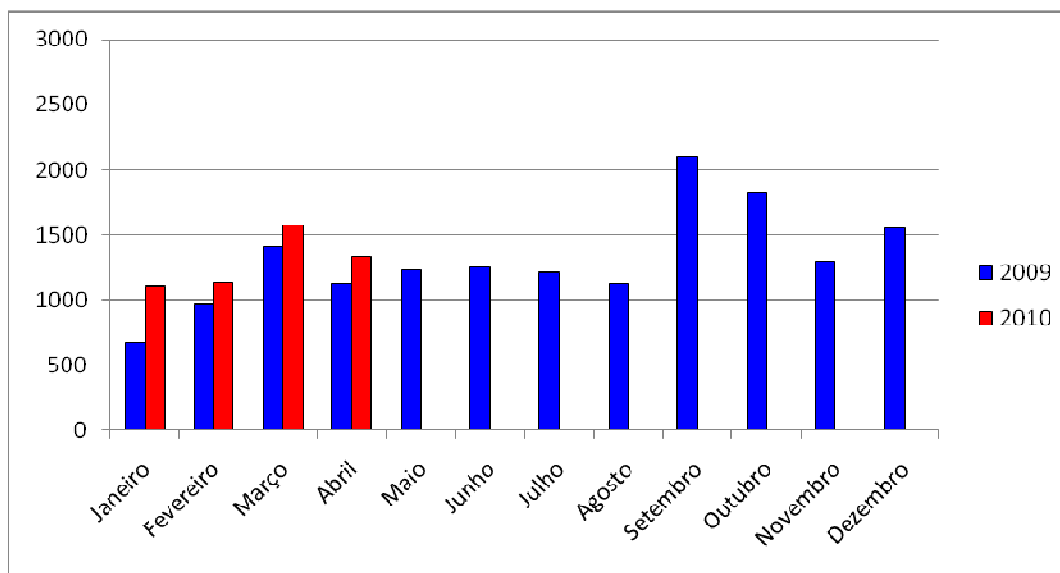
A.10. HOTEL H

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	707
2009	Fevereiro	E - Estimativa	637
2009	Março	E - Estimativa	615
2009	Abril	R - Empresa	134
2009	Maio	R - Empresa	1767
2009	Junho	R - Empresa	619
2009	Julho	R - Empresa	892
2009	Agosto	R - Empresa	1240
2009	Setembro	R - Empresa	965
2009	Outubro	E - Estimativa	1198
2009	Novembro	R - Empresa	835
2009	Dezembro	E - Estimativa	1165
2010	Janeiro	R - Empresa	511
2010	Fevereiro	P - Cliente	880
2010	Março	R - Empresa	734
2010	Abril	R - Empresa	690



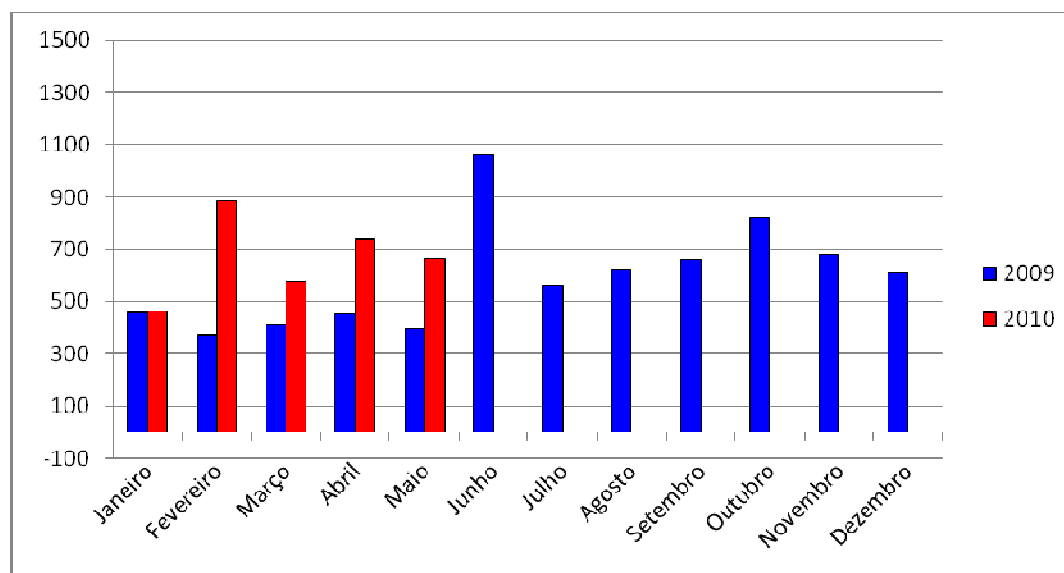
A.11. HOTEL I

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	677
2009	Fevereiro	R - Empresa	977
2009	Março	E - Estimativa	1410
2009	Abril	R - Empresa	1127
2009	Maio	R - Empresa	1231
2009	Junho	R - Empresa	1251
2009	Julho	R - Empresa	1217
2009	Agosto	E - Estimativa	1129
2009	Setembro	R - Empresa	2104
2009	Outubro	R - Empresa	1820
2009	Novembro	R - Empresa	1299
2009	Dezembro	E - Estimativa	1557
2010	Janeiro	R - Empresa	1101
2010	Fevereiro	R - Empresa	1141
2010	Março	R - Empresa	1571
2010	Abril	R - Empresa	1334



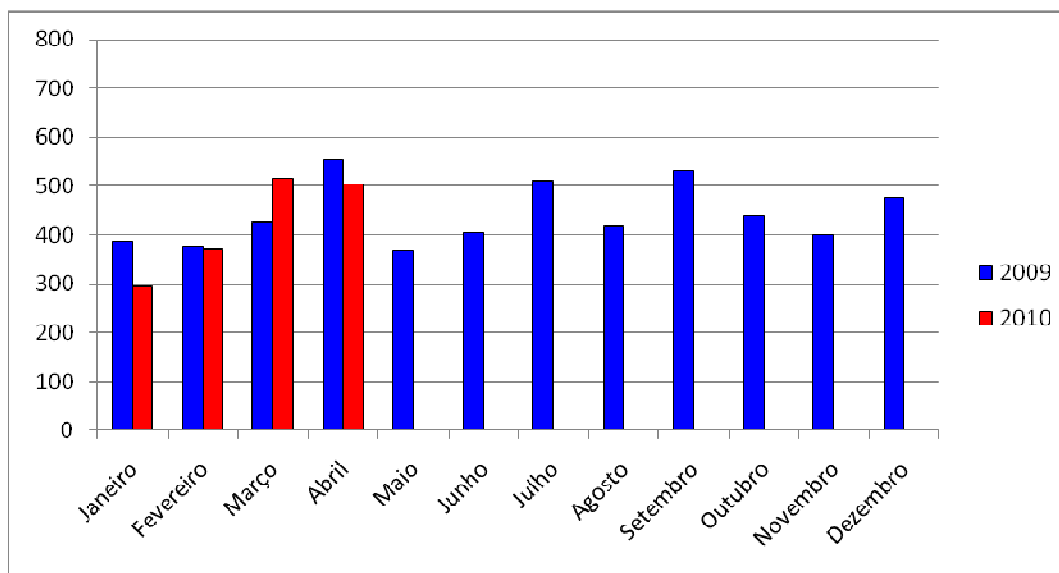
A.12. HOTEL J

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	E - Estimativa	455
2009	Fevereiro	E - Estimativa	372
2009	Março	E - Estimativa	413
2009	Abril	E - Estimativa	454
2009	Maio	E - Estimativa	399
2009	Junho	R - Empresa	1062
2009	Julho	R - Empresa	561
2009	Agosto	R - Empresa	625
2009	Setembro	R - Empresa	661
2009	Outubro	R - Empresa	820
2009	Novembro	R - Empresa	678
2009	Dezembro	R - Empresa	608
2010	Janeiro	R - Empresa	460
2010	Fevereiro	R - Empresa	885
2010	Março	R - Empresa	576
2010	Abril	R - Empresa	739
2010	Maio	R - Empresa	663



A.13. HOTEL K

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	388
2009	Fevereiro	E - Estimativa	375
2009	Março	E - Estimativa	428
2009	Abril	R - Empresa	555
2009	Maio	R - Empresa	367
2009	Junho	R - Empresa	404
2009	Julho	R - Empresa	510
2009	Agosto	E - Estimativa	418
2009	Setembro	R - Empresa	530
2009	Outubro	R - Empresa	440
2009	Novembro	R - Empresa	400
2009	Dezembro	E - Estimativa	476
2010	Janeiro	R - Empresa	294
2010	Fevereiro	R - Empresa	370
2010	Março	R - Empresa	515
2010	Abril	R - Empresa	504



A.14. HOTEL L

Ano	Mês	Tipo Leitura	Consumo (m ³)
2009	Janeiro	R - Empresa	422
2009	Fevereiro	E - Estimativa	586
2009	Março	E - Estimativa	628
2009	Abril	E - Estimativa	649
2009	Maio	R - Empresa	185
2009	Junho	R - Empresa	615
2009	Julho	R - Empresa	579
2009	Agosto	R - Empresa	711
2009	Setembro	R - Empresa	646
2009	Outubro	R - Empresa	868
2009	Novembro	R - Empresa	642
2009	Dezembro	R - Empresa	610
2010	Janeiro	R - Empresa	337
2010	Fevereiro	R - Empresa	419
2010	Março	R - Empresa	435
2010	Abril	R - Empresa	599
2010	Maio	R - Empresa	482

