

AVALIAÇÃO DE CAPITAÇÕES EM EDIFÍCIOS HABITACIONAIS

IRIS DIANA PEREIRA DA COSTA

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

Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Baptista Medeiros

JUNHO DE 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2011/2012

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 - 2011/2012 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo 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 eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais e Irmão

“Enquanto o poço não seca, não sabemos dar valor à água”

Thomas Fuller

AGRADECIMENTOS

A realização da presente dissertação só foi possível com o apoio de várias pessoas que estiveram do meu lado e disponibilizaram a sua ajuda.

Agradeço assim às pessoas envolvidas que merecem o meu apreço e consideração.

Ao Professor Carlos Medeiros pela orientação ao longo de todo o processo, pelo apoio, motivação, paciência, disponibilidade, partilha de experiência e conhecimento, material de apoio e dados disponibilizados que foram fundamentais à concretização da dissertação.

Ao Engenheiro Rebelo da Silva pela disponibilidade, ajuda e apoio ao longo deste processo, pelos documentos e informação disponibilizados, pela partilha da sua experiência profissional que tão importantes foram para o arranque e desenvolvimento da presente dissertação.

A todos os professores que cruzaram o meu caminho ao longo do percurso académico e que de uma ou outra forma marcaram essa jornada.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmão, pela ajuda e força, pelos sacrifícios passados, pelo apoio incondicional durante toda a minha vida, pela compreensão e carinho nos momentos mais difíceis, o que levou ao meu sucesso e tenho a certeza os deixa muito orgulhosos.

À Filipa Ferreira e Patrícia Rodrigues pela amizade, carinho, força, dedicação e por estarem comigo em todos os momentos.

Aos meus amigos de faculdade pelo companheirismo, em especial à Raquel Fernandes por ter estado a meu lado desde o primeiro dia do nosso percurso académico, pela amizade, compreensão, apoio e ajuda em todos os momentos.

Por último, ao André Oliveira, por toda a sua compreensão ao longo destes anos, pelo apoio incondicional, pela ajuda nos momentos mais difíceis, por todos os momentos únicos e especiais, por sempre ter acreditado em mim e motivado a fazer sempre mais e melhor.

RESUMO

O planeamento, a conceção e o dimensionamento das instalações prediais de água quente e fria assumem, no contexto dos projetos gerais de edificações, uma relevância específica, tal como os projetos das restantes especialidades.

O planeamento de qualquer sistema de abastecimento de água potável, público ou privado, pressupõe o conhecimento preliminar rigoroso da origem da água e das suas características físico-químicas, do tipo de captação e adução (materiais, equipamentos, pressão, etc.) e dos caudais de água disponíveis, ou a garantir, para satisfação das necessidades de serviço.

Esses elementos são determinantes na conceção geral do sistema predial a projetar, a qual deve ser devidamente fundamentada e cuidadosamente pensada - definição preliminar do traçado, compatibilidade com outras infraestruturas, escolha dos materiais, seleção de órgãos e equipamentos certificados para abastecimento de água para consumo humano - de modo a satisfazer as premissas estabelecidas para a funcionalidade da rede predial, designadamente nos aspetos quantitativos e qualitativos. Importa salientar que uma conceção cuidada é essencial para prevenção e minimização dos problemas associados à utilização dos sistemas prediais, principalmente no que respeita à saúde pública.

A previsão de consumos em edifícios habitacionais, isto é, a quantidade de água que é necessário assegurar nos diversos dispositivos a instalar nas habitações, bem como a simultaneidade de entrada em serviço desses dispositivos, constituem elementos fundamentais do dimensionamento, preconizados na legislação em vigor.

A quantificação dos consumos deve ser estimada em função do número de fogos e utilizadores, das condições determinantes a montante da rede predial (caudais, pressão, qualidade) e de outras variáveis (socioeconómicas, por exemplo) que podem conduzir a ajustamentos importantes nos critérios de dimensionamento.

A capitação doméstica é atualmente um tema pouco desenvolvido, quer na atual legislação portuguesa como na própria escassez de estudos realizados sobre os seus valores reais. Com este estudo pretende-se obter uma melhor perceção da realidade dos utilizadores portugueses, assim como conhecer a existência ou não de discrepâncias com os valores recomendados pelo regulamento português em vigor.

No caso de estudo, vertente mais prática do tema, foi realizada uma análise às captações domésticas de algumas frações selecionadas na cidade do Porto, com tipologias distintas e localizadas em diferentes zonas da cidade. A partir dos valores obtidos efetuou-se uma análise comparativa com os utilizados de acordo com o vigente na legislação portuguesa, bem como uma análise crítica da possibilidade dos valores obtidos serem consequência do nível de vida social e económico dos habitantes, afetando, assim, as necessidades de consumo de água para fins domésticos.

PALAVRAS-CHAVE: edifícios habitacionais, instalações prediais de água, sistemas de abastecimento predial de água, consumo de água, captações domésticas.

ABSTRACT

The planning, conception and design of building installations of hot and cold water assume, in the context of general building projects, a particular relevance, as the projects of other specialties.

The planning of any system of water supply, public or private, requires accurate knowledge of the primary water source and their physicochemical characteristics, the type of capture and adduction (materials, equipment, pressure, etc.) and the flows of the available water, or to ensure, to satisfy the needs of service.

These elements are critical on the general conception of the building system to project, which must be reasoned and carefully thought out - preliminary definition of the layout, compatibility with other infrastructure, choice of materials, selection of equipment and certified bodies to supply water for human consumption - to meet the assumptions set out for the functionality of building network, particularly in quantitative and qualitative aspects. It should be noted that a careful conception is essential for preventing and minimizing the problems associated with the use of building systems, with focus mainly on public health.

The forecast of consumption in residential buildings, that is, the amount of water that is necessary to ensure the several devices to be installed on the houses as well as the simultaneous entry into service of these devices, fundamental elements of design, recommended by the actual legislation.

The measurement of consumption must be estimated as a function of the number of dwellings and users, the determinants upstream conditions of the network building (flow rates, pressure, quality), and other variables (socio-economic, for example) which may lead to important adjustments on the design criteria.

The domestic capitation is currently an undeveloped theme, in the current Portuguese law, as on the very few studies done on their actual values. This study aims to gain a better perception of the reality of Portuguese users, as well as discover the existence of discrepancies with the values recommended by the existing Portuguese regulation.

In the case study, more practical aspect of the topic, an analysis at the home capitation of some selected fractions in Porto was performed, which presented different typologies and were located at different areas of the city. From the values obtained, there was performed a comparative analysis with those used in accordance with Portuguese law, as well as a critical review of the possibility of the values obtained were a consequence of the level of social and economic life of the population, consequently affecting the needs of water consumption for domestic purposes.

KEYWORDS: residential buildings, building water supply systems, systems of water supply, water consumption, domestic capitation.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. BASE BIBLIOGRÁFICA	3
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3

2. INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA - ESTADO DE ARTE	5
2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA	5
2.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	5
2.1.2. EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA	7
2.2.1. ENQUADRAMENTO GERAL	7
2.2.2. CAPTAÇÃO	8
2.2.3. ADUÇÃO	8
2.2.4. DESINFEÇÃO E TRATAMENTO	8
2.2.5. RESERVA (ARMAZENAGEM)	8
2.2.6. DISTRIBUIÇÃO (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	9
2.2.7. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS OU DE PRESSURIZAÇÃO	9
2.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA	9
2.3.1. ENQUADRAMENTO GERAL	9
2.3.2. CONCEÇÃO DOS SISTEMAS	9
2.3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS	10
2.3.3.1. Abastecimento direto	11
2.3.3.2. Abastecimento indireto	12
2.3.3.3. Abastecimento misto	14
2.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO	14
2.5. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS OU SOBREPRESSORAS	15

2.5.1. DEFINIÇÃO	15
2.5.2. ENQUADRAMENTO GERAL	15
2.6. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	16
2.6.1. DEFINIÇÃO	16
2.6.2. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL.....	16
2.6.3. CONSTITUIÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL	17
2.6.4. TRAÇADO DA REDE	17
2.6.5. EXECUÇÃO DA REDE	18
2.6.6. CONFORTO E QUALIDADE DOS SISTEMAS	19
2.6.7. MATERIAIS CONSTITUINTES DAS TUBAGENS	19
2.6.8. ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE.....	19
2.6.8.1. Dispositivos de utilização.....	19
2.6.8.2. Válvulas	20
2.6.8.3. Contadores.....	21
2.6.8.4. Instalações complementares	21
2.7. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA.....	21
2.8. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE.....	21
2.8.1. ENQUADRAMENTO GERAL	21
2.8.2. APARELHOS PRODUTORES DE ÁGUA QUENTE	22
2.8.2.1. Aparelhos de acumulação (termoacumuladores)	22
2.8.2.2. Aparelhos de produção instantânea a gás (esquentadores)	23
2.8.2.3. Caldeiras murais a gás.....	24
2.8.2.4. Produção por energia solar.....	24
2.9. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA	25
2.9.1. ENQUADRAMENTO GERAL	25
2.9.2. ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA HIDRÁULICA	26
2.9.2.1. Lei hidrostática de pressão	26
2.9.2.2. Teorema de Bernoulli	27
2.9.2.3. Equação de continuidade	27
2.9.2.4. Perdas de carga contínuas.....	28
2.9.2.5. Perdas de carga localizadas.....	28
2.9.3. CAUDAL INSTANTÂNEO	29
2.9.4. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE.....	29

2.9.4.1. Método preconizado pelo Regulamento	30
2.9.4.2. Método do cálculo das probabilidades	30
2.9.4.3. Método do coeficiente de simultaneidade	31
2.9.5. CAUDAL DE CÁLCULO	32
2.9.6. DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS	33

3. CONSUMOS DOMÉSTICOS (EDIFÍCIOS HABITACIONAIS) – ESTADO DE ARTE

3.1. CONSUMO DE ÁGUA.....	35
3.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	35
3.1.2. CONSUMO DE ÁGUA QUENTE	36
3.2. CONSUMOS DOMÉSTICOS	36
3.2.1. ENQUADRAMENTO GERAL	36
3.2.2. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS	36
3.2.2.1. Contadores.....	36
3.2.3. CAPITAÇÃO	37
3.2.4. VALORES REGULAMENTARES PARA A CAPITAÇÃO.....	38
3.2.5. VALORES DE CAPITAÇÃO EM ESTUDOS EFECTUADOS.....	39
3.2.5.1. Estudo do INSAAR	39
3.2.5.2. Estudo da AQUAPOR.....	40

4. AVALIAÇÃO DE CAPITAÇÕES DOMÉSTICAS NO CONCELHO DO PORTO – CASO DE ESTUDO

4.1. ENQUADRAMENTO GERAL	45
4.2. VALORES HISTÓRICOS DO CONSUMO	46
4.2.1. CONSUMO MENSAL DE ÁGUA	47
4.2.2. CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA	47
4.3. CAPITAÇÃO EM EDIFÍCIOS HABITACIONAIS	48
4.3.1. TAXA DE OCUPAÇÃO	48
4.3.2. CAPITAÇÕES	48
4.4. DESCRIÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS.....	49
4.4.1. HABITAÇÃO SITUADA NA ZONA DA BOAVISTA (1), TIPOLOGIA T2	49
4.4.2. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE NEVOGILDE (2), TIPOLOGIA T3.....	50

4.4.3. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE LORDELO DO OURO (3), TIPOLOGIA T3	52
4.4.4. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE CAMPANHÃ (4), TIPOLOGIA T3	53
4.4.5. HABITAÇÕES SITUADAS NA FREGUESIA DE PARANHOS (5).....	55
4.4.5.1. Habitação situada na freguesia de Paranhos (5a), Tipologia T1.....	55
4.4.5.2. Habitação situada na freguesia de Paranhos (5b), Tipologia T1.....	56
4.4.6. HABITAÇÕES SITUADAS NA FREGUESIA DE FOZ DO DOURO (6)	57
4.4.6.1. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6a), Tipologia T3.....	58
4.4.6.2. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6b), Tipologia T3.....	59
4.4.6.3. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6c), Tipologia T3.....	60
4.4.6.4. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6d), Tipologia T3.....	61
4.4.6.5. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6e), Tipologia T3.....	62
4.4.7. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE PARANHOS (7), TIPOLOGIA T2	63
 5. CONCLUSÕES	 65
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	65
5.2. CASO DE ESTUDO	66
 BIBLIOGRAFIA	 69
 ANEXO A	 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Abastecimento direto.....	11
Fig. 2 - Abastecimento direto com elemento sobrepessor.....	11
Fig. 3 - Abastecimento indireto com reservatório elevado.....	12
Fig. 4 - Abastecimento indireto com reservatórios inferior e elevado.....	13
Fig. 5 - Abastecimento indireto com elemento sobrepessor.....	13
Fig. 6 - Abastecimento misto.....	14
Fig. 7 - Rede de distribuição predial de água.....	17
Fig. 8 - Exemplo de fluxómetro [32].....	20
Fig. 9 - Exemplo de torneira [33].....	20
Fig. 10 - Exemplo de autoclismo [34].....	20
Fig. 11 - Exemplo de termoacumulador elétrico [26].....	23
Fig. 12 - Exemplo de termoacumulador a gás [27].....	23
Fig. 13 - Exemplo de esquentador [28].....	23
Fig. 14 - Exemplo de caldeira mural a gás [30].....	24
Fig. 15 - Exemplo de coletor solar [29].....	25
Fig. 16 - Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados [7].....	30
Fig. 17 - Coeficientes de simultaneidade em função do número de dispositivos de utilização [9].....	32
Fig. 18 - Exemplo de contador [41].....	37
Fig. 19 - Capitação doméstica no Continente e por região hidrográfica dos anos de 2005 a 2009, INSAAR.....	39
Fig. 20 - Distribuição anual das captações domésticas, AQUAPOR [23].....	40
Fig. 21 - Distribuição anual das captações totais, AQUAPOR [23].....	40
Fig. 22 - Valores médios para as captações europeias, EUREAU [23].....	41
Fig. 23 - Capitação em edifícios habitacionais nos países da Europa, EUROSTAT [25].....	41
Fig. 24 - Captações domésticas obtidas nos estudos da AQUAPOR, EUREAU, EUROSTAT e INAG [23].....	41
Fig. 25 - Perfil dos consumos, AQUAPOR [23].....	42
Fig. 26 - Perfil dos consumidores, AQUAPOR [23].....	43
Fig. 27 - Mapa do Município do Porto e localização aproximada das habitações em estudo [40].....	46
Fig. 28 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Boavista).....	50
Fig. 29 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Nevogilde).....	51
Fig. 30 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Lordelo do Ouro).....	53

Fig. 31 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Campanhã).....	54
Fig. 32 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Paranhos – 5a)	56
Fig. 33 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Paranhos – 5b)	57
Fig. 34 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6a) .	58
Fig. 35 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6b) .	59
Fig. 36 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6c) .	60
Fig. 37 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6d) .	61
Fig. 38 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6e) .	62
Fig. 39 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Paranhos)	64
Fig. 40 - Distribuição anual da captação doméstica em função da fração.....	67

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Definição dos elementos constituintes da rede de distribuição predial.....	17
Quadro 2 - Materiais das tubagens na distribuição predial de água	19
Quadro 3 - Tipo de válvulas, sua funcionalidade e local de instalação	20
Quadro 4 - Vantagens dos termoacumuladores elétricos e a gás	23
Quadro 5 - Caudais instantâneos (mínimos) [7].....	29
Quadro 6 - Valores de P, T e t [9].....	31
Quadro 7 - Número de fluxómetros em utilização simultânea [7].....	33
Quadro 8 - Número de ocupantes em função da tipologia [42].....	48
Quadro 9 - Capitação doméstica numa fração de habitação situada na zona da Boavista	49
Quadro 10 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Nevogilde.....	51
Quadro 11 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Lordelo do Ouro	52
Quadro 12 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Campanhã	54
Quadro 13 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos (5a)	55
Quadro 14 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos (5b)	56
Quadro 15 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6a)	58
Quadro 16 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6b)	59
Quadro 17 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6c)	60
Quadro 18 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6d)	61
Quadro 19 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6e)	62
Quadro 20 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos	63
Quadro 21 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na Boavista, tipologia T2.	A.1
Quadro 22 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Nevogilde, tipologia T3.....	A.2
Quadro 23 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Lordelo do Outo, tipologia T3.....	A.2
Quadro 24 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Campanhã, tipologia T3.	A.3
Quadro 25 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos [5a], tipologia T1.	A.3
Quadro 26 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos [5b], tipologia T1.	A.4

Quadro 27 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6a], tipologia T3.	A.4
Quadro 28 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6b], tipologia T3.	A.5
Quadro 29 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6c], tipologia T3.	A.5
Quadro 30 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6d], tipologia T3.	A.6
Quadro 31 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6e], tipologia T3.	A.6
Quadro 32 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos, tipologia T2.	A.7

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DR – Decreto Regulamentar

RG – Regulamento Geral

DL – Decreto-Lei

a.C. – antes de Cristo

Séc. – Século

PVC – Policloreto de Vinilo

PEX – Polietileno Reticulado

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PP - Polipropileno

RCCTE – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios

INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

EUROSTAT – Gabinete de estatística da União Europeia

EUREAU – Federação Europeia das Associações Nacionais dos Serviços de Água e Águas Residuais

INAG – Instituto da Água

Hab – Habitante

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

A importância do tema desenvolvido na presente dissertação, resulta da necessidade de conhecer exatamente os valores de captação habitacional para uma realidade que é a portuguesa, mesmo que o ponto de partida sejam estudos e determinações efetuadas para outras realidades, mesmo que nos sejam próximas.

Neste sentido transcreve-se a posição da ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos) em parecer que emitiu recentemente à proposta de Regulamento apresentado para sua apreciação, onde refere:

“Tendo em consideração que a água é um bem escasso, é necessário aumentar a sensibilidade dos utilizadores para a necessidade de poupar água, alterando o seu comportamento e hábitos de consumo. Neste sentido, e apesar do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto indicar como valor médio 200 l/habitante x dia para o cálculo da frequência de amostragem à entrada das zonas de abastecimento, sugere-se que sejam indicados valores mínimos de captação na distribuição domiciliária baseados em dados reais, recorrendo a informação atualizada”.

Assim, a motivação por este tema surgiu da grande importância da preservação dos recursos hídricos que temos à disposição e acima de tudo dar a perceber que estes recursos são finitos, principalmente na forma que é utilizada para o serviço e bem-estar geral da humanidade. A crescente preocupação com a possibilidade de escassez de água leva a considerar a sua utilização como um problema que há muito devia estar na consciência das pessoas, a poupança no consumo de água.

A água, designadamente a suscetível de utilização humana, é um bem escasso em várias regiões do Globo e com uma distribuição espacial muito diferenciada. Os excessos cometidos pelas civilizações ao longo dos séculos e as más práticas na sua utilização pelas populações, ao longo de anos, principalmente onde existe em maior quantidade, são as principais causas da diminuição da abundância dos recursos hídricos disponíveis, situação que tem sido agravada, em tempos mais recentes, pelo aquecimento global da Terra.

A consciencialização permanente sobre a preservação deste recurso indissociável da “vida” tal como a conhecemos e a exigência da sua criteriosa utilização em todo o planeta é um imperativo de sobrevivência do Homem e das diferentes espécies animais e vegetais. As consequências sobre os diversos ecossistemas, decorrentes da má utilização dos recursos hídricos, assumem já graves preocupações em vários pontos do globo e, se não forem adotadas políticas estratégicas e sustentáveis

a breve prazo, com enfoque na proteção e preservação da água a nível global, a vida das próximas gerações ficará fortemente condicionada.

Este uso excessivo e inconsequente da água disponível poderá ter como grave efeito a escassez de água necessária às condições mínimas de higiene e saúde das populações futuras.

Nos projetos de construção são elaborados diversos projetos das distintas especialidades envolvidas, entre eles, as instalações prediais de água, tema a que se refere a presente dissertação.

O dimensionamento das redes de distribuição de água quente e fria é um aspeto de extrema importância no projeto, o qual é elaborado em acordo com as necessidades dos utilizadores e a partir de valores regulamentares. Estas necessidades traduzem-se na quantidade de água necessária para consumo humano.

O conforto e as necessidades de cada utilizador são fundamentais no correto dimensionamento das redes de distribuição e abastecimento de água. Assim sendo, a quantidade de água disponibilizada nos dispositivos de utilização instalados nas habitações tem de ser suficiente e capaz de responder às necessidades dos seus utilizadores.

A falta de avaliação das captações em edifícios habitacionais e não habitacionais pode levar a um excesso ou carência do volume de água disponível, se comparado às necessidades reais dos utilizadores. Os valores excessivos de consumo de água traduzem-se em tarifas elevadas, e consequentemente a uma menor consciencialização dos utentes, isto é, se a água que chega aos dispositivos de utilização é mais que suficiente o uso e abuso de água potável é notório. Por outro lado, já a falta de água nos dispositivos de utilização, significará um desconforto aos utilizadores o que leva à sua insatisfação.

Os valores mínimos para as captações domésticas são fixados pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, ainda que algumas entidades gestoras adotem valores mínimos mais elevados. Se, porventura, existir a possibilidade de reduzir os limites mínimos para a captação doméstica atualmente utilizados em Portugal a qualidade da água será maior e ainda levará a uma poupança imediata na quantidade de água captada e tratada pelas entidades gestoras.

Se a quantidade de água necessária atualmente nos reservatórios para garantir o abastecimento predial for excessiva, tendo em conta as necessidades dos utilizadores, essa água que não é utilizada fica armazenada por períodos excessivos. Como consequência da estagnação a água ficará com cheiros, entre outros problemas, diminuindo, assim, significativamente, a sua qualidade.

Do que fica dito surgiu a necessidade de procura, mesmo que ainda incipiente e preliminar, da definição de valores de captação em edifícios habitacionais, sobretudo pela importância que representam na vida quotidiana das populações e na realidade dos valores captados, tratados, fornecidos e consumidos diariamente.

1.2. OBJETIVOS

O âmbito deste tema surge da necessidade de dimensionamento das instalações prediais, neste caso concreto as redes de abastecimento e distribuição predial de água.

O consumo de água por parte dos utilizadores, isto é, a quantidade de água consumida nos dispositivos de utilização instalados nas habitações, é um parâmetro que condiciona e influencia o dimensionamento das redes de abastecimento predial. Uma abordagem fundamentada sobre este tema,

o consumo de água nos dispositivos de utilização instalados gasta por cada habitante, dará uma perspetiva real das verdadeiras necessidades dos utilizadores no uso doméstico.

A realização deste estudo pretende analisar o consumo diário de água por habitante em Portugal, sendo que apenas diz respeito a consumos domiciliários. Com os valores obtidos pretende-se compreender se os valores atualmente utilizados em Portugal são excessivos, ou se por outro lado não garantem o conforto nem as necessidades dos respetivos utilizadores, por se estarem a considerar por defeito.

O estudo da captação doméstica e a sua avaliação, para diferentes tipos de consumidores e hábitos de vida distintos, podem influenciar tanto na qualidade da água como na quantidade captada e tratada pelas entidades gestoras de todo o país.

A presente dissertação tem como objetivo avaliar as captações domésticas em diferentes zonas do Concelho do Porto. Pretende-se uma análise comparativa dos valores obtidos para as diferentes habitações com os referidos na legislação atual, tal como perceber o seu impacto em populações com diferentes hábitos de higiene e níveis de vida distintos, tanto sociais como económicos.

A realização de estudos deste género, respeitantes à captação doméstica, podem trazer uma nova perspetiva no que respeita aos valores regulamentares atualmente utilizados em Portugal.

1.3. BASE BIBLIOGRÁFICA

Para a realização do estado de arte foi fundamental obter a informação mais relevante e com mais interesse para o tema desenvolvido, para tal foi reunida uma base bibliográfica.

No que respeita às instalações prediais de água, devido a estudos desenvolvidos pelos mesmos no que respeita a este tema, os autores mais referenciados são Vítor Pedroso [9] e Armando Silva Afonso [1,2].

O Decreto Regulamentar n.º 23/95 é muitas vezes referido ao longo da dissertação, devido à sua importância no que respeita aos sistemas públicos e prediais de distribuição de água, sendo a única legislação portuguesa que engloba o tema desenvolvido na presente dissertação.

Muitas outras bases bibliográficas fizeram parte do desenvolvimento do capítulo referente ao estado de arte, apenas se faz uma referência especial a estas devido à sua maior importância. As restantes encontram-se na bibliografia da presente dissertação.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

É feita uma descrição sistemática da estrutura da presente dissertação, que consiste na divisão dos capítulos por temas abordados com bastante interesse no âmbito do estudo elaborado.

Foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, capítulo 2 e 3, que pretende reunir a informação considerada de maior relevo para o tema abordado nesta dissertação nos livros e documentos da especialidade. Por conseguinte aborda-se o tema relativo às instalações prediais de água, mais concretamente a evolução histórica destes sistemas, os sistemas de abastecimento público e predial de água, os reservatórios e instalações elevatórias ou sobrepessoras, as redes de distribuição de água fria e quente, os sistemas de distribuição de água e ainda o dimensionamento dos sistemas de distribuição predial de água.

Ainda no estado de arte, capítulo 3, é abordado o consumo doméstico. Neste capítulo pretende-se desenvolver sobre o consumo de água em geral, o consumo doméstico e todas as componentes que dele fazem parte.

O capítulo 4 corresponde ao estudo de caso desenvolvido, que consiste na avaliação das captações em edifícios habitacionais. Após a recolha da informação necessária à realização deste estudo é feita uma avaliação e análise comparativa dos resultados. Ainda neste capítulo são apresentados os resultados obtidos durante o processo de análise e respetiva discussão dos valores encontrados.

2

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA - ESTADO DE ARTE

2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA

2.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

O abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, de acordo com Afonso [1], constituem componentes fundamentais no desenvolvimento da civilização urbana. A engenharia sanitária legou marcos patrimoniais notáveis, em particular no que se refere a grandes sistemas comunitários ou públicos.

As primeiras referências deste legado podem encontrar-se na civilização egípcia, como o “poço de José” construído no Cairo há 37 séculos e ainda se encontra em funcionamento, e a primeira barragem que se conhece existência é a de Saad-el-Kafara de 3000 a.C.. Os egípcios terão ainda executado os primeiros aquedutos, antes de 1000 a.C..

De acordo com Afonso [1], na antiga Babilónia, 4500 a.C., existem referências a redes de canalizações realizadas com pequenos tubos de grés, semelhantes a vasos sem fundo. Foram encontradas na ilha de Creta, em 2500 a.C., canalizações semelhantes.

A civilização grega, no seu auge do desenvolvimento da engenharia sanitária, possuía em Atenas 20 aquedutos e legislação sobre o uso da água. Esta civilização desenvolveu ainda sistemas de distribuição de água.

Já os romanos, refere Afonso [1], apropriaram-se e aperfeiçoaram tecnologias de outros povos. Interessados na promoção do saneamento básico como política de saúde pública, efetuaram progressos assinaláveis no domínio do abastecimento e distribuição de água e nos sistemas de esgotos. Nesta altura o consumo de água *per capita* na cidade de Roma, segundo Afonso [1], era já semelhante ao de algumas cidades atuais, embora é importante realçar as elevadas perdas de água que o sistema de abastecimento sofria naquele tempo.

O primeiro aqueduto romano conhecido como Aqua Appia é de 312 a.C.. No séc. II a adução de água a Roma é estimada em aproximadamente 13 m³/s, para uma população superior a 1 milhão de habitantes [1].

Como exemplo português, muitos anos após a construção do primeiro aqueduto romano, há conhecimento do Aqueduto de Santa Clara em Vila do Conde erguido no séc. XVI e considerado de estilo românico. Ainda nos finais do séc. XVI, em Coimbra foi construído o Aqueduto de São Sebastião. A construção do Aqueduto das Águas Livres em Lisboa teve início em 1732 mas apenas foi concluído no séc. XIX.

Ainda de salientar que os romanos, refere Afonso [1], desenvolveram sistemas de aquecimento de água, criaram sistemas de alimentação de água quente e fria em alguns casos já com torneiras, e ainda foram os primeiros a ter a iniciativa de medição de caudais.

Só a partir do séc. XIX os países desenvolvidos alcançaram o nível dos romanos no séc. IV, no que respeita às redes de abastecimento e drenagem. Como Londres e Paris que apenas em meados do séc. XIX dispuseram de um adequado sistema público de abastecimento de água.

Em Inglaterra, no ano de 1904, foi introduzida a prática de desinfecção sistemática da água de abastecimento, os Estados Unidos da América também adotaram esta prática em 1909.

As instalações prediais acompanharam a evolução e o desenvolvimento das redes públicas. Afonso [1] refere que, já existiam banhos privados e sanitas em Roma e em Creta.

A primeira bacia de retrete com descarga de fundo é atribuída a Sir John Harington em 1585, já a banheira individual com água quente e fria só foi divulgada na segunda metade do séc. XIX, sendo atribuída a Adam Thompson e a Benjamin Franklin nos Estados Unidos da América. No que diz respeito ao bidé, surgem as primeiras referências no ano de 1739 em Paris.

O termoacumulador foi adaptado para uso doméstico em 1904, tendo sido criado por Sir James Dewar em 1892 para apoio a trabalhos laboratoriais. Já em Israel, no ano de 1955, aparece o primeiro sistema de aquecimento solar de água.

A máquina de lavar roupa elétrica surge no ano de 1906 nos Estados Unidos da América, inventada por Alva J. Fisher, bem como a primeira máquina de lavar louça elétrica, sendo que esta apenas surge em 1939. [1]

Em finais do séc. XIX foram adotados sifões como meio para evitar a passagem de cheiros para o interior das habitações, de acordo com Afonso [1], esta é uma técnica aplicada nas redes prediais que duram até aos dias de hoje.

Ao nível das redes interiores de água, Afonso [1] afirma que, as solicitações técnicas e científicas atuais visam dar resposta a duas preocupações importantes dos utilizadores, promotores ou gestores dos sistemas, a redução de custos e o aumento dos níveis de conforto. Por outro lado, pretende-se contribuir para uma gestão mais eficiente da água e da energia.

Afonso [1] refere ainda que, o aumento do conforto nas utilizações, para além de melhorias a introduzir nos dispositivos de utilização, tal como o nível de funcionamento e sonoro, pressupõe um conhecimento mais aprofundado dos consumos e dos padrões reais de utilização e o aperfeiçoamento dos métodos e modelos de cálculo, de modo a que o dimensionamento do sistema seja adequado à dinâmica das utilizações.

2.1.2. EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS

Afonso [2] refere que, na primeira metade do século XX, os materiais mais utilizados nas redes prediais de águas e esgotos eram, em geral, do tipo rígido, metálicos ou não.

Realça-se o facto da utilização da pedra como material nas redes de distribuição de água, antes da existência dos metálicos e de ferro. O escoamento com este tipo de material, pedra, era feito em superfície livre e como exemplo desta utilização os já referenciados aquedutos.

No que se refere às redes de abastecimento de água, os materiais metálicos dominavam as escolhas, nos anos 50 e 60 o ferro galvanizado era a escolha mais frequente em particular para tubagens de pequenos diâmetros.

A utilização de chumbo nas ligações era bastante frequente, entretanto o seu uso foi erradicado devido ao conhecimento entretanto adquirido no que se refere aos malefícios deste material para a saúde pública. Este problema levou também a uma preocupação generalizada para se proceder à substituição deste material nas instalações existentes, apesar disso em algumas habitações mais antigas ainda hoje se pode encontrar ligações efetuadas com este material nas redes de água para consumo.

A evolução industrial operada no pós-guerra, em particular no que se refere aos materiais plásticos, de acordo com Afonso [2], trouxe para o sector das instalações prediais, nas décadas de 60/70, a oferta de tubagens de polietileno de baixa densidade e, posteriormente, de alta densidade, e de tubagens de policloreto de vinilo (conhecido como PVC). Estes materiais conhecem uma rápida generalização a partir dos anos 70, particularmente no que se refere ao PVC, devido às suas características, mais leves, mais fáceis de instalar, de menor custo e de baixa rugosidade.

Nas redes interiores de águas, o PVC, pouco resistente do ponto de vista térmico e mecânico, não conseguiu verdadeiramente impor-se como uso individual, co-habitando alguns anos com materiais metálicos, como o cobre e o aço inox ou galvanizando, mas acabando praticamente por desaparecer, face a uma nova geração de materiais plásticos, como o polietileno reticulado (PEX), o policloreto vinilo clorado (PVC-C), o polibutileno (PB) e o polipropileno random (PPR).

Em Portugal, o PEX conheceu nas últimas décadas uma acentuada generalização em algumas zonas do País, como resultado de políticas comerciais e de formação de instaladores implementadas ativamente por fabricantes e/ou representantes destes materiais, observando-se que perdura como solução preferencial na grande parte das instalações. Contudo, no espaço europeu, já há alguns anos que se observa uma tendência para um retrocesso deste material a favor dos tubos multicamada, de geração mais recente, que combinam as vantagens das tubagens metálicas e das tubagens termoplásticas. A razão pela qual Portugal não tem acompanhado estas tendências estará, certamente, na falta de uma atualização/formação permanente de projetistas e instaladores. [2]

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

2.2.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Netto [3] define sistema de abastecimento de água como o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial entre outros usos. Essa água fornecida pelo sistema deverá ser, em quantidade suficiente e da melhor qualidade, do ponto de vista físico, químico e bacteriológico. Refere ainda que o primeiro sistema público de abastecimento de água de que se tem notícia, o aqueduto de Jerwan, foi construído na Assíria, 691 a.C.

A quantidade de água necessária ao abastecimento depende de vários fatores: do aglomerado populacional, nível económico da população, cultura, higiene, clima da região, tipo de construção existente, a possível existência de comércio e indústria, a qualidade de água e o estado do abastecimento de água.

Garantir que um sistema de abastecimento de água é capaz de desempenhar adequadamente a sua missão sob as mais variadas condições operacionais, em particular aquelas que sejam expectáveis

durante a sua vida útil, é o objetivo último da boa gestão técnica, nas suas vertentes de planeamento, projeto, operação e manutenção [4].

Um sistema de abastecimento público de água é constituído normalmente, segundo Paixão [5] por captação (tomada de água), adução, desinfecção e tratamento, reserva (armazenagem), distribuição (redes de distribuição) e estações elevatórias ou de pressurização.

2.2.2. CAPTAÇÃO

De acordo com o Decreto Regulamentar, as captações têm por finalidade obter água de forma contínua e duradoura em quantidade necessária às necessidades dos utilizadores bem como garantir a qualidade da água, após tratamento, para consumo humano.

As captações são a componente base de uma rede de abastecimento, e podem ser subterrâneas ou superficiais. As captações subterrâneas são provenientes de drenos, galerias de mina, nascentes, poços e furos, já as captações superficiais provêm de meios hídricos superficiais lânticos ou lóticos.

2.2.3. ADUÇÃO

A adução é a operação pela qual a água é conduzida desde a captação até ao local de abastecimento. A adutora pode ser designada de água tratada, se a água proveniente for potável ou previamente tratada, ou de água bruta caso a água proveniente não seja potável nem tratada.

No caso de existirem derivações numa linha adutora, formando canalizações secundárias para conduzir a água a outros pontos do sistema, designa-se de subadutoras.

2.2.4. DESINFEÇÃO E TRATAMENTO

A água captada deve ser analisada, fazendo exames físicos e análises químicas e bacteriológicas, para determinar se é necessário tratamento antes de ser lançada numa rede de distribuição.

Segundo Paixão [5], as águas de origem superficial (proveniente de rios, ribeiras, lagos e albufeiras) requerem um tipo de tratamento mais cuidado quando comparadas com as águas captadas em lençóis subterrâneos e em galerias de infiltração.

A desinfecção e tratamento de água têm em consideração os objetivos higiénicos e sanitários, estético e económico.

2.2.5. RESERVA (ARMAZENAGEM)

Os reservatórios são indispensáveis para a armazenagem de água. Os mesmos são parte integrante de um sistema de abastecimento de água.

Os reservatórios têm como principal finalidade, de acordo com o Regulamento, servir de regularizador compensando as flutuações de consumo face à adução, constituir reservas de emergência para combate a incêndios ou para assegurar a distribuição em casos de interrupção voluntária ou acidental, equilibrar as pressões na rede de distribuição ou ainda regularizar o funcionamento das bombagens.

Os reservatórios podem ainda ser classificados de acordo com a sua função (de distribuição ou de equilíbrio e de regularização de bombagem), consoante a sua implantação (enterrados, semienterrados e elevados) ou então consoante a sua capacidade (pequenos, médios e grandes).

2.2.6. DISTRIBUIÇÃO (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)

Um sistema público de distribuição de água, de acordo com Paixão [5], é um dos componentes de um sistema de abastecimento e consiste no fornecimento de água em quantidade suficiente e qualidade aceitável aos utilizadores. Uma rede distribuidora é composta por condutas e elementos acessórios.

2.2.7. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS OU DE PRESSURIZAÇÃO

A função destas estações é a elevação da água a transportar para um ponto de cota superior, para reforçar o seu caudal ou aumentar a sua pressão.

Paixão [5] refere que, o caso mais frequente, para a localização de uma estação elevatória ou de pressurização, é o da estação elevatória estar confinada ao local de captação, no interior do perímetro de proteção.

Uma central de pressurização consta de grupos elevatórios, designados no seu conjunto de grupos eletrobomba.

2.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA

2.3.1. ENQUADRAMENTO GERAL

De acordo com Pedroso [6], a alimentação de água aos edifícios é normalmente obtida através de ramal de ligação que estabelece a conexão entre a conduta de distribuição pública de água potável e o sistema predial. A captação de água para o sistema predial também pode ser feita a partir de captações particulares, sendo que neste caso é necessário garantir um sistema de tratamento de água para garantir a sua potabilidade e garantir as condições relativas à saúde pública.

O DR n.º 23/95 dispõe no artigo 82.º que “os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos privados”, impondo assim uma separação dos sistemas e a preservação da qualidade da água para consumo humano proveniente da rede pública de abastecimento.

2.3.2. CONCEÇÃO DOS SISTEMAS

Medeiros [8] refere que, devem ser colocadas as seguintes questões numa primeira fase de abordagem da conceção de um sistema de abastecimento predial:

- a. Existe rede pública? Onde?
- b. Secção e pressões disponíveis?
- c. Há escassez de água ou interrupções de fornecimento com frequência?
- d. Que dimensão tem o edifício? Existem caves?
- e. Qual o tipo de ocupação?

- f. Torna-se necessário prever reservatórios? Os serviços locais permitem? Em que condições? Sua capacidade e localização? Formas de drenagem de perdas e esvaziamento?
- g. Precisa de equipamento elevatório de bombagem? Atravancamento e acessibilidade à câmara de manobras?
- h. É necessária rede de combate a incêndio? De que tipo?
- i. Previsão de abastecimento de água quente: a que zonas e de que modo?
- j. 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?

Conforme é referido no DR n.º 23/95, no artigo 87.º ponto 1 e 2, na conceção de novos sistemas há que atender:

- a. À pressão disponível na rede geral de alimentação e à necessária nos dispositivos de utilização;
- b. Ao tipo e número de dispositivos de utilização;
- c. Ao grau de conforto pretendido;
- d. À minimização de tempos de retenção da água nas canalizações.

As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 KPa e 600 KPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 KPa e 300 KPa.

2.3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

De acordo com Medeiros [8], nem sempre os sistemas públicos permitem que o abastecimento se efetue diretamente da rede geral de distribuição em condições de pressão e caudal necessários a garantir uma utilização com a qualidade e quantidade necessárias. Assim sendo o DR n.º 23/95 apresenta condicionantes que permitem uma primeira abordagem do tipo de sistema de abastecimento predial a adotar.

É referido na alínea e) artigo 21.º do Decreto Regulamentar que, “a pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 KPa 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.”

Ainda no Decreto Regulamentar, pelas razões referidas anteriormente, as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem manter-se entre 150 KPa e 300 KPa, sempre que se procure melhor conforto e maior estabilidade nas pressões disponíveis nos dispositivos de utilização domiciliária.

A partir destas condicionantes, em função das condições de pressão e caudal disponibilizadas pela rede pública de distribuição de água, o abastecimento de água a um edifício pode ser feita, tendo em conta o nível de ligação estabelecido entre a rede pública e o sistema de distribuição predial, por um dos seguintes sistemas apresentados.

2.3.3.1. Abastecimento direto

A alimentação do sistema de distribuição predial, de acordo com Pedroso [9], é feita diretamente, através da sua ligação à rede pública de distribuição de água, intercalando ou não entre ambas um elemento sobrepessor.

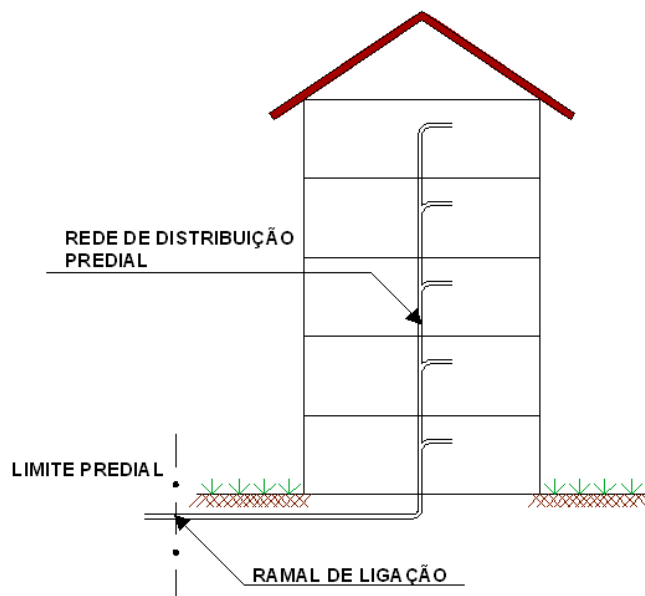


Fig. 1 - Abastecimento direto

A Fig. 1 representa um sistema de abastecimento direto, este tipo de sistema é utilizado quando as condições de abastecimento público o permitem, ou seja, a pressão e o caudal da rede garantem as condições de conforto, o abastecimento em permanência e o correto funcionamento de todos os dispositivos de utilização instalados. É a solução mais favorável tanto a nível económico como na garantia de manutenção da qualidade da água.

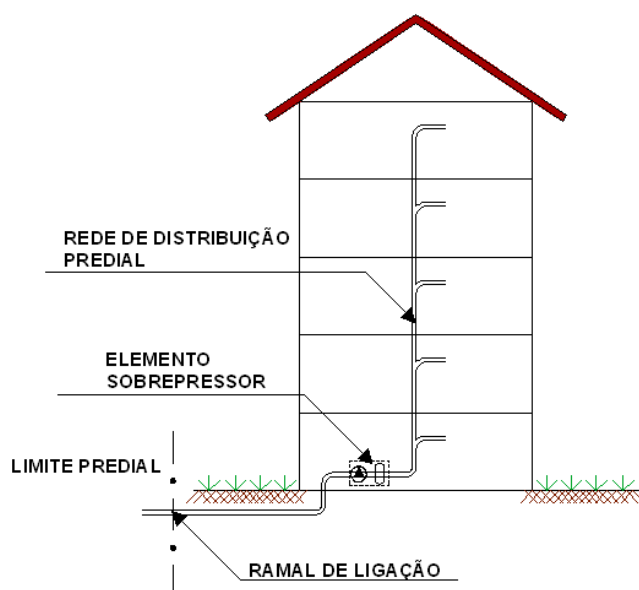


Fig. 2 - Abastecimento direto com elemento sobrepessor

Quando as condições de pressão da rede não garantam o correto funcionamento dos dispositivos instalados, o abastecimento direto pode ser utilizado com recurso à instalação de um elemento sobrepressor (Fig. 2). Apenas deve ser equacionado como solução quando o caudal na rede de distribuição é abundante e satisfaça as condições de conforto e abastecimento permanente a todos os dispositivos.

2.3.3.2. Abastecimento indireto

Pedroso [9] refere que, a alimentação do sistema de distribuição predial é feita indiretamente através da adoção de reservatórios onde a água proveniente da rede pública de distribuição é acumulada, sendo posteriormente e a partir destes feita a sua distribuição pelo edifício.

Apenas se deve recorrer ao abastecimento indireto quando as condições da rede de distribuição não permitem abastecimento direto, isto é, a pressão e caudal disponíveis na rede são insuficientes para abastecer os dispositivos de utilização instalados. Este sistema divide-se em três formas de abastecimento distintas de modo a garantir o seu correto desempenho:

- a. Abastecimento indireto com reservatório elevado;

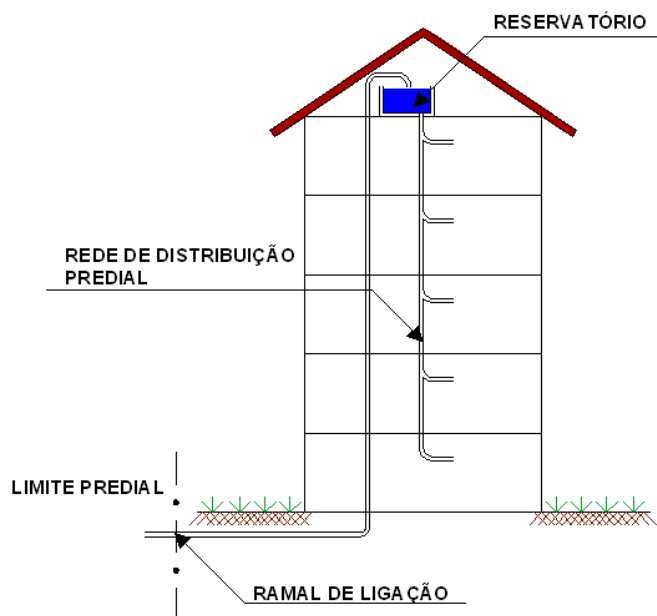


Fig. 3 - Abastecimento indireto com reservatório elevado

Permite a reposição da reserva de água necessária num reservatório de acumulação colocado no topo do edifício, a partir deste é feita a distribuição de água para todos os pisos (Fig. 3). Este sistema apenas poderá ser utilizado se a pressão disponível na rede pública o possibilite em determinados períodos de tempo.

b. Abastecimento indireto com reservatórios inferior e elevado;

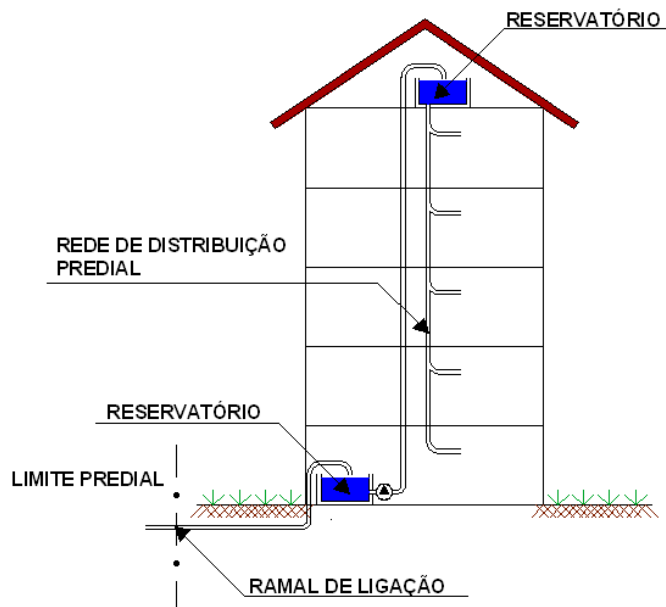


Fig. 4 - Abastecimento indireto com reservatórios inferior e elevado

Sempre que a pressão na rede pública não garanta a reposição da reserva durante o período diário de 24 horas ao nível mais elevado do edifício, pode adotar-se este tipo de abastecimento. Com esta solução é instalado um reservatório de acumulação na base do edifício, a partir de um sistema de bombagem a água é conduzida ao reservatório de acumulação colocado no topo, tal como o abastecimento anteriormente descrito é a partir do reservatório elevado que se faz a distribuição predial (Fig. 4).

c. Abastecimento indireto com elemento sobrepessor.

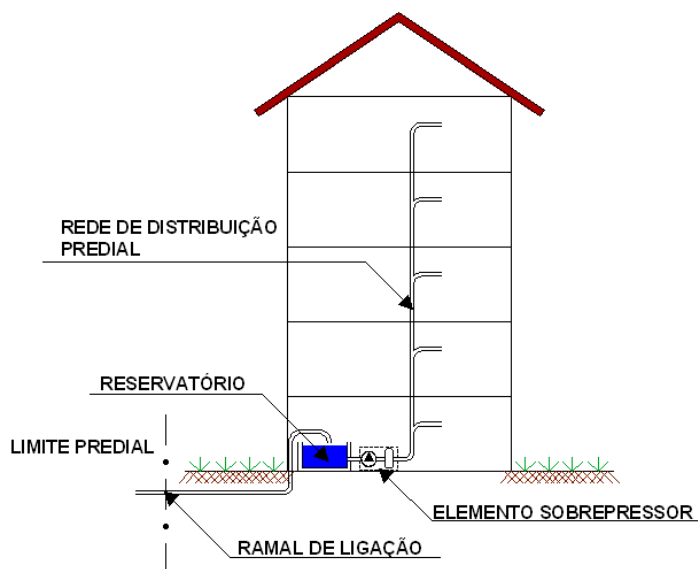


Fig. 5 - Abastecimento indireto com elemento sobrepessor

Este tipo de abastecimento é utilizado sempre que não se pretenda instalar um reservatório no topo do edifício, recorre-se apenas à instalação de um reservatório de acumulação na base do edifício a partir do qual se procede à distribuição predial através de um sistema elevatório (Fig. 5).

2.3.3.3. Abastecimento misto

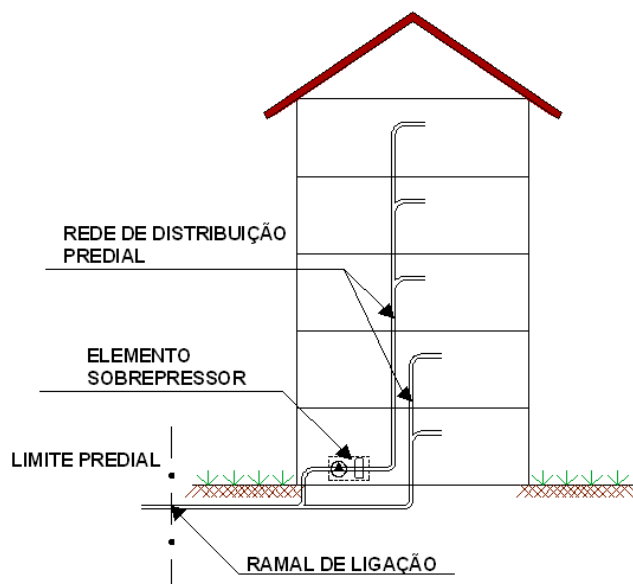


Fig. 6 - Abastecimento misto

Existe ainda outro tipo de abastecimento, abastecimento misto, como o próprio nome refere permite a possibilidade de optar pelo abastecimento direto e indireto a funcionar em conjunto, tal como se observa na Fig. 6.

A utilização de abastecimento misto deve ser equacionada para edifícios de grande altura, podendo assim obter a melhor solução técnico-económica.

2.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO

De acordo com o Decreto Regulamentar, os reservatórios prediais têm por finalidade o armazenamento de água à pressão atmosférica, constituindo uma reserva destinada à alimentação dos sistemas de distribuição prediais, de forma a suprir deficiências da rede pública de alimentação.

Apenas deve ser equacionado o armazenamento de água para fins domésticos em reservatórios, quando a rede pública de distribuição não ofereça garantias, em termos de pressão e caudal, necessárias ao bom funcionamento do sistema predial.

Sempre que se recorra ao armazenamento em reservatórios de água para consumo humano é necessário garantir a qualidade da água armazenada e precaver possíveis contaminações, além disso, devem ser sujeitos a operações de inspeção e limpeza periódica.

Pedroso [9] refere ainda que, o armazenamento simultâneo de água para combate a incêndio e fins domésticos só excecionalmente poderá verificar-se. Neste caso, deverão ser garantidas todas as

condições indispensáveis à manutenção da potabilidade da água armazenada e a capacidade disponível para o serviço de incêndios.

O local de implantação dos reservatórios deve permitir uma fácil inspeção e conservação, ao tratar-se de armazenamento de água para consumo humano devem ainda ter proteção térmica e estar afastados de locais sujeitos a temperaturas extremas.

Destacam-se alguns aspetos construtivos a ter em conta na instalação de um reservatório:

- a. Impermeáveis, dispositivos de fecho estanques e resistentes;
- b. Revestidos interiormente, permitindo uma limpeza eficaz;
- c. Arestas interiores boleadas;
- d. Soleira com inclinação mínima de 1%, orientada no sentido descendente para a caixa de limpeza;
- e. Independente dos elementos estruturais do edifício;
- f. Sistema de ventilação;
- g. Entrada e saída de água posicionadas de modo a facilitar a circulação de toda a massa de água armazenada;
- h. Entrada de água localizada no mínimo a 0,05 m acima do nível máximo da superfície livre do reservatório em descarga;
- i. Saídas protegidas com ralo e colocadas no mínimo a 0,15m do fundo;
- j. Descarga de fundo implantada na soleira;
- k. Acesso ao interior com dispositivo de fecho;
- l. Reservatórios com água destinada a consumo humano cuja capacidade seja superior a 2 m³ devem ser constituídos pelo menos por duas células, preparadas para funcionar separadamente, mas que em funcionamento normal se intercomuniem.

Quanto à capacidade dos reservatórios de acumulação destinados ao consumo humano, o volume útil não deve exceder o valor correspondente ao volume médio diário do mês de maior consumo.

Para uma instalação predial munida de dois reservatórios, como acontece no abastecimento indireto com reservatórios inferior e elevado, Pedroso [9] afirma que, o reservatório elevado (situado no topo do edifício) deverá possuir uma capacidade equivalente a cerca de 2/5 do consumo diário estimado e o inferior (situado na base do edifício) a cerca de 3/5 do mesmo consumo.

2.5. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS OU SOBREPRESSORAS

2.5.1. DEFINIÇÃO

De acordo com o Decreto Regulamentar, as instalações elevatórias são conjuntos de equipamentos destinados a elevar a água armazenada em reservatórios, com auxílio de meios mecânicos. Por outro lado, as instalações sobrepessoras são conjuntos de equipamentos destinados a produzir um aumento da pressão disponível na rede pública quando esta for insuficiente para garantir boas condições de utilização no sistema.

2.5.2. ENQUADRAMENTO GERAL

A crescente evolução das técnicas e sistemas de construção tem levado a uma construção mais complexa, tanto a nível dos edifícios cada vez mais altos como da tecnologia avançada que os mesmos apresentam. Isto torna as exigências de caudal e pressão proveniente da rede pública cada vez mais

elevadas, consequentemente leva à necessidade não só da utilização de reservatórios mas também das instalações elevatórias e sobressoradoras para garantir as condições desejáveis de conforto aos utilizadores.

As instalações elevatórias e sobressoradoras permitem assegurar um correto desempenho funcional dos dispositivos de utilização instalados, quando as condições de pressão na rede pública não o permitam. De acordo com Pedroso [9], os sistemas elevatórios ou sobressoradores mais utilizados para garantir o correto desempenho de rede predial, são os seguintes:

- a. Elevação ou sobressorção por bombagem para reservatório elevado, da água transportada pela rede pública de distribuição ou armazenada em reservatório de acumulação inferior;
- b. Sobressorção por bombagem direta da água proveniente da rede pública de distribuição, ou elevação da água armazenada em reservatório de acumulação inferior;
- c. Sobressorção por bombagem da água proveniente da rede pública de distribuição, ou elevação da água armazenada em reservatório de acumulação, para depósito metálico, cujo interior líquido comprime uma camada de ar previamente introduzida (sistema hidropneumático).

2.6. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

2.6.1. DEFINIÇÃO

Segundo Marques [10] entende-se por sistema de distribuição de água a unidade parcelar do sistema de abastecimento de água constituída pelo conjunto de condutas e pelos elementos especiais, que assegura o transporte e a distribuição da água desde o(s) reservatório(s) de distribuição até aos utilizadores, em quantidade e pressão adequadas.

2.6.2. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL

Tendo em consideração aspetos de natureza regulamentar e económicos tal como a interligação com as restantes instalações das diversas especialidades, a implementação e o traçado de uma instalação predial de distribuição de água tem como principal objetivo a otimização do desempenho funcional do sistema, considerando-se tão importante como o dimensionamento.

De acordo com Pedroso [9], para além das condições de abastecimento de água, do tipo de edifício e dos níveis de conforto e qualidade pretendidos, reveste-se de extrema importância que o projetista coordene, com as restantes especialidades os seguintes aspetos:

- a. Localização dos contadores;
- b. Localização dos dispositivos de utilização;
- c. Localização dos elementos de produção de água quente;
- d. Localização dos reservatórios de acumulação de água, quando necessários;
- e. Localização dos sistemas elevatórios e/ou sobressoradores, quando necessários;
- f. Posicionamento da rede nas zonas comuns do edifício;
- g. Posicionamento da rede no interior das zonas privadas de cada consumidor.

Por todos os motivos de higiene e preservação da qualidade da água, a rede predial de distribuição manter-se-á isolada da rede de drenagem de águas residuais em todo o traçado.

2.6.3. CONSTITUIÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL

As redes de distribuição predial de água, segundo Pedrosa [9], são constituídas por ramal de ligação, ramal de introdução coletivo e individual, ramal de distribuição, ramal de alimentação e coluna (Fig. 7). No Quadro 1 apresentam-se os elementos descritos e respectivas definições.

Quadro 1 - Definição dos elementos constituintes da rede de distribuição predial

Elementos constituintes	Definição
Ramal de ligação	Canalização compreendida entre a rede pública e o limite da propriedade a abastecer.
Ramal de introdução coletivo	Canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais dos utentes.
Ramal de introdução individual	Canalização compreendida entre o ramal de introdução coletivo e os contadores individuais dos utentes; No caso de se destinar à alimentação de uma só habitação a canalização está compreendida entre o limite predial e o contador.
Ramal de distribuição	Canalização compreendida entre os contadores individuais e os ramais de alimentação.
Ramal de alimentação	Canalização destinada a alimentar os diferentes dispositivos de utilização instalados.
Coluna	Canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição.

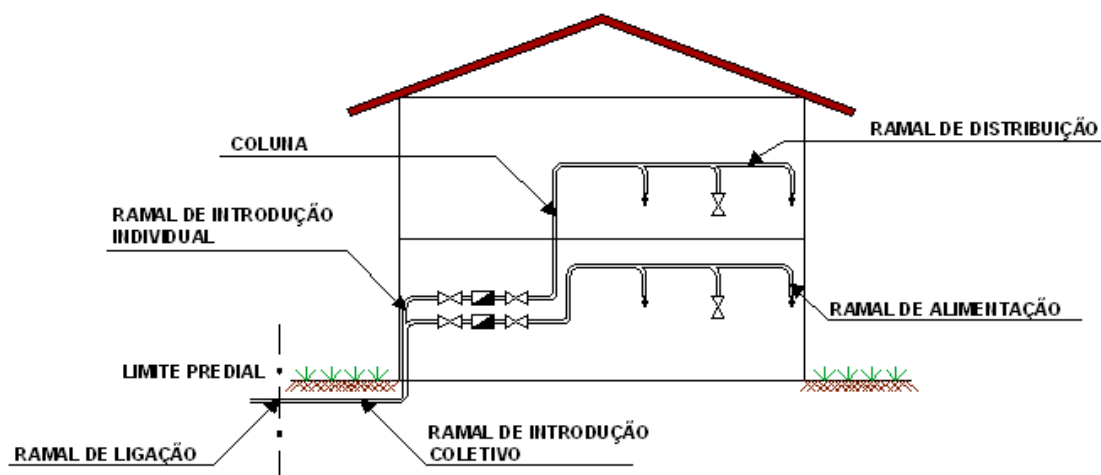


Fig. 7 - Rede de distribuição predial de água

2.6.4. TRAÇADO DA REDE

No DR n.º 23/95, artigo 95.º ponto 1 é referido que, “o traçado das canalizações prediais de água deve ser constituído por troços retos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a circulação do ar e considerando-se recomendável 0,5% como valor orientativo.”

As canalizações interiores da rede de abastecimento predial de água podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras ou tetos falsos, podem ainda ser embutidas ou embainhadas.

As canalizações não embutidas são fixadas por braçadeiras com um espaçamento em conformidade com as características do material. Devem ser consideradas a dilatação e a contração da tubagem na instalação de juntas e braçadeiras.

Quanto às canalizações exteriores podem ser colocadas em valas, paredes ou caleiras, devem estar sempre protegidas de ações mecânicas, assim como isolar termicamente as canalizações quando tal se mostra necessário.

As canalizações não devem ser instaladas, qualquer que seja a situação, sob elementos de fundação, locais de difícil acesso ou embutidas em elementos estruturais, chaminés, sistemas de ventilação ou pavimentos. Existe apenas uma exceção, as canalizações poderão ser embutidas em pavimentos quando as tubagens são flexíveis e embainhadas.

No traçado da rede deve adotar-se sempre pelo percurso de menor dimensão, além da poupança económica devido à redução da quantidade de materiais, ainda se verifica a diminuição dos diâmetros, menores perdas de carga e uma diminuição do tempo de retenção e percurso da água. Mais importante que estas vantagens é necessário que seja cumprido o desempenho, funcionalidade e requisitos necessários ao bom funcionamento de rede de distribuição de água a todos os pontos de utilização.

2.6.5. EXECUÇÃO DA REDE

O DR n.º 23/95 no artigo 95.º ponto 3 e 4, refere que as canalizações de água quente devem ser colocadas paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas, a distância mínima entre as canalizações é de 0,05 m. Refere ainda, no artigo 98.º ponto 1, que as tubagens destinadas à distribuição de água quente devem ser isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade.

De acordo com o mesmo DR, artigo 97.º, é ainda necessário considerar medidas destinadas a atenuar os possíveis fenómenos de corrosão, refere os seguintes aspetos para o efeito:

- a. As canalizações metálicas da rede serem executadas, de preferência, com o mesmo material;
- b. No caso de materiais diferentes, o material mais nobre ser instalado a jusante do menos nobre, procedendo-se ao isolamento das ligações por juntas dielétricas;
- c. O assentamento de canalizações metálicas de redes distintas fazer-se sem pontos de contacto entre si ou com quaisquer elementos metálicos da construção;
- d. O assentamento de canalizações não embutidas fazer-se com suportes de material inerte, do mesmo material ou de material de nobreza próxima inferior;
- e. O atravessamento de paredes e pavimentos fazer-se através de bainhas de material adequado inerte ou de nobreza igual ou próxima inferior ao da canalização;
- f. As canalizações metálicas serem colocadas, sempre que possível, não embutidas ou revestidas com materiais não agressivos;
- g. Ser evitado o assentamento de canalizações metálicas em materiais potencialmente agressivos;
- h. As canalizações enterradas serem executadas, preferencialmente, com materiais não corrosivos.

2.6.6. CONFORTO E QUALIDADE DOS SISTEMAS

Este aspeto é de extrema relevância para a instalação e traçado da rede. Os níveis de conforto e qualidade dos sistemas prediais de distribuição de água variam de acordo com as exigências funcionais e da tipologia do edifício em questão.

Pedroso [9], enumera os fatores que de certa forma podem influenciar os níveis de conforto e qualidade dos sistemas prediais de distribuição de água:

- a. Caudais disponibilizados;
- b. Pressões asseguradas;
- c. Coeficientes de simultaneidade;
- d. Isolamento térmico;
- e. Ruídos.

2.6.7. MATERIAIS CONSTITUINTES DAS TUBAGENS

No mercado português existe uma panóplia de materiais que podem constituir as redes de distribuição de água fria e quente. No dimensionamento das redes de distribuição a escolha do material deve ser considerada tendo em conta fatores económicos, condições de aplicação, a composição química da água e ainda a temperatura a que esta circula nas tubagens.

Referem-se os principais tipos de tubagens utilizadas na distribuição predial de água (Quadro 2). [9]

Quadro 2 - Materiais das tubagens na distribuição predial de água

Tubagens metálicas		Tubagens termoplásticas			
	Água fria	Água quente		Água fria	Água quente
Aço galvanizado	√	√	PVC	√	×
Cobre	√	√	PEX	√	√
Aço inox	√	√	PEAD	√	×
			PP	√	√

2.6.8. ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE

O Decreto Regulamentar n.º 23/95 faz referência a um extenso número de elementos acessórios à rede de distribuição. Neste contexto, apenas será feita referência aos elementos considerados mais relevantes.

2.6.8.1. Dispositivos de utilização

Os dispositivos de utilização têm por finalidade regular e/ou controlar o fornecimento de água, podem ser variadíssimos os dispositivos, como torneiras, fluxómetros, bocas de rega ou lavagem e autoclismos.



Fig. 8 - Exemplo de fluxômetro [32]



Fig. 9 - Exemplo de torneira [33]



Fig. 10 - Exemplo de autoclismo [34]

2.6.8.2. Válvulas

As válvulas são órgãos obrigatórios a instalar nas redes prediais de distribuição de água, que permitem variar o escoamento. Em termos regulamentares deve considerar-se a instalação de válvulas que têm diferentes finalidades e locais de instalação obrigatória, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipo de válvulas, sua funcionalidade e local de instalação

Tipos de válvulas	Finalidade	Locais de instalação obrigatória
Válvula de seccionamento	Impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos.	À entrada dos ramais de introdução individuais e dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e cozinhas; A montante de autoclismos, fluxômetros, máquinas de lavar roupa e loiça, equipamentos produtores de água quente e de purgadores de água; Imediatamente a montante e a jusante de contadores.
Válvula de retenção	Impedir a passagem de água num dos sentidos.	A montante de aparelhos produtores - acumuladores de água quente; No início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e domésticos.
Válvula de segurança	Manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga.	Na alimentação de aparelhos produtores - acumuladores de água quente.
Válvula redutora de pressão	Manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga.	Nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 KPa e ou as necessidades específicas do equipamento o exijam.
Válvula de regulação	Permitir a regulação do caudal.	

2.6.8.3. Contadores

Este elemento acessório da rede será descrito com pormenor no ponto 3.2.2.1. Devido à sua importância no tema abordado será feita a descrição detalhada deste acessório bem como a sua função e objetivo de utilização.

2.6.8.4. Instalações complementares

Os reservatórios e as instalações elevatórias sobrepessoras constituem as instalações complementares acessórias de uma rede, este tipo de instalações apenas é utilizada quanto tal se revele necessário. Estes elementos foram descritos em 2.4. e 2.5. respetivamente.

2.7. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA

Um sistema de distribuição predial de água fria deve garantir a qualidade e quantidade de água para satisfazer as necessidades em todos os pontos de utilização, isto é a todos os dispositivos de utilização instalados.

A instalação predial de distribuição de água fria engloba também as instalações de água quente e de combate a incêndio. A rede de distribuição de água fria é composta por tubos, válvulas, ramais de ligação, acessórios, contadores e quando necessário por bombas e reservatórios de água.

No dimensionamento hidráulico deste tipo de rede é necessário ter em conta os caudais de cálculo, as velocidades de escoamento (compreendida entre 0,5 e 2,0 m/s) e a rugosidade do material. O tipo de tubagem mais utilizada nas redes de distribuição predial de água fria (ver Quadro 2) são os tubos de aço galvanizado, cobre e aço inox (tubagens metálicas) e ainda os tubos de PVC, PEX, PEAD e PP (tubagens termoplásticas).

Ainda é feita referência à natureza dos materiais da rede predial de água no DR n.º 23/95 no artigo 99.º, em que as tubagens e acessórios constituintes da rede interior podem, entre outros, ser de cobre, aço inoxidável, aço galvanizado ou ainda PVC rígido no caso de canalizações de água fria não afetas a sistemas de combate a incêndios. Por outro lado, nas redes exteriores de água fria, as tubagens e acessórios podem ser de ferro fundido, fibrocimento, polietileno ou PVC rígido.

As canalizações de água fria, em zonas em que as temperaturas mínimas sejam muito baixas, devem ser isoladas para evitar o congelamento.

2.8. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE

2.8.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Os sistemas de produção e distribuição de água quente devem garantir as temperaturas mínimas, assegurar os caudais instantâneos e o volume de água quente disponibilizado em todos os dispositivos de utilização instalados. O dimensionamento da rede deve ter por objetivo uma resposta adequada aos consumos previsíveis nas condições mais frequentes de utilização, através da otimização do seu rendimento térmico, com a consequente minimização dos consumos energéticos. Se necessário deve recorrer-se à circulação forçada ou retorno.

A temperatura máxima admissível na rede de distribuição de água quente, segundo o Regulamento, é de 60 °C.

Estes sistemas devem também garantir, tal como na rede de distribuição de água fria, a quantidade e qualidade da água nas condições adequadas ao seu uso nos dispositivos de utilização instalados.

O dimensionamento da rede de distribuição de água quente segue os mesmos pressupostos da rede de água fria. O dimensionamento dos sistemas de distribuição predial de água é abordado exaustivamente no ponto 2.9.

O tipo de material mais utilizado nas condutas das redes de distribuição predial de água quente (ver Quadro 2) no que respeita às tubagens metálicas são os tubos de aço galvanizado, cobre e aço inox, sendo que o valor máximo da temperatura de água distribuída é de 60 °C exceto no aço inox que o limite é de 50 °C. Refere-se ainda o PEX e o PP que pertencem ao grupo das tubagens termoplásticas, neste tipo de material as temperaturas máximas admissíveis são substancialmente superiores, tendo como valores limites 95 °C e 100°C respetivamente.

Estas tubagens devem ser sempre isoladas, com material isolante de baixa condutibilidade térmica.

2.8.2. APARELHOS PRODUTORES DE ÁGUA QUENTE

O sistema de aquecimento de água, tal como a colocação dos aparelhos produtores, deve ser definido na fase de projeto, uma vez que a localização e instalação adequada exigem um estudo conjunto com as restantes especialidades, entre outras, as instalações elétricas, hidráulicas e de ventilação, pois interferem com o desenho do projeto destas especialidades.

Estes aparelhos, por questões de segurança, não podem ser instalados nas instalações sanitárias ou em locais que não se situem na envolvente exterior do edifício. A segurança dos aparelhos produtores de água quente deve ser sempre garantida pelo fabricante com ensaios de qualidade. [8]

Com a panóplia de opções existentes no mercado para aparelhos produtores de água quente, a primeira abordagem será o tipo de energia a ser utilizada para aquecer a água: energia elétrica, solar ou a gás. De seguida, define-se o sistema de alimentação dos equipamentos:

- a. Por acumulação - Nestes sistemas a água aquecida fica armazenada em acumuladores (termoacumuladores);
- b. De passagem (produção instantânea) - A água é aquecida gradualmente à medida que passa no aparelho (esquentadores).

De salientar, a possibilidade de combinar ambos os sistemas de alimentação dos equipamentos. As caldeiras murais, descritas no ponto 2.8.2.3, são exemplo disso.

A escolha do sistema de alimentação a instalar vai depender das características do edifício de habitação, e será função das necessidades instantâneas e horárias de água quente tal como da análise económica das soluções disponíveis. É importante considerar a necessidade de água não só para o uso sanitário mas também para o aquecimento central ou a climatização. [8]

2.8.2.1. Aparelhos de acumulação (termoacumuladores)

Os aparelhos de produção por acumulação, designados vulgarmente de termoacumuladores podem ser abastecidos com energia elétrica ou a gás.

Estes aparelhos produtores de água quente permitem o armazenamento da água aquecida de forma a poder ser utilizada quando necessária. Possuem um reservatório isolado termicamente, para que a água armazenada permaneça à temperatura desejada até ser necessária nos dispositivos de utilização.

Os termoacumuladores elétricos permitem o armazenamento de água a uma temperatura com limites estabelecidos por um sistema de regulação e controlo, segundo Pedroso [9] esses valores são geralmente entre 60 °C e 65 °C. O aquecimento da água é feito através de resistências elétricas.

Os termoacumuladores a gás são constituídos por um queimador a gás que tem como função aquecer a água, a temperatura da água armazenada não deve exceder os 60 °C.

Quando se compara as duas formas de abastecimento aos aparelhos de produção por acumulação verificam-se algumas diferenças, são apresentadas no Quadro 4 algumas das vantagens de cada um.

Quadro 4 - Vantagens dos termoacumuladores elétricos e a gás

Termoacumulador elétrico	Termoacumulador a gás
 Fig. 11 - Exemplo de termoacumulador elétrico [26] Maior capacidade de armazenamento de água. Necessita de menos espaço para a instalação.	 Fig. 12 - Exemplo de termoacumulador a gás [27] Permitem a alimentação simultânea de um maior número de dispositivos de utilização. Tempo para a reposição da quantidade de água armazenada à temperatura pretendida menor.

2.8.2.2. Aparelhos de produção instantânea a gás (esquentadores)

O aparelho de produção instantânea, designado vulgarmente por esquentador, permite o fornecimento instantâneo de água quente. De acordo com Pedroso [9], as potências úteis destes aparelhos variam entre 17 KW e 28 KW.



Fig. 13 - Exemplo de esquentador [28]

A vantagem ao utilizar este tipo de aparelho produtor de água quente está no facto de se encontrar facilmente e a preços de venda bastante competitivos. Como desvantagens realça-se o desperdício significativo de água fria até que a água quente chegue ao dispositivo em uso, o facto de necessitarem de possuir grande potência de produção, e ainda da sua aplicação estar restrita a um reduzido número

de dispositivos de utilização. Esta última desvantagem não é relevante em edifícios habitacionais do tipo multifamiliar, o número de dispositivos de utilização instalados neste tipo de edifícios é reduzido e o esquentador tem capacidade suficiente para garantir todas as condições necessárias ao conforto dos utilizadores.

De salientar a importância de instalar um aparelho de produção instantânea a gás num local adequado, com remoção de ar adequada e suficiente devido à libertação de gases.

2.8.2.3. Caldeiras murais a gás

Este tipo de aparelho pode ser de produção instantânea ou produção com acumulação. São muitas vezes sistemas mistos que combinam a produção de água quente para aquecimento central (circuitos fechados) com a produção instantânea de água quente sanitária. Nesta última comportam-se como vulgares esquentadores ou podem, através de um circuito primário de aquecimento, promover a acumulação de água quente em depósitos de água.



Fig. 14 - Exemplo de caldeira mural a gás [30]

As caldeiras de produção instantânea, de acordo com Pedroso [9], tem um desempenho funcional muito semelhante aos esquentadores, distinguem-se destes fundamentalmente por serem dotados de um circuito interno de circulação de água e regulação termostática da sua temperatura e possuem normalmente potências que oscilam entre 23 KW e 28 KW.

Por outro lado, Pedroso [9] refere que, a caldeira de produção com acumulação consiste na acoplação de um reservatório de acumulação à caldeira mural, o que vai permitir uma considerável redução da potência de utilização, para além de assegurar um melhor nível de conforto face às necessidades do consumo, através da disponibilização de um determinado volume de água a uma temperatura perfeitamente estabilizada.

2.8.2.4. Produção por energia solar

De acordo com Pedroso [9], estes sistemas, vulgarmente constituídos por superfícies de captação da energia solar (coletores solares), são associados a um reservatório de acumulação, onde a água armazenada é aquecida através do aproveitamento do calor libertado pela água aquecida nos coletores solares.

A produção de água quente por energia solar é normalmente associado a uma outra unidade de produção alimentada com outro tipo de energia, geralmente elétrica. Tal sucede para suprir as

possíveis falhas solares, pois os sistemas de produção de água quente por energia solar normalmente não permite a satisfação total das necessidades e conforto dos utilizadores.



Fig. 15 - Exemplo de coletor solar [29]

Os coletores solares, que permitem a produção de água quente através da energia solar, são obrigatórios segundo a legislação atual Portuguesa. Daí que nos edifícios habitacionais recentes se verifique cada vez mais a utilização deste tipo de sistema produtor de água quente ainda que juntamente com outro sistema de produção.

O coletor solar é vulgarmente utilizado para cumprimento das exigências do RCCTE, tais como as preocupações ambientais e de eficiência energética.

O RCCTE, Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios, estabelece as regras a observar no projeto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados de modo que as exigências de conforto térmico, entre outras as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia.

Aplica-se o RCCTE (artigo 2.º), a cada uma das frações autónomas de todos os novos edifícios de habitação, a todos os novos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados, a grandes intervenções de remodelação ou de alteração da envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias e ainda as ampliações de edifícios existentes.

No artigo 7.º ponto 2, é referido que o recurso a sistemas de coletores solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios abrangidos pelo RCCTE é obrigatório sempre que haja uma exposição solar adequada, na base de 1 m² de coletor por ocupante convencional previsto.

Em alternativa à utilização de coletores solares térmicos podem ser utilizadas, de acordo com o RCCTE ponto 4 do artigo 7.º, quaisquer outras formas renováveis de energia que captem, numa base anual, energia equivalente à dos coletores solares. É admitida a contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis (solar fotovoltaica, biomassa, eólica, geotérmica, etc.) para a preparação de água quente sanitária, bem como quaisquer formas de recuperação de calor de equipamentos ou de fluidos residuais.

2.9. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA

2.9.1. ENQUADRAMENTO GERAL

No dimensionamento das redes de distribuição predial de água quente e fria devem merecer particular atenção os seguintes aspetos:

- a. Condições de funcionamento das redes (pressões, velocidades de escoamento, calibres, perdas de carga, características e adequabilidade dos materiais, órgãos/dispositivos e equipamentos);
- b. Qualidade e durabilidade das redes;
- c. Requisitos exigíveis de níveis de conforto, nos seus múltiplos aspetos (salubridade, estanqueidade, solidez e defesa contra o risco de incêndio, isolamento acústico e térmico);
- d. Definição das condições específicas de execução, instalação de órgãos e equipamentos;
- e. Otimização de soluções em função dos objetivos/necessidades do(s) utilizador(es) tendo presente a necessária conciliação de custos.

O dimensionamento das redes de abastecimento de água é de extrema importância na fase de conceção e execução de um projeto de instalações prediais. Só com uma rede bem implantada e traçada e condutas bem dimensionadas será possível ter um sistema predial a funcionar em perfeitas condições e a satisfazer as necessidades dos utentes.

É fundamental obter um nível satisfatório de desempenho funcional dos sistemas de distribuição predial de água. Para tal, é necessário o conhecimento de prescrições de carácter técnico e regulamentar e de uma metodologia de cálculo adequada.

2.9.2. ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA HIDRÁULICA

É feita uma abordagem sistemática e pouco exaustiva dos elementos fundamentais da hidráulica, necessários ao dimensionamento, para poder ser feito um enquadramento dos conceitos referidos ao longo deste ponto e para melhor perceção e entendimento dos mesmos. Estes elementos encontram-se em qualquer livro alusivo à especialidade de hidráulica.

2.9.2.1. Lei hidrostática de pressão

A pressão num líquido em repouso obedece a esta lei, que é traduzida pela expressão (2) conhecida como equação fundamental da hidrostática.

$$\frac{p}{\gamma} + Z = \text{constante} \quad (2)$$

tal que,

P - pressão em determinado ponto (Pa)

γ - peso volúmico do líquido (N/m³)

Z - cota geométrica desse ponto relativa a um plano horizontal de referência (m)

A constante é designada por cota piezométrica relativa ao plano de referência considerado. A lei hidrostática de pressões pode enunciar-se da seguinte forma, a cota piezométrica é constante em todos os pontos do líquido em repouso.

A pressão verificada num ponto de um recipiente provocada pelo líquido nele contido, de acordo com Pedroso [7] pode ser determinada através de um manómetro ligado ao recipiente cuja outra extremidade esteja em contacto com o meio ambiente.

2.9.2.2. Teorema de Bernoulli

Para líquidos perfeitos e movimentos permanentes, a energia mecânica total por unidade de peso do líquido é constante ao longo de cada trajetória. A energia total é traduzida pela expressão:

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

tal que,

$\frac{P}{\gamma}$ - altura piezométrica

Z - cota geométrica de posição da unidade de peso de líquido submetido à pressão P (m)

$\frac{V^2}{2g}$ - altura cinética

V - velocidade de escoamento (m/s)

g - aceleração da gravidade (m/s^2)

α - coeficiente de Coriolis

O coeficiente de Coriolis apresenta os seguintes valores, para determinado tipo de escoamento:

- a. Secção de velocidade uniforme $\alpha = 1$;
- b. Escoamento uniforme em secção circular e regime laminar $\alpha = 2$;
- c. Regime turbulento $\alpha = 1,1$.

Importa realçar que o somatório da altura piezométrica e da cota geométrica designa-se de cota piezométrica.

Pedroso [9] refere ainda que, os escoamentos em regime turbulento são os que mais se verificam nas aplicações práticas além disso, como o parâmetro $V^2/2g$ é significativamente mais pequeno do que os outros dois poder-se-á tomar o valor de α igual a 1 sem grande erro.

2.9.2.3. Equação de continuidade

Para escoamentos permanentes de líquidos tomados como incompressíveis é considerada a seguinte equação da continuidade:

$$Q = V \times S \quad (4)$$

tal que,

Q - caudal escoado (l/s)

V - velocidade de escoamento (m/s)

S - secção de passagem do fluido escoado (m^2)

A secção é traduzida pela expressão:

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (5)$$

tal que,

D - diâmetro da secção (m)

2.9.2.4. Perdas de carga contínuas

Em escoamentos sob pressão, as perdas de carga contínuas (que ocorrem ao longo das tubagens – percurso) podem ser determinadas através da expressão de Darcy e Weisbach (6), válida para qualquer líquido.

$$J = \lambda \times \frac{V^2}{D \times 2g} \quad (6)$$

tal que,

J - perda de carga (m/m)

λ - coeficiente de resistência

V - velocidade de escoamento (m/s)

D - diâmetro da tubagem (m)

g - aceleração da gravidade (m/s²)

A determinação do coeficiente de resistência λ , pode ser obtida através de inúmeras expressões, a mais utilizada é a de Colebrook-White. O estudo desenvolvido por Colebrook e White possibilitou o estabelecimento de uma lei válida para todos os escoamentos turbulentos em tubos circulares, que é representada pela expressão:

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

tal que,

λ - coeficiente de resistência

ε - rugosidade absoluta (mm)

D - diâmetro da tubagem (mm)

Re - número de Reynolds

Pela expressão (7), o valor do coeficiente de resistência λ , apenas pode ser determinado por processos iterativos ou gráficos.

2.9.2.5. Perdas de carga localizadas

As perdas de carga localizadas, nas redes interiores, podem dever-se aos acessórios de ligação, válvulas, contadores entre outros. Estas perdas podem traduzir-se pela expressão:

$$\Delta H_L = K \times \frac{V^2}{2g} \quad (8)$$

tal que,

ΔH_L - perda de carga localizada (m)

K - coeficiente de perdas de carga localizadas

2.9.3. CAUDAL INSTANTÂNEO

Após a correta definição dos traçados da rede predial, definidos os dispositivos a abastecer e sua localização, o passo seguinte será dimensionar as condutas.

Para tal estimam-se os caudais instantâneos a assegurar nos dispositivos de utilização. O Quadro 5 apresenta os valores unitários mínimos a adotar no dimensionamento dos sistemas prediais de abastecimento de água referidos no Decreto Regulamentar.

Os caudais instantâneos são os caudais necessários e suficientes que garantem o abastecimento nas condições desejadas de conforto a todos os dispositivos de utilização instalados, tendo em conta as características específicas de cada um.

Quadro 5 - Caudais instantâneos (mínimos) [7]

Dispositivos de utilização	Caudais mínimos (instantâneos) [l/s]
Lavatório individual (Lv)	0,10
Lavatório coletivo (por bica)	0,05
Bidé (Bd)	0,10
Banheira (Ba)	0,25
Chuveiro individual (Ch)	0,15
Pia de despejos com torneira de Ø15 mm (Pd)	0,15
Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
Mictório com torneira individual (Mi)	0,15
Pia lava-louça (LI)	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça (MI)	0,15
Máquina de lavar roupa (Mr)	0,20
Tanque (Tq)	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou lavagem de Ø15 mm	0,30
Boca de rega ou lavagem de Ø20 mm	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações dos fabricantes

2.9.4. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE

Os coeficientes de simultaneidade são considerados de forma a ter em conta a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos dispositivos de utilização na determinação dos caudais de cálculo.

O coeficiente de simultaneidade, de acordo com o Decreto Regulamentar, pode ser obtido por via analítica ou gráfica resultante de dados estatísticos aplicáveis.

2.9.4.1. Método preconizado pelo Regulamento

É apresentado um ábaco na Fig. 16, que tem em conta o coeficiente de simultaneidade, e permite a obtenção direta dos caudais de cálculo a partir dos caudais acumulados. Este ábaco é considerado em casos de habitações sem fluxómetros e com nível de conforto médio.

O ábaco encontra-se no Decreto Regulamentar n.º 23/95 no Anexo XI.

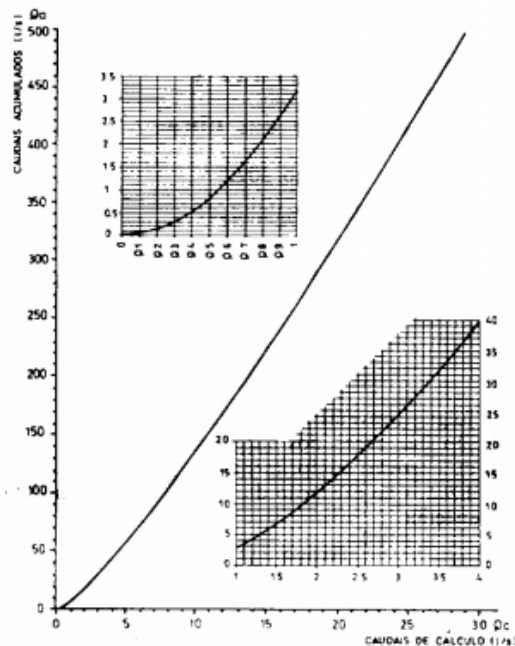


Fig. 16 - Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados [7]

Além do método proposto pelo Regulamento, Pedroso [9] refere outros dois métodos para a obtenção dos coeficientes de simultaneidade.

2.9.4.2. Método do cálculo das probabilidades

A teoria das probabilidades permite a determinação do número de dispositivos de utilização em funcionamento simultâneo, através de uma fórmula obtém-se o número de dispositivos em função da totalidade de dispositivos a alimentar.

Conhecida a quantidade, m , de aparelhos instalados a alimentar, através da expressão (9) obtém-se o número, n , de dispositivos de utilização com probabilidade de funcionamento simultâneo, considerando os intervalos de tempo T e t , para um período de tempo de procura máxima diária, P .

$$\log \left(\frac{T}{t} \right)^{n-1} - \log \left(\frac{P}{T} \right) = \log C_n^N \quad (9)$$

tal que,

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

Este método de cálculo foi praticamente erradicado, devido à dificuldade do estabelecimento de valores coerentes com as realidades sociais dos diferentes países e mesmo de regiões para as grandezas P, T e t.

De acordo com Pedroso [9], podem ser adotados valores para as grandezas referidas, P, T e t, apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Valores de P, T e t [9]

Tipos de consumos		P (horas)	T (min)	t (min)
Edifícios de habitação e hotéis	Lavatórios, bidés e autoclismos	2	20	2
	Fluxómetros		20	2/60
	Banheiras		60	10

2.9.4.3. Método do coeficiente de simultaneidade

Através da fórmula (10) e com base no número total de dispositivos a alimentar, determina-se o número de dispositivos de utilização em funcionamento simultâneo.

$$x = \frac{1}{\sqrt{N-1}} \quad (10)$$

tal que,

x - coeficiente de simultaneidade

N - número de dispositivos considerados

Apenas se poderá aplicar esta expressão quando o número de dispositivos de utilização considerados, N, seja superior a 2, para valores inferiores deve considerar o coeficiente de simultaneidade unitário.

Com base na expressão (10) obtém-se os valores apresentados no gráfico da Fig. 17 que relaciona os valores do coeficiente de simultaneidade, x, com a totalidade do número de dispositivos instalados, N.

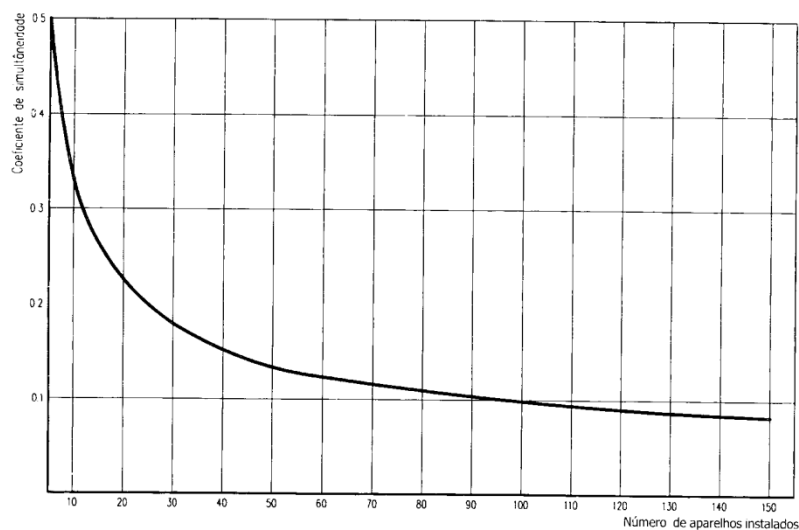


Fig. 17 - Coeficientes de simultaneidade em função do número de dispositivos de utilização [9]

2.9.5. CAUDAL DE CÁLCULO

Os caudais de cálculo são caudais que servem de base ao dimensionamento das tubagens, obtidos a partir do caudal acumulado afetado por um coeficiente de simultaneidade. O caudal acumulado referido é o somatório dos caudais instantâneos dos dispositivos de utilização instalados, por outro lado entende-se por coeficiente de simultaneidade, como referido no ponto anterior, a probabilidade de ocorrência do funcionamento não simultâneo dos dispositivos de utilização.

O caudal de cálculo traduz-se pela seguinte expressão:

$$Q_c = K \times Q_{ac} \quad (11)$$

tal que:

Q_c - Caudal de cálculo (l/s)

K - Coeficiente de simultaneidade

Q_{ac} - Caudal acumulado (l/s)

Importa realçar quando a instalação comporta fluxómetros, ao caudal de cálculo obtido de acordo com o referido anteriormente deve ainda adicionar-se o caudal de cálculo dos fluxómetros, a determinar de acordo com o Quadro 7 e pela expressão (12).

$$Q_c = K \times Q_{ac} + n \times Q_i \quad (12)$$

tal que,

n - número de fluxómetros em utilização simultânea

Q_i - caudal instantâneo atribuído ao fluxómetro (l/s)

Quadro 7 - Número de fluxómetros em utilização simultânea [7]

Número de fluxómetros instalados	Número de fluxómetros em utilização simultânea
3 a 10	2
11 a 20	3
21 a 50	4
Superior a 50	5

O caudal de cálculo em habitações, considerando um nível de conforto médio, além do método preconizado pelo regulamento (descrito em 2.9.4.1.) poderá ainda ser calculado pelas seguintes expressões:

$$\text{Se } Q_{ac} \leq 3,5 \text{ l/s, } Q_c = 0,5469 \times Q_{ac}^{0,5137} \quad (13);$$

$$\text{Se } 3,5 \text{ l/s} < Q_{ac} \leq 25 \text{ l/s, } Q_c = 0,5226 \times Q_{ac}^{0,5364} \quad (14);$$

$$\text{Se } 25 \text{ l/s} < Q_{ac} \leq 500 \text{ l/s, } Q_c = 0,2525 \times Q_{ac}^{0,7587} \quad (15).$$

2.9.6. DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS

O dimensionamento das tubagens é feito tendo em contas alguns aspetos essenciais para o correto funcionamento da rede predial. É função do caudal e da pressão mínima a assegurar nos dispositivos de utilização instalados, do seu desenvolvimento e altura de distribuição tal como da rugosidade dos materiais que constituem a tubagem.

De acordo com o DR n.º 23/95 artigo 87.º, e como foi referido anteriormente, as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 KPa e 600 KPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 KPa e 300 KPa.

A velocidade, de acordo com o Regulamento, deve situar-se entre 0,5 m/s e 2,0 m/s, é ainda função da pressão disponível na rede pública. O valor recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, não deve ultrapassar 1,20 m/s, sobretudo nas canalizações instaladas no interior das habitações em virtude da sua proximidade com as áreas de descanso (quartos) das mesmas.

Após a obtenção do caudal de cálculo de acordo com o referido em 2.9.5., determina-se o diâmetro da tubagem e respetiva perda de carga de percurso. Como refere Pedroso [11], pode obter-se através da fórmula de Flamant (16).

$$D \times J = 4b \sqrt[4]{\frac{V^7}{D}} \quad (16)$$

tal que:

D - diâmetro interior (m)

J - perda de carga de percurso (m/m)

V - velocidade de escoamento (m/s)

b - fator caracterizador da rugosidade do material

O fator caracterizador da rugosidade do material pode tomar os valores de $b = 0,00023$ adequado às tubagens de aço, $b = 0,000152$ para tubagens de cobre ou aço inox ou ainda $b = 0,000134$ adequado para tubagens de materiais plásticos.

As perdas de carga ocorrem ao longo das tubagens, designadas de perdas de carga de percurso, mas existem outras provocadas pelas singularidades existentes, designadas de perdas de carga localizadas. Pedroso [9], refere que um incremento de 20% às perdas de carga de percurso é um valor que traduz de certa forma a incidência de perdas de carga provocadas pelas singularidades existentes nas tubagens.

Por outro lado, Afonso [1] refere que, nas redes prediais, as perdas de carga localizadas apresentam elevada ordem de grandeza comparativamente com as perdas de carga contínuas, razão pela qual não podem ser ignoradas.

3

CONSUMOS DOMÉSTICOS (EDIFÍCIOS HABITACIONAIS) – ESTADO DE ARTE

3.1. CONSUMO DE ÁGUA

3.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

O consumo humano de água é por natureza estocástico e muito variável no tempo [4].

O clima, padrão de vida e hábitos da população, sistema de fornecimento e cobrança (serviço medido ou não), qualidade da água fornecida, custo da água (tarifa), pressão na rede distribuidora, consumo comercial, consumo industrial, consumo público, existência de rede de esgotos e perdas no sistema, são alguns dos principais fatores que influenciam o consumo de água numa localidade. [3]

A água consumida pelos utentes pode classificar-se em função do fim a que se destina da seguinte forma:

- a. Consumos domésticos;
- b. Consumos industriais e comerciais;
- c. Consumos públicos;
- d. Combate a incêndios;
- e. Fugas e perdas.

Assim sendo, o consumo de água é função do tipo de edifício (residencial, hospitalar, escolar, hoteleiro, etc.), mas também das características de consumo das populações (grandes e pequenos aglomerados, níveis de vida, etc.).

De acordo com Marques *et al.* [10], embora em média cerca de 90% dos consumidores sejam domésticos, a utilização doméstica representa pouco mais de 40% da totalidade da água fornecida às áreas urbanas. Apesar de não se tratar de um consumo propriamente dito as fugas e perdas têm uma parcela bastante significativa da água fornecida. Apenas uma pequena parte da água fornecida pelo sistema é efetivamente consumida, sendo a restante rejeitada nos sistemas de drenagem.

Importante realçar que na elaboração do estudo efetuado apenas se faz referência aos consumos domésticos, visto o caso de estudo se tratar de uma avaliação de captações em edifícios habitacionais.

3.1.2. CONSUMO DE ÁGUA QUENTE

O consumo de água quente num edifício varia de acordo com o número de utilizadores, do número de dispositivos de utilização instalados, do nível de conforto pretendido e ainda do tipo de edifício (residencial, hospitalar, escolar, hoteleiro, entre outros).

Os consumos de água quente para fins domésticos e sanitários não são determinados através de fórmulas matemáticas, mas sim através do tratamento estatístico das probabilidades de consumo ou tendo por base valores obtidos experimentalmente. [9]

O consumo de água quente será certamente inferior ao de água fria, além deste tipo de consumo não ser utilizado em todos os dispositivos de utilização instalados na habitação também não é usado tão frequentemente e em simultaneidade como o consumo de água fria.

3.2. CONSUMOS DOMÉSTICOS

3.2.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Segundo Marques *et al.* [10], a quantidade de água necessária para satisfazer os consumos domésticos depende do número de habitantes e do respetivo consumo unitário, bem como das respetivas evoluções no tempo.

As formas de consumo de água para uso doméstico, de acordo com Netto [3], podem ser para descargas de bacias sanitárias, asseio corporal, cozinha, bebida, lavagem de roupas, rega de jardins e quintais, limpeza geral e lavagem de automóveis.

3.2.2. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS

As formas mais comuns de determinar o consumo médio global são:

- a. Macromedição - Medição direta dos volumes de água fornecida à rede através de grupos elevatórios, reservatórios e/ou condutas adutoras;
- b. Micromedição - Medição dos volumes de água consumida. As fugas e perdas devem ser adicionadas aos valores obtidos de micromedição, só assim se pode obter os caudais de cálculo a considerar para o estudo do dimensionamento;
- c. Estimação com base no tipo de ocupação urbanística, no número de habitantes servidos, no estado de conservação da rede, etc. [12]

De acordo com Afonso [13], os consumos de água obtidos através da leitura dos contadores dos consumidores (micromedição) não devem ser tomados como captações de cálculo para o dimensionamento das redes, mesmo quando envolvam todos os tipos de consumidores (domésticos, comerciais, públicos, etc.). Contudo, sempre se poderá afirmar que podem ser tomados em consideração como base para a determinação das captações, sempre e que se tomem as convenientes precauções para eliminar eventuais situações que prejudiquem a sua correta avaliação como abaixo no desenvolvimento deste trabalho melhor se verá.

3.2.2.1. Contadores

O contador de água domiciliário é um elemento acessório da rede de distribuição predial de água. É instalado com o propósito de medir o consumo de água dos utilizadores nas suas habitações e normalmente localiza-se entre o ramal de derivação e a instalação domiciliar.



Fig. 18 - Exemplo de contador [41]

A existência ou não de contadores em situações extremas de calor e frio é um fator que influencia consideravelmente os valores de captação. Quando não existem contadores é sistemático observar os desperdícios nos sistemas, quando estes existem contribuem para a economia e estabilização do consumo de água.

Em países com climas quentes e áridos é maior a necessidade de banhos e regas já nos climas frios, para impedir que as tubagens congelem é usual deixar dispositivos de utilização parcialmente abertos [10].

De acordo com o DR n.º 23/95, a definição do tipo, calibre e classe metrológica do contador a instalar compete à entidade gestora, os parâmetros que determinam a definição do contador são:

- a. As características físicas e químicas da água;
- b. A pressão de serviço máxima admissível;
- c. O caudal de cálculo previsto;
- d. A perda de carga que provoca.

Os contadores devem ser instalados obrigatoriamente um por cada consumidor, colocados isoladamente ou em conjunto, este ultimo designado por bateria de contadores. O espaço destinado à instalação de contadores e seus acessórios é da responsabilidade da entidade gestora.

Devem localizar-se no interior dos edifícios, na zona de entrada ou em zonas comuns, consoante se trate de um ou vários consumidores. Nos edifícios com logradouros os contadores devem localizar-se no logradouro junto à zona de entrada contígua com a via pública, no caso de um ou mais consumidores, ou no interior do edifício em zonas comuns, no caso de vários consumidores.

De acordo com o Decreto Regulamentar, a periodicidade normal de leitura dos contadores pela entidade gestora é feita no mínimo de quatro em quatro meses.

3.2.3. CAPITAÇÃO

O consumo médio diário por habitante, ou seja, a captação, é obtido a partir da divisão do consumo anual de água pelo número total de habitantes (taxa de ocupação) e pelo número de dias do ano.

Alegre *et al.* [4], define captação de três formas, as mais comuns:

- a. Razão entre o consumo doméstico médio diário medido e o número de habitantes;
- b. Razão entre o consumo total médio diário medido (incluindo todos os tipos de consumidor) e o número de habitantes;
- c. Razão entre o volume médio de água fornecido diariamente à rede e o número de habitantes.

3.2.4. VALORES REGULAMENTARES PARA A CAPITAÇÃO

O Regulamento Geral dos sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95) no artigo 12.º e 13.º faz referência às captações e consumos domésticos. Assim sendo, de acordo com estes artigos do Regulamento é necessário ter em atenção os seguintes aspetos:

- a. A elaboração de estudos de sistemas de distribuição de água deve basear-se no conhecimento dos consumos de água, quando existam e sejam representativos, os quais podem ser obtidos a partir dos registos dos serviços de exploração dos sistemas existentes;
- b. Com base nos valores do consumo de água e da população obtém-se a captação média anual atual e, a partir desta, estima-se a sua evolução previsível;
- c. Quando não se disponha de informação correta dos consumos, os valores da captação são estimados atendendo à dimensão e características do aglomerado, ao nível de vida da população e seus hábitos higiénicos e às condições climáticas locais;
- d. As captações na distribuição exclusivamente domiciliária não devem, qualquer que seja o horizonte de projeto, ser inferiores aos seguintes valores:
 - i. 80 l/ habitante/ dia até 1000 habitantes;
 - ii. 100 l/ habitante/ dia de 1000 até 10 000 habitantes;
 - iii. 125 l/ habitante/ dia de 10 000 até 20 000 habitantes;
 - iv. 150 l/ habitante/ dia de 20 000 até 50 000 habitantes;
 - v. 175 l/ habitante/ dia acima de 50 000 habitantes.

Importa realçar o facto destas captações, dispostas no artigo 13.º, apenas serem aplicadas ao abastecimento público. Um dos grandes problemas na legislação atual portuguesa, no que respeita ao consumo de água, é a falta de limites para os valores mínimos admissíveis no abastecimento predial.

O Regulamento Geral das Canalizações de Água e de Esgoto de 1943 foi o antecessor do Decreto Regulamentar n.º 23/95. As captações mínimas, utilizadas no cálculo das redes gerais de canalizações de distribuição dependem do tipo de distribuição e o número de habitantes, assim sendo os valores de captação mínima para a distribuição domiciliária em povoações, referidas no RG [38] ponto 20, são os seguintes:

- a. 100 l/ habitante/ dia até 10 000 habitantes;
- b. 150 l/ habitante/ dia de 10 000 até 20 000 habitantes;
- c. 200 l/ habitante/ dia de 20 000 até 50 000 habitantes;
- d. 250 l/ habitante/ dia acima de 50 000 habitantes.

De notar, que o presente Decreto Regulamentar propõe alguns limites mais baixos para a distribuição domiciliária.

Em cada município, a empresa responsável pelo abastecimento de água adota diferentes valores mínimos, respeitando o Regulamento, de captações para o consumo doméstico. Como exemplo, o Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto [14] refere no artigo 13.º que, as captações na distribuição exclusivamente doméstica não devem, qualquer que seja o horizonte de projectão, ser inferior a 250 l/(hab*dia).

Mais recente que o DR n.º23/95, o DL n.º 306/2007 (diretiva relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano) refere na alínea g do Anexo III o seguinte: “Volumes médios diários anuais à entrada das zonas de abastecimento, no caso das entidades gestoras em baixa. Os volumes indicados pela entidade gestora devem ser preferencialmente medidos. Na ausência destes valores, deve -se

utilizar a captação 200 l/hab/dia. Quando uma entidade gestora adquire a água a outra, deve considerar o volume médio diário comprado”.

3.2.5. VALORES DE CAPITAÇÃO EM ESTUDOS EFECTUADOS

3.2.5.1. Estudo do INSAAR

O INSAAR, Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento Água e de Águas Residuais, elabora um relatório do estado do abastecimento de água e do tratamento de águas residuais. O relatório disponível mais antigo é referente aos dados do ano de 2005 (relatório INSAAR 2006) sendo o mais recente com dados do ano de 2009 (relatório INSAAR 2010), pela sua importância no tema abordado será feita referência ao indicador de captação de água doméstica.

De acordo com o relatório do INSAAR o indicador captação de água doméstica é calculado com base no volume distribuído e na população atendida das redes de distribuição de água, e para os casos de ausência de dados de população atendida e de volumes fornecidos para o sector doméstico para o ano em estudo. Apenas foram consideradas as componentes com dados referentes ao ano em causa ou importados da campanha anterior.

A partir das tabelas apresentadas nos relatórios do ano de 2006 [18], 2007 [19], 2008 [20], 2009 [21] e 2010 [22], obtiveram-se os valores correspondentes à captação de água doméstica. A Fig. 19 apresenta os valores de captação obtidos para o Continente e por Região Hidrográfica, calculados com dados de população residente relativos aos anos de 2005 a 2009..

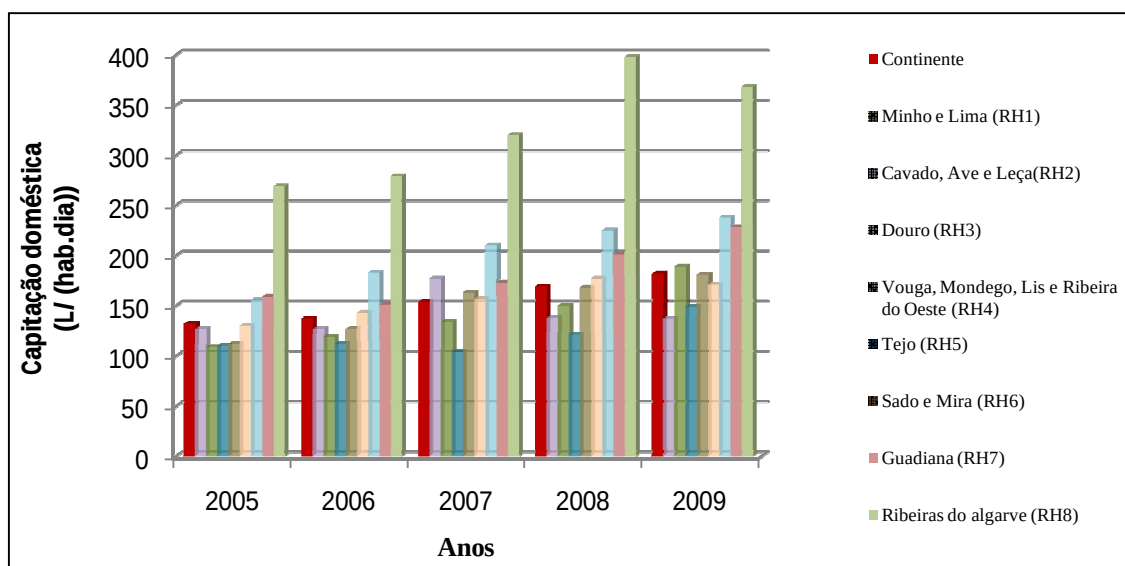


Fig. 19 - Captação doméstica no Continente e por região hidrográfica dos anos de 2005 a 2009, INSAAR

Como é possível observar, pelo gráfico obtido a partir dos valores apresentados nos relatórios do INSAAR, o valor da captação doméstica anual no Continente Português (barra vermelha) tem vindo a aumentar no decorrer dos anos analisados.

3.2.5.2. Estudo da AQUAPOR

A AQUAPOR realizou uma análise do consumo de água em Portugal em Novembro de 2009, este estudo é bastante recente pelo que pode demonstrar muito bem a realidade atual.

A unidade analisada, neste estudo da AQUAPOR, é o contador e o respetivo consumo, tendo-se assumido que a cada cliente corresponde um contador e uma habitação [23].

Assim, foram ordenados, por mês, todos os consumos, de todos os contadores, desde Janeiro de 2005 até Dezembro de 2008. Esta amostra representa um número muito significativo de registos, 4.334.240 registos.

O estudo incidiu sobre os consumidores de 10 Municípios, a saber: Alcanena, Alenquer, Batalha, Carregal do Sal, Mortágua, Santa Comba Dão, Setúbal, Tábua, Tondela e Trancoso. Esta amostra representa 288 mil habitantes, cerca de 2,8% da população do país, valor considerado significativo para perceber as tendências de consumo no país.

As freguesias abrangidas têm características mistas, isto é, engloba freguesias com aglomerados urbanos e freguesias com zonas rurais.

Analisando os dados, a AQUAPOR obteve para o conjunto da população analisada, a distribuição anual das captações domésticas (água consumida diariamente por cada habitante, objeto do presente estudo) apresentada na Fig. 20.

Ano	2005	2006	2007	2008
Capitação Doméstica (litros/hab.dia)	115	107	108	109

Fig. 20 - Distribuição anual das captações domésticas, AQUAPOR [23]

Contudo, a captação total, correspondente à água efetivamente necessária por cada habitante, é cerca de 2,2 vezes mais do que a captação doméstica. A captação total inclui, rega de jardins e espaços públicos, lavagem de ruas, consumos autárquicos e de organismos sociais, comércio, indústria e serviços de pequena dimensão, perdas de água comerciais, perdas de água relativas a ligações clandestinas ou não autorizadas e por último perdas de água nas redes de distribuição.

Assim sendo, a AQUAPOR, obteve a distribuição anual das captações totais apresentadas na Fig. 21.

Ano	2005	2006	2007	2008
Capitação Total (litros/hab.dia)	253	243	243	230

Fig. 21 - Distribuição anual das captações totais, AQUAPOR [23]

Os valores de captação total apenas se apresentam por curiosidade e complemento do estudo efetuado pela AQUAPOR, ainda assim, volta a salientar-se que o objetivo da presente dissertação apenas se restringe às captações domésticas.

O estudo da AQUAPOR analisou ainda dados realizados por outras entidades, tentando assim comparar as captações portuguesas com as europeias.

A EUREAU, Federação Europeia das Associações Nacionais dos Serviços de Água e Águas Residuais, no seu relatório de 2008, que agrega informação de 29 países, apresentou valores médios (Fig. 22) para as captações europeias.

Ano	2008
Captação Doméstica (litros/hab.dia)	183

Fig. 22 - Valores médios para as captações europeias, EUREAU [23]

O EUROSTAT, gabinete de estatística da União Europeia, realizou uma estatística dos consumos na Europa no ano de 2007, um dos assuntos abordados foi o consumo de água doméstico. De acordo com informação recolhida a captação em edifícios habitacionais (l/(hab*dia)) nos diferentes países da Europa tem a distribuição apresentada na Fig. 23. Os dados recolhidos para este estudo são relativos ao ano de 2005.

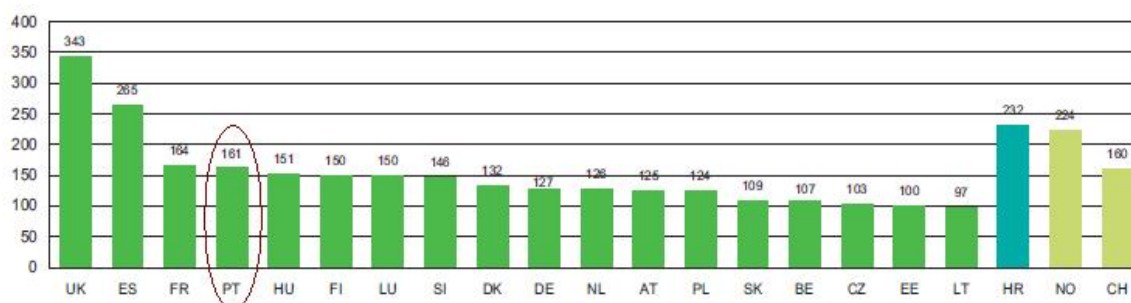


Fig. 23 - Captação em edifícios habitacionais nos países da Europa, EUROSTAT [25]

De acordo com a AQUAPOR, os dados da EUREAU e do EUROSTAT estão fortemente influenciados pelos consumos urbanos das regiões de Lisboa, Porto e Algarve, refletindo captações de características mais urbanas do que aquelas que são objeto de estudo. O INAG, fonte muito relevante, apresenta captações médias para o continente na ordem dos 137 l/(hab*dia) a 154 l/(hab*dia), sendo estes valores também influenciados pelas regiões urbanas.

Os valores de captação doméstica apresentados (Fig. 24) são obtidos através dos três estudos referenciados anteriormente, AQUAPOR, EUREAU, EUROSTAT e INAG.

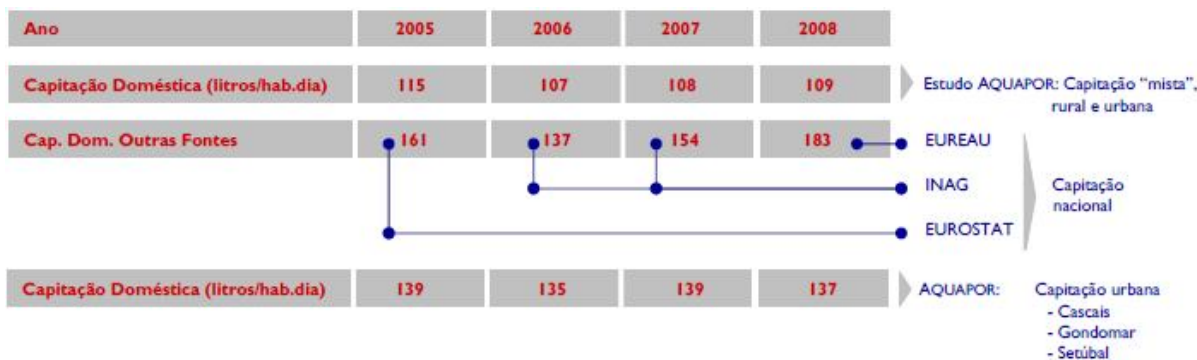


Fig. 24 - Captações domésticas obtidas nos estudos da AQUAPOR, EUREAU, EUROSTAT e INAG [23]

Ainda no mesmo estudo, a AQUAPOR, realizou um perfil de consumos em que a curva de distribuição de consumos permite avaliar qual o volume de água consumida que cada contador apresenta mensalmente. A Fig. 25, apresenta a distribuição mensal dos consumos por cliente.

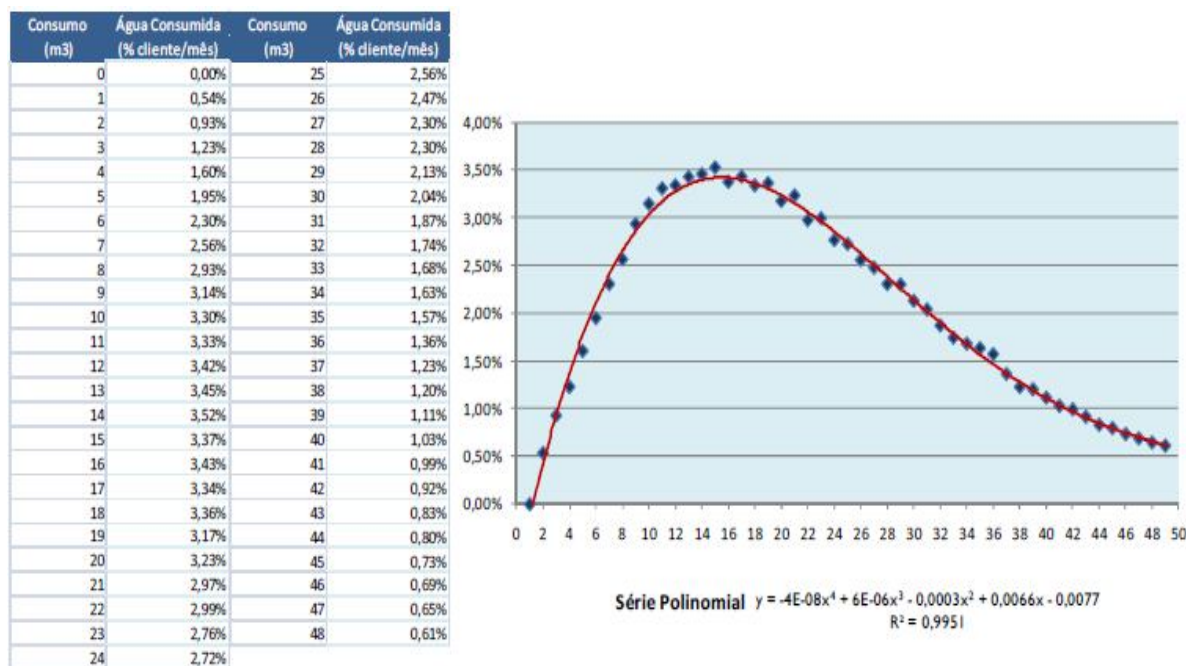


Fig. 25 - Perfil dos consumos, AQUAPOR [23]

Este estudo permitiu à AQUAPOR concluir que, 90% dos contadores apresentam uma variação dos consumos de água mensais entre 5 e 41 m³. Por outro lado, cerca de 50% dos contadores registam consumos mensais entre 7 e 22 m³.

Os consumos de água mensais entre 7 e 17 m³, de acordo com a AQUAPOR, são representativos de agregados familiares entre 2 e 5 habitantes. Por outro lado, os consumos superiores a 17 m³ estão normalmente associados a habitações com jardim, pequeno comércio e pequena indústria.

O perfil dos consumidores foi realizado no mesmo âmbito deste estudo da AQUAPOR, é dado pela distribuição de contadores (habitações) por cada m³ consumido e permite verificar a percentagem de consumidores por escalão de água consumida. A distribuição mensal dos clientes, por cada m³ consumido nos anos de 2005 a 2008 apresenta-se na Fig. 26.

Consumo (m³)	Água Consumida (% clientes/m³)	Consumo (m³)	Água Consumida (% clientes/m³)
0	16,60%	25	1,09%
1	5,69%	26	1,01%
2	4,93%	27	0,91%
3	4,35%	28	0,87%
4	4,26%	29	0,78%
5	4,14%	30	0,72%
6	4,08%	31	0,64%
7	3,89%	32	0,58%
8	3,89%	33	0,54%
9	3,71%	34	0,51%
10	3,51%	35	0,48%
11	3,22%	36	0,40%
12	3,03%	37	0,35%
13	2,82%	38	0,34%
14	2,67%	39	0,30%
15	2,39%	40	0,27%
16	2,28%	41	0,26%
17	2,09%	42	0,23%
18	1,98%	43	0,21%
19	1,77%	44	0,19%
20	1,72%	45	0,17%
21	1,50%	46	0,16%
22	1,45%	47	0,15%
23	1,28%	48	0,14%
24	1,21%	49	0,25%

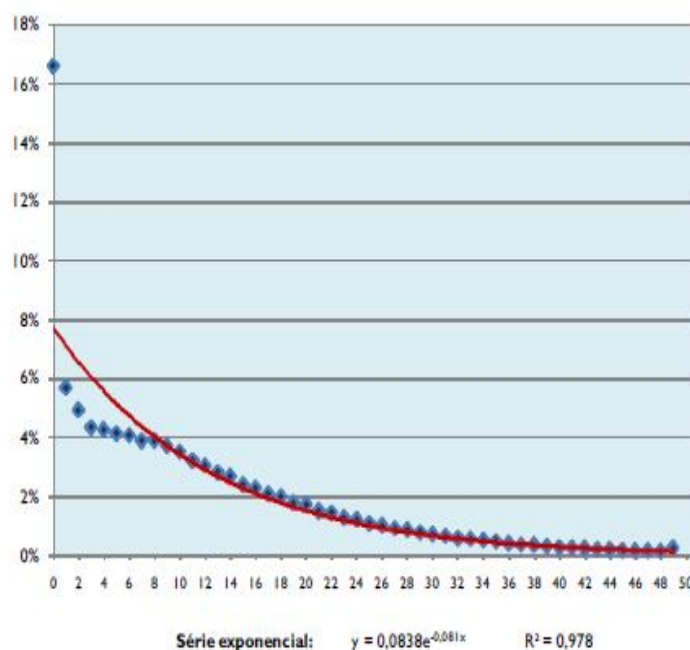


Fig. 26 - Perfil dos consumidores, AQUAPOR [23]

A AQUAPOR verificou, neste estudo, que 50% dos clientes consomem menos de 8 m³ de água por mês, ou seja, 50% da população analisada consome menos de 116 litros por dia. Cerca de 90% dos clientes consome menos de 26 m³ de água por mês.

O “consumo zero” mensal, cerca de 16,6 % de contadores, está normalmente relacionado com habitações de emigrantes, segundas habitações, contadores de garagem e anexos ou ainda contadores avariados.

4

AVALIAÇÃO DE CAPITAÇÕES DOMÉSTICAS NO CONCELHO DO PORTO – CASO DE ESTUDO

4.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Recordando, volta agora a mencionar-se o parecer da ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos) emitido a Regulamento Municipal sobre a definição das captações, questão objeto do estudo aqui desenvolvido.

“Tendo em consideração que a água é um bem escasso, é necessário aumentar a sensibilidade dos utilizadores para a necessidade de poupar água, alterando o seu comportamento e hábitos de consumo. Neste sentido, e apesar do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto indicar como valor médio 200 l/habitante x dia para o cálculo da frequência de amostragem à entrada das zonas de abastecimento, sugere-se que sejam indicados valores mínimos de captação na distribuição domiciliária baseados em dados reais, recorrendo a informação atualizada”.

Partindo desta preocupação, o caso de estudo desenvolvido pretende determinar os consumos de água médios diários por habitante em edifícios habitacionais, designado de captações domésticas, e consequentemente avaliar esses valores através de análises comparativas dos resultados obtidos.

Para a concretização deste estudo foram selecionadas doze frações de tipologias distintas em diferentes zonas da cidade do Porto. Na Fig. 27 é apresentado o mapa do Município onde se indica a localização geográfica aproximada das diferentes habitações, não é feita referência ao local exato, para o estudo tal não se mostra necessário e serve para preservar a confidencialidade dos dados dos utilizadores.

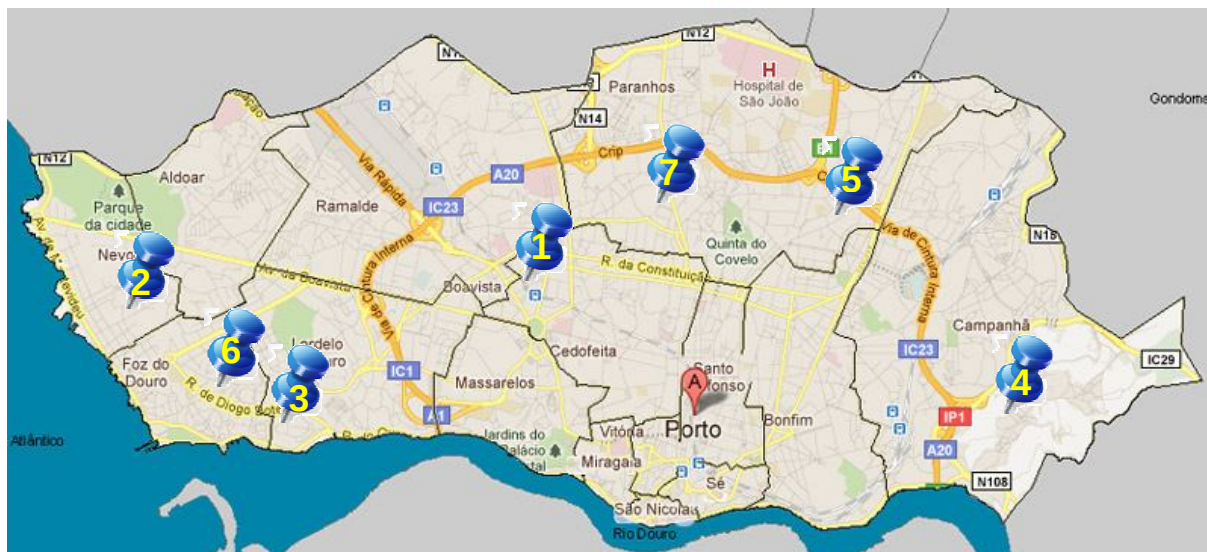


Fig. 27 - Mapa do Município do Porto e localização aproximada das habitações em estudo [40]

A numeração dos marcadores no mapa tem a ordem da localização das habitações apresentadas na descrição e comparação dos resultados e no Anexo A. Assim sendo, a fração situada na zona da Boavista corresponde a numeração 1, Nevogilde corresponde o número 2, a numeração 3 corresponde à fração localizada em Lordelo do Ouro, na freguesia da Campanhã a localização 4, a numeração 5 corresponde a duas frações situadas na freguesia de Paranhos, a numeração 6 corresponde a cinco habitações situadas na freguesia de Foz do Douro e por último uma outra localização na freguesia de Paranhos com o número 7.

Os dados necessários à realização deste estudo compreendem as datas de faturação e respetiva leitura efetuada aos contadores, a tipologia das habitações e ainda o tipo de leitura efetuada. Com estes dados reunidos é possível obter os valores de captações domésticas em cada habitação para determinado período de tempo em estudo.

A partir dos valores de captação doméstica determinados para as diferentes habitações pretende-se efetuar uma análise comparativa com os valores recomendados pelo Regulamento em vigor, compreender se os valores de captação utilizados para as redes de abastecimento predial de água em Portugal são excessivos ou reduzidos.

O estudo pretende ainda avaliar os consumos médios por habitante nas diferentes zonas da cidade em estudo, para perceber o impacto que o nível médio de vida e os hábitos de higiene das populações influenciam a quantidade de água necessária para uso doméstico.

4.2. VALORES HISTÓRICOS DO CONSUMO

O histórico da faturação de água recolhido, necessário ao estudo, compreende o período de Janeiro de 2011 a Maio de 2012, intervalo de tempo significativo para realizar um estudo de tendências.

A leitura efetuada aos contadores em determinada data de faturação permite obter os consumos de água efetuada em cada habitação em determinado período de tempo. Os consumos em análise correspondem apenas a consumo doméstico, tal como resulta dos objetivos do estudo.

4.2.1. CONSUMO MENSAL DE ÁGUA

A leitura dos consumos nas respetivas habitações é recolhida através dos contadores individuais. Estas leituras permitem obter os valores reais da água consumida pelos utilizadores no seu domicílio.

O consumo doméstico engloba o consumo de água nos dispositivos de utilização instalados na habitação. Na cozinha e lavandaria: tanque, máquina de lavar louça e roupa e lava louça, e também nas casas de banho: bacias de retrete, lavatórios, bidés, banheiras e/ou chuveiros.

A medição dos consumos nos contadores dos utilizadores é feita pelas entidades gestoras e nem sempre é mensal. Os valores registados pelas entidades gestoras são obtidos por leitura direta nos contadores por colaborador ou por, como já se vai generalizado, telemetria, ou ainda por leitura efetuada e comunicada pelos próprios clientes ou estimativa.

As leituras obtidas por estimativa ou efetuadas pelo cliente podem não ser totalmente corretas, pelo que não se consideraram como valores reais de consumo. Assim, para este estudo apenas tem interesse e se tomaram em consideração os valores reais de consumo de água pelos utilizadores, pelo que apenas serão consideradas as leituras reais efetuadas: pelos colaboradores da entidade gestora ou, sendo caso, por telemetria.

A telemetria é uma hipótese alternativa para realizar a leitura dos consumos nos contadores individuais das habitações pelas entidades gestoras. Este sistema, ainda de recente utilização em Portugal, não se encontra instalado em todas as habitações munidas de contador.

Funciona por medição à distância com um aparelho próprio adquirido e instalado pela entidade gestora. Pode ser considerada uma vantagem deste método, visto que os colaboradores da entidade gestora não têm de se deslocar de habitação em habitação e estarem dependentes da presença dos utilizadores para poderem efetuar a respetiva medição.

Inicialmente a telemetria era apenas adquirida para medição de grandes consumidores e de caudais de rede, apenas nestes casos se justificava um elevado investimento monetário em equipamentos de medição. Avanços tecnológicos recentes reduziram consideravelmente os custos de implementação de sistemas de telemetria, pelo que as entidades gestoras apostam cada vez mais neste tipo de sistemas para as leituras de contadores domiciliários.

Estes sistemas proporcionam uma faturação mais eficiente, mais próxima da realidade e proporcionam conhecimento detalhado dos consumos e perdas possíveis. Os dados obtidos por telemetria, segundo Pinheiro *et al.* [36], devem ser utilizados no controlo e operações da rede.

4.2.2. CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA

Os valores do consumo de água para os períodos faturados pela entidade gestora, respetivos a cada habitação em estudo, são apresentados no anexo A.

O consumo diário de água em determinado mês poderá ser obtido através da razão entre o consumo mensal de água da habitação e o número de dias que compõe o respetivo mês.

Como não existe a possibilidade de adquirir os valores reais de consumo para todos os meses o cálculo é feito para as datas de faturação existente e o respetivo número de dias que as separa, isto quer dizer que o consumo diário de água para determinado intervalo de faturação é obtido pela razão entre o consumo de água registado e a diferença de dias entre as medições realizadas pela entidade gestora.

Obtém-se assim os valores do consumo diário de água para o período em estudo, entre Janeiro de 2011 e Maio de 2012, em todas as habitações objeto de estudo.

4.3. CAPITAÇÃO EM EDIFÍCIOS HABITACIONAIS

4.3.1. TAXA DE OCUPAÇÃO

O valor da taxa de ocupação deve corresponder ao número de utilizadores de determinada habitação.

Como este estudo tem como principal objetivo o dimensionamento das redes de abastecimento de água, mais concretamente o consumo de água médio necessário por habitante para efeitos de projeto, consideram-se os valores de taxa de ocupação correntemente utilizados na bibliografia da especialidade.

O valor correspondente ao número de habitante médio por habitação, designado por taxa de ocupação, foi adotado com base no número convencional de ocupantes em função da tipologia da fração autónoma (Quadro 8) referido no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), para dimensionamento das necessidades de água quente sanitária.

Quadro 8 - Número de ocupantes em função da tipologia [42]

Tipologia	Taxa de ocupação
T0	2
T1	2
T2	3
T3	4
...	...
Tn	n + 1

De acordo com o RCCTE este é o número de ocupantes a esperar na habitação em função da tipologia, e o utilizado para o dimensionamento das redes de abastecimento de água quente. Se estes valores da taxa de ocupação não correspondem à realidade das habitações, para o estudo desenvolvido estes valores são os mais adequados por se referirem a valores médios a utilizar no dimensionamento das redes prediais, já que o dimensionamento deve ser feito de acordo com as necessidades esperadas para cada tipo de habitação, tanto a nível dos dispositivos de utilização instalados como do número de utilizadores.

4.3.2. CAPITAÇÕES

O consumo médio diário por habitante, ou seja, a captação, é obtido a partir da razão entre o consumo doméstico médio diário medido e o número de habitantes. Com estes valores já definidos, como descritos em 4.2.2. e 4.3.1., é possível avaliar as captações nos edifícios habitacionais em estudo.

No capítulo seguinte, descrição e comparação dos resultados, apresentam-se os quadros com todos os dados e passos efetuados para obtenção do valor da captação doméstica em cada habitação objeto de estudo.

4.4. DESCRIÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados todos os resultados obtidos ao longo do processo de análise. Com estes resultados pretende-se realizar uma apreciação crítica dos respetivos valores para as diferentes frações de habitação selecionadas no caso de estudo.

Ao longo da análise individual de cada fração são feitas algumas considerações e efetuadas conclusões e comentários parciais com vista a encontrar uma linha de orientação que permita, com alguma fiabilidade, obter uma tendência para a captação doméstica em meio urbano.

4.4.1. HABITAÇÃO SITUADA NA ZONA DA BOAVISTA (1), TIPOLOGIA T2

Uma das habitações selecionadas para este estudo situa-se na zona ocidental da cidade do Porto, mais concretamente na Boavista. Esta habitação é de tipologia T2, pelo que, de acordo com o referido no ponto 4.3.1. o agregado é composto por três elementos.

O Quadro 9 apresenta os valores de cálculo necessários à obtenção da captação doméstica, o gráfico presente na Fig. 28 demonstra a distribuição dos valores obtidos para a captação doméstica nesta habitação em estudo em função do tempo em análise.

Quadro 9 - Captação doméstica numa fração de habitação situada na zona da Boavista

Fração na zona da Boavista (1)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]	
14-12-2010	62		310	12		194		3	65	
14-02-2011			322							
15-03-2011	30	29	336	21	14	700	483		233	161
14-04-2011		29	357		20		690			230
13-05-2011	33		377	11		333			111	
15-06-2011		26	388		14		538			179
11-07-2011	64		402	12		188			63	
13-09-2011		30	414		24		800			267
13-10-2011	39		438	13		333			111	
21-11-2011		30	451		29		967			322
21-12-2011	30		480	17		567			189	
20-01-2012		31	497		12		387			129
20-02-2012	60		509	26		433			144	
20-04-2012			535							

Os valores de captação doméstica referente aos meses de Março, Abril, Setembro e Novembro (assinalados a cor diferente, laranja) são considerados excessivos no que respeita ao consumo doméstico. Estes resultados são superiores aos valores mínimos admitidos pelo atual regulamento português.

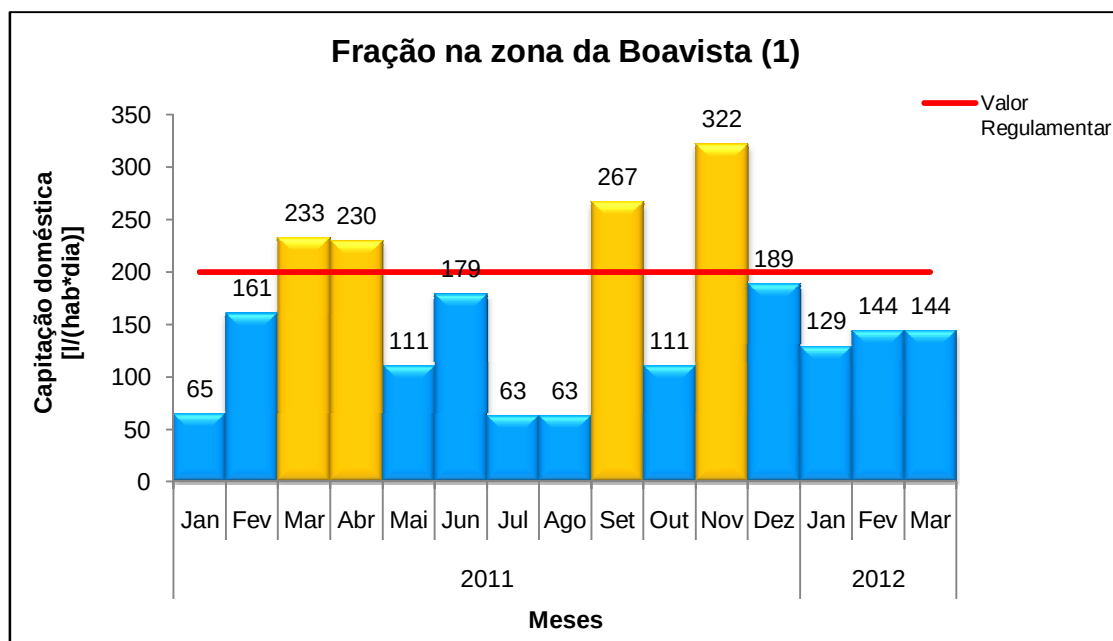


Fig. 28 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Boavista)

O consumo de água para uso doméstico nesta fração é bastante variável no tempo, a discrepância de valores em determinados meses é notória. Verifica-se uma situação incomum, o facto de nos meses de verão o valor da captação doméstica ser consideravelmente inferior aos dos meses de Inverno.

Os valores excessivos de captação doméstica nos meses de Março, Abril, Setembro e Novembro (233, 230, 267 e 322 l/(hab*dia)) podem dever-se a possíveis perdas ou fugas invisíveis de água, como por exemplo, nos autoclismos, torneiras que façam má vedação, fugas não detetadas nas canalizações, ou por outro lado a um consumo exagerado de água por parte dos utilizadores, isto é, os valores elevados de consumo de água podem dever-se ao facto de os utilizadores praticarem um consumo abusivo e excessivo de água nas suas tarefas diárias.

Como os valores elevados podem não se dever a perdas ou fuga de água e não haver possibilidade de garantir a real causa destes excessos, estes valores não serão desprezados na análise comparativa pretendida, procedendo-se à comparação considerando-se, em uma das hipóteses, estes valores.

Contudo, sempre se dirá que apesar dos quatro meses com valores excessivos, o valor da captação doméstica média do ano de 2011 na habitação é inferior ao valor definido como mínimo regulamentar.

4.4.2. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE NEVOGILDE (2), TIPOLOGIA T3

A habitação situada na freguesia marítima de Nevogilde, concelho do Porto, foi uma das seleccionadas para o presente estudo. É uma fração de tipologia T3, assim sendo a taxa de ocupação a considerar é de quatro habitantes.

O cálculo da captação doméstica para esta habitação, bem como todos os dados necessários para a sua obtenção, apresentam-se no Quadro 10. O gráfico da Fig. 29 representa a distribuição dos valores da captação doméstica ao longo dos meses.

Quadro 10 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Nevogilde

Fração na freguesia de Nevogilde (2)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]	
04-03-2011	32		336	19		594		4	148	
05-04-2011			355							
10-05-2011	35		373	18		514			129	
06-06-2011			387							
05-07-2011	27		401	14		519			130	
06-09-2011			430			483				
06-10-2011	29		445	15		460			115	
04-11-2011			459			500				
12-12-2011	30		475	16		483			121	
11-01-2012			487			421				
10-03-2012	31		510	23		400			100	
10-04-2012			520			390			81	
10-05-2012	30		532	12		323				
						400				

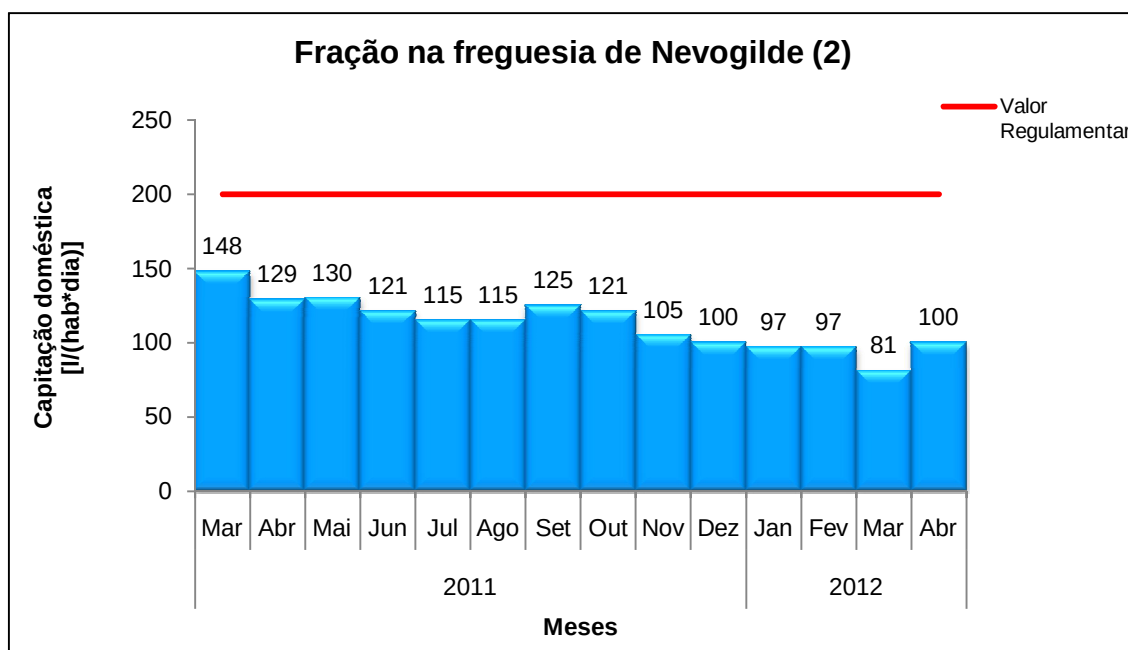


Fig. 29 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Nevogilde)

O consumo de água na fração é constante ao longo do tempo, a variação dos valores de captação doméstica nos meses em estudo é reduzida não mostrando grande discrepância de valores.

Os valores obtidos para a captação doméstica nesta habitação estão abaixo dos limites regulamentares referidos na legislação atual portuguesa, recordando que o valor mínimo referido no Decreto Regulamentar é de 200 l/(hab*dia).

Irá verificar-se que estes valores se aproximam muito da realidade das famílias portuguesas, no que respeita ao consumo de água para uso humano, e dos valores que resultaram do estudo da AQUAPOR acima referenciado.

4.4.3. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE LORDELO DO OURO (3), TIPOLOGIA T3

Outra das habitações em estudo está situada na zona ribeirinha da cidade do Porto, mais concretamente na freguesia de Lordelo do Ouro. É definida como uma fração de tipologia T3, para o caso de estudo entende-se que o agregado familiar é composto por quatro pessoas.

Assim sendo, todos os valores necessários à realização do estudo bem como os valores de captação doméstica são apresentados no Quadro 11. A Fig. 30 é composta por um gráfico de barras que expõe a variação dos valores de captação doméstica para determinado período em análise.

Quadro 11 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Lordelo do Ouro

Fração na freguesia de Lordelo do Ouro (3)									
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]
02-11-2010	30		76	4		133		4	33
02-12-2010			80						
03-01-2011	37	32	84	12	4		125		31
09-02-2011			96			324			81
10-03-2011	57	29	101	7	5		172		43
06-05-2011			108			123			31
09-06-2011	28	34	113	5	5		147		37
07-07-2011			118			179			45
10-10-2011	30	95	144	26			274		68
09-11-2011			151			233			58
12-12-2011	30	33	160	9			273		68
11-01-2012			170			333			83

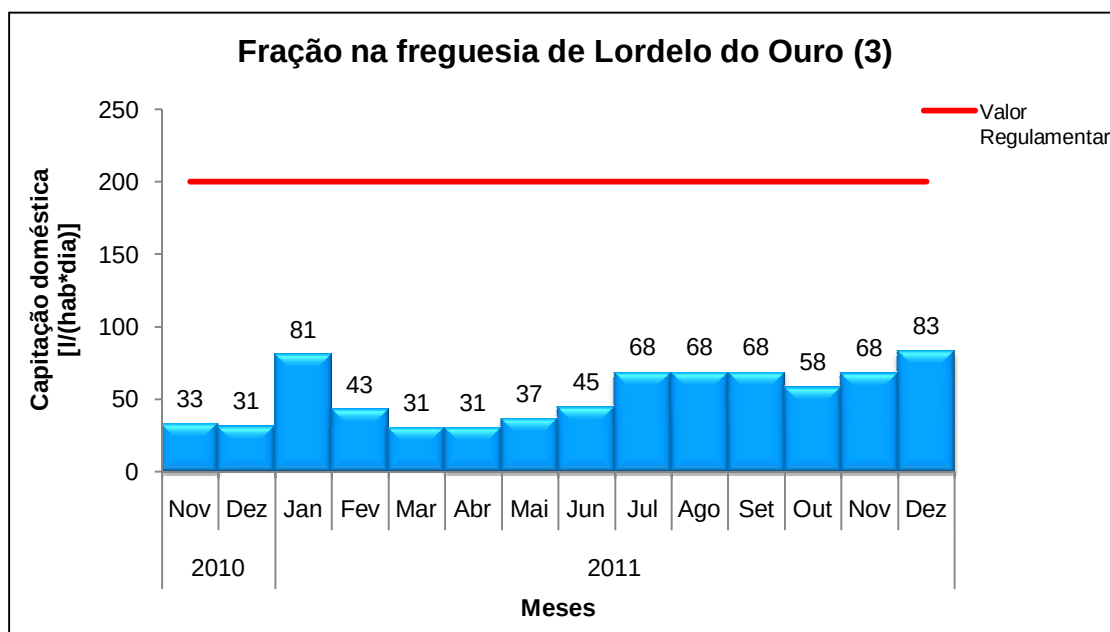


Fig. 30 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Lordelo do Ouro)

Obtiveram-se valores para a captação doméstica, nesta fracção em estudo, constantes ao longo do tempo, não se verifica discrepâncias de valores muito significativas.

O consumo de água pelos utilizadores com fim doméstico têm valores significativamente abaixo dos mínimos regulamentares exigidos pela actual legislação portuguesa. Esta diferença é bastante expressiva, podendo referir-se que nesta situação os valores recomendados no DR n.º 23/95 são excessivos no que respeita às necessidades dos utilizadores.

Pode constar-se que os valores obtidos para captação doméstica nesta fracção são muito comuns para uma família portuguesa, com menores recursos, ao considerar-se que os mesmos se referem a habitação de “tipo social”.

4.4.4. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE CAMPANHÃ (4), TIPOLOGIA T3

Uma das habitações selecionada para o desenvolvimento do presente estudo situa-se na parte mais oriental da cidade do Porto, na freguesia da Campanhã. A fracção é composta por um agregado familiar de quatro pessoas, visto tratar-se de uma habitação de tipologia T3. Importante relembrar que o número de habitantes é definido tendo em conta a tipologia da fracção de acordo com o RCCTE.

Para a obtenção do valor de captação para diferentes datas de faturação foram necessários diversos dados que se apresentam no Quadro 12. A distribuição dos valores de captação doméstica em função dos meses em análise é apresentada na Fig. 31.

Quadro 12 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Campanhã

Fração na freguesia de Campanhã (4)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Capitação [l/(hab*dia)]	
28-02-2011	30		20	6		200		4	50	
30-03-2011			26							
29-04-2011	31	30	33	6	7		233			58
30-05-2011			39			194			48	
29-06-2011	29	30	45	6	6		200			50
28-07-2011			51			207			52	
29-09-2011	29	63	67	7	16		254			63
28-10-2011			74			241			60	
02-12-2011	31	35	78	8	4		114			29
02-01-2012			86			258			65	
30-03-2012	31	88	104	5	18		205			51
30-04-2012			109			161			40	

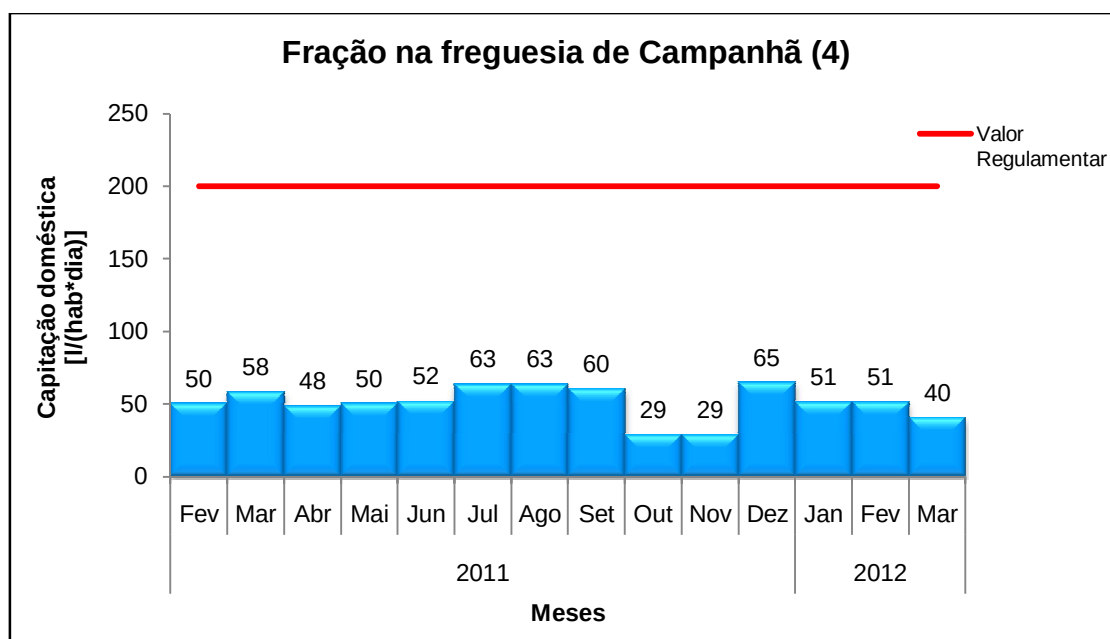


Fig. 31 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Campanhã)

Pode verificar-se a partir do gráfico obtido, que os valores para a capitação doméstica nesta fração são constantes ao longo do tempo. Apenas nos meses de Outubro e Novembro de 2011 se obteve valores um pouco abaixo da média dos restantes meses, nada muito significativo.

Tal como na fração analisada no ponto anterior (4.4.3) os valores de consumo de água para uso humano estão muitíssimo abaixo dos valores mínimos referidos no regulamento para a captação doméstica (200 l/(hab*dia)).

De referir, tal como no ponto anterior, que os valores obtidos para a captação doméstica na fração em estudo são bastante comuns para uma família tradicional portuguesa, com menores recursos, ao considerar-se que os mesmos se referem a habitação de “tipo social”. Isto é, com as necessidades de água para as tarefas normais do dia-a-dia sem excessos extraordinários mas também sem descurar da higiene básica diária das famílias.

4.4.5. HABITAÇÕES SITUADAS NA FREGUESIA DE PARANHOS (5)

As duas habitações (4.4.5.1. e 4.4.5.2.) situam-se na mesma habitação multifamiliar mas em frações distintas. O número de habitantes em cada uma das frações em estudo é de dois elementos, trata-se de habitações de tipologia T1.

Localizam-se na freguesia de Paranhos, uma das maiores do concelho do Porto devido à sua dimensão.

Os dados necessários ao cálculo das captações nas frações apresentam-se no Quadro 13 e Quadro 14. A Fig. 32 e Fig. 33 apresentam o gráfico de barras correspondente à distribuição da captação doméstica ao longo dos meses em análise.

4.4.5.1. Habitação situada na freguesia de Paranhos (5a), Tipologia T1

Quadro 13 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos (5a)

Fração na freguesia de Paranhos (5a)									
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]
28-03-2011	30		39	3		100		2	50
27-04-2011			42						
27-05-2011	31	30	46	4	4	129	133		67
27-06-2011			50						
28-07-2011	61	31	53	3	3	97			48
27-09-2011			50						
27-10-2011	36	30	60	7	3	115	100		50
02-12-2011			63						
02-01-2012	58	31	68	5	3	139	97		48
29-02-2012			71						
27-03-2012	34	27	77	6	3	103	111		56
30-04-2012			80						
31-05-2012		31	82	2	3	59	97		48
			85						

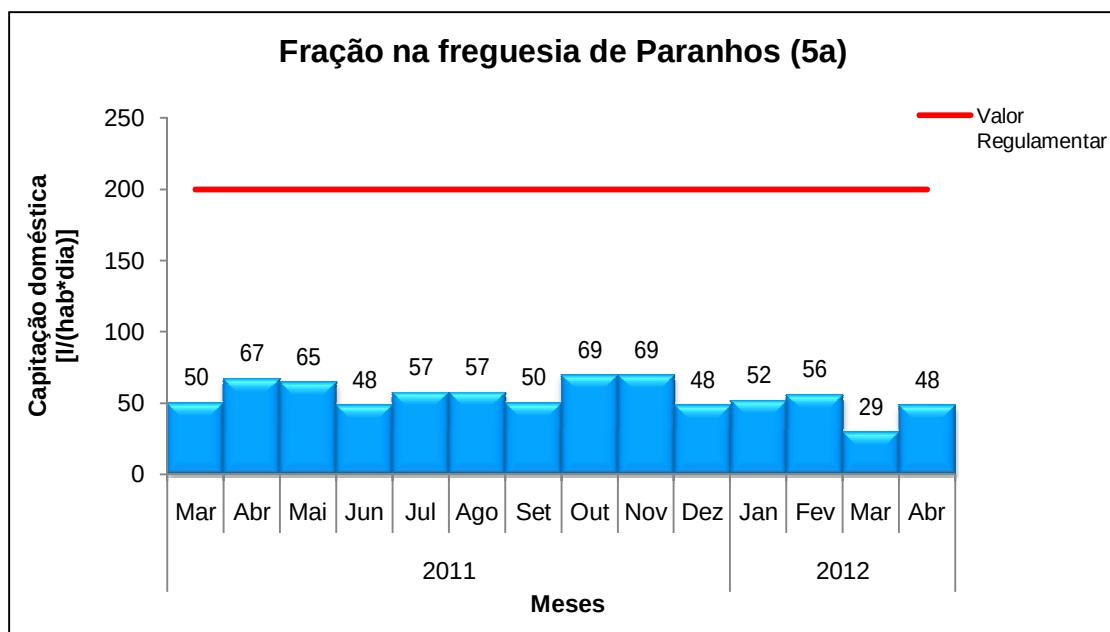


Fig. 32 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Paranhos – 5a)

Pode verificar-se pelo gráfico da Fig. 32 que o consumo de água diário por cada habitante da fração é constante e com pequenas oscilações de valores ao longo dos meses.

Tal como se tem vindo a verificar nas restantes frações estudadas, os valores de capitação doméstica são significativamente inferiores aos atualmente utilizados em Portugal.

4.4.5.2. Habitação situada na freguesia de Paranhos (5b), Tipologia T1

Quadro 14 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos (5b)

Fração na freguesia de Paranhos (5b)									
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Capitação [l/(hab*dia)]
28-03-2011	30		173	7		233		2	117
27-04-2011		30	180		5	167	83		
27-05-2011	31		185	6					194
27-06-2011		31	191		5	161	81		
28-07-2011	61		196	12					197
27-09-2011		30	208		5	167	83		
27-10-2011	36		213	4					111
02-12-2011		31	217		4	129	65		
02-01-2012	58		221	9					155
29-02-2012		27	230		4	148	74		
27-03-2012	34		234	4					118
30-04-2012		31	238		6	194	97		
31-05-2012			244						

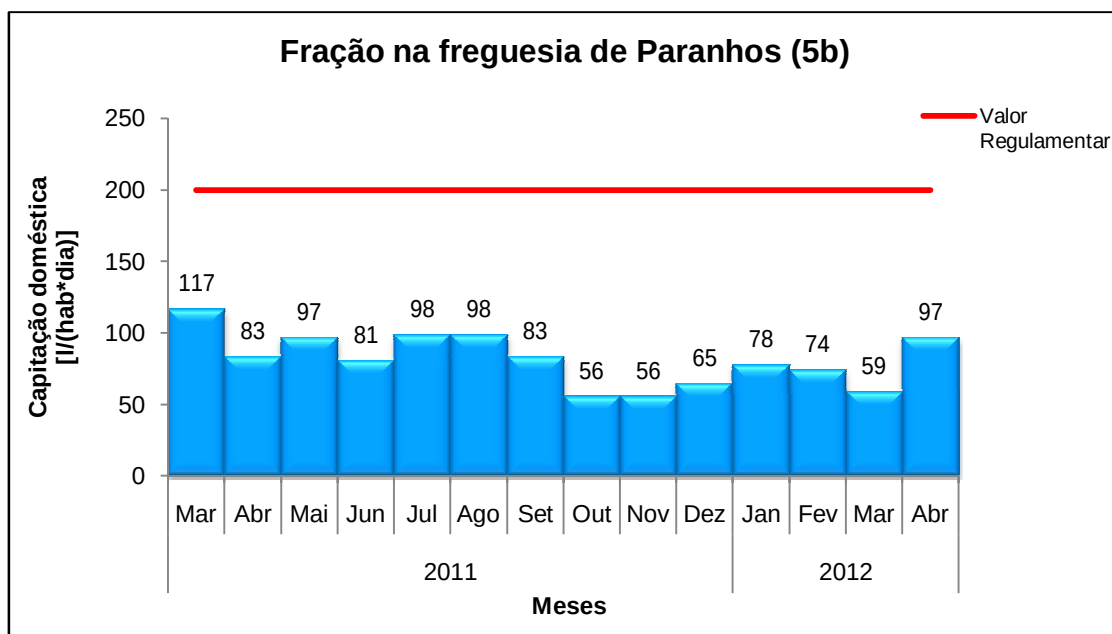


Fig. 33 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Paranhos – 5b)

A variação dos valores obtidos para a captação doméstica ao longo do tempo (Fig. 33) não é muito significativa, as oscilações são bastante reduzidas.

Apesar dos valores obtidos para esta fração serem um pouco superiores aos da anterior (Paranhos - 5a), continuam a ser bastante inferiores aos mínimos regulamentares atualmente utilizados em Portugal. Nota-se nesta fração a diferença significativa entre habitações de “tipo social” das situações anteriores e as habitações ordinárias, mesmo de tipologias baixas – T1.

4.4.6. HABITAÇÕES SITUADAS NA FREGUESIA DE FOZ DO DOURO (6)

São estudadas cinco frações distintas (4.4.6.1. a 4.4.6.5.) pertencentes à mesma habitação multifamiliar localizada na freguesia de Foz do Douro, uma das zonas mais caras da cidade do Porto.

Todas as frações são de tipologia T3, concluindo assim que o agregado familiar de cada uma é composto por quatro elementos.

O Quadro 15, 16, 17, 18 e 19 apresentam todos os valores necessários ao estudo das captações, a distribuição da captação doméstica ao longo do tempo é representada pelo gráfico de barras da Fig. 34, 35, 36, 37 e 38.

4.4.6.1. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6a), Tipologia T3

Quadro 15 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6a)

Fração na freguesia de Foz do Douro (6a)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]	
10-03-2011	57		215	20		351		4	88	
06-05-2011			235							
09-06-2011	28	33	249	11	14		424		106	
07-07-2011			260				393		98	
11-10-2011	29	96	300	11	40		417		104	
09-11-2011			311				379		95	
12-12-2011	30	33	323	13	12		364		91	
11-01-2012			336				433		108	
12-03-2012	30	61	358	12	22		361		90	
11-04-2012			370				400		100	
10-05-2012		29	379		9		310		78	

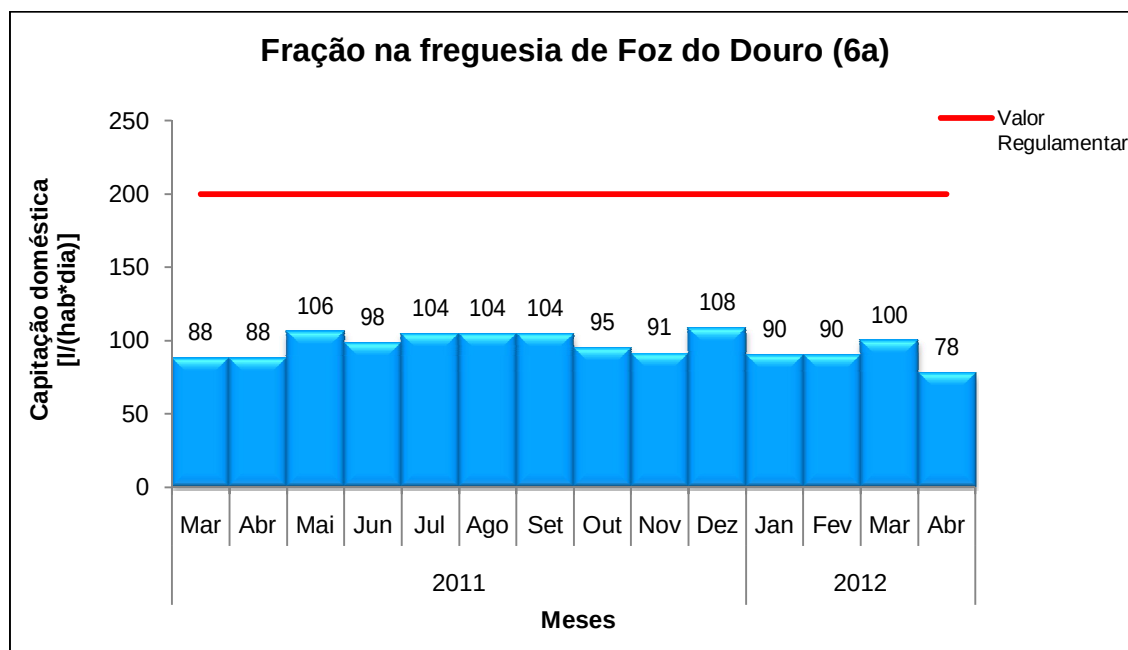


Fig. 34 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6a)

4.4.6.2. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6b), Tipologia T3

Quadro 16 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6b)

Fração na freguesia de Foz do Douro (6b)									
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]
10-03-2011	57		251	22		386		4	96
06-05-2011			273						
09-06-2011	28	33	284	11		393			83
07-07-2011			295						98
11-10-2011	29	96	339	11	44	379	458		115
09-11-2011			350						95
12-12-2011	30	33	363	13	13	433	394		98
11-01-2012			376						108
12-03-2012	30	61	402	13	26	433	426		107
11-04-2012			415						108
10-05-2012		29	430		15		517		129

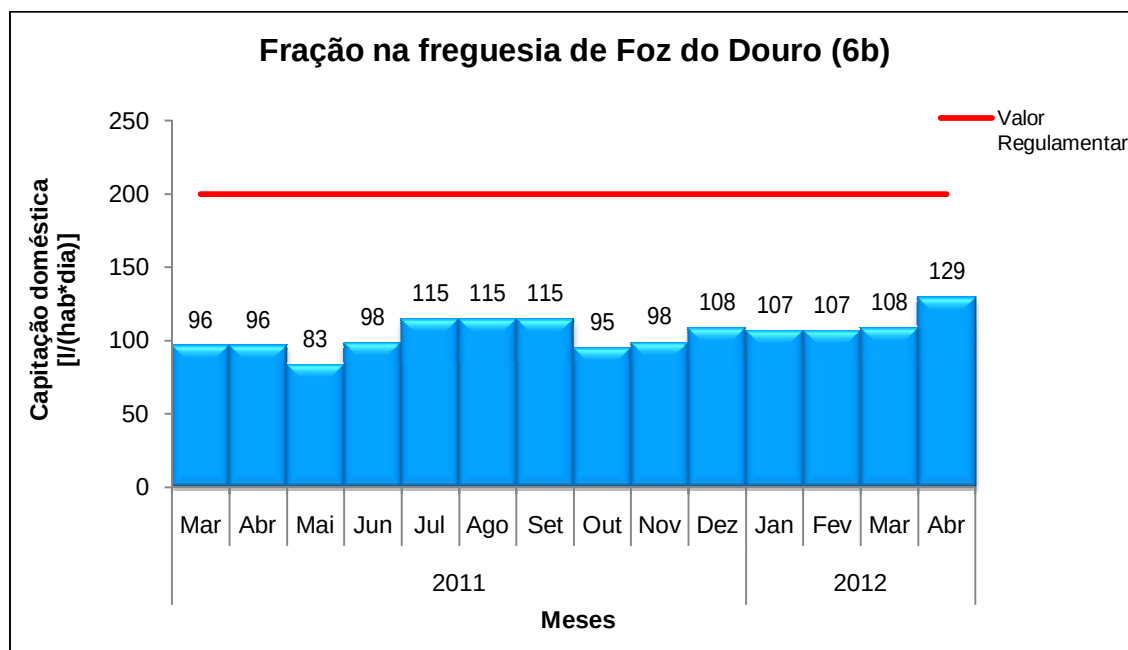


Fig. 35 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6b)

4.4.6.3. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6c), Tipologia T3

Quadro 17 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6c)

Fração na freguesia de Foz do Douro (6c)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Capitação [l/(hab*dia)]	
10-03-2011	57		234	23		404		4	101	
06-05-2011			257							
09-06-2011	28	33	270	11	13		394		98	
07-07-2011			281			393			98	
11-10-2011	29	96	321	10	40		417		104	
09-11-2011			331			345			86	
12-12-2011	30	33	342	11	11		333		83	
11-01-2012			353			367			92	
12-03-2012	30	61	373	10	20		328		82	
11-04-2012			383			333			83	
10-05-2012		29	393		10		345		86	

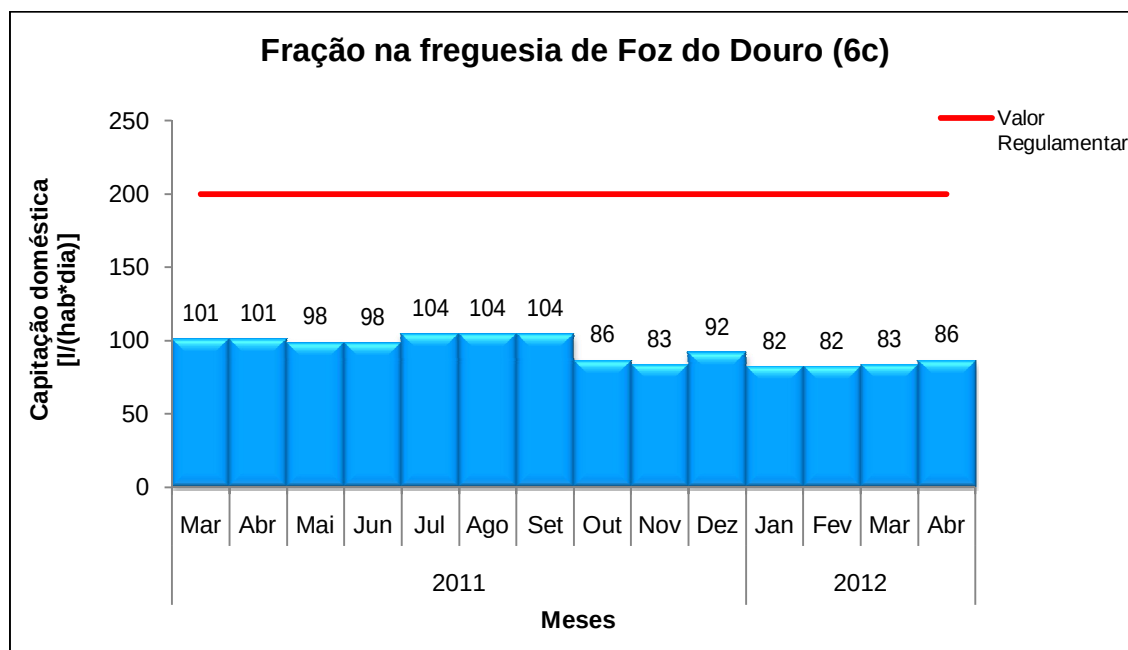


Fig. 36 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6c)

4.4.6.4. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6d), Tipologia T3

Quadro 18 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6d)

Fração na freguesia de Foz do Douro (6d)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]	
10-03-2011	57		176	17		298		4	75	
06-05-2011			193							
09-06-2011	28	33	203	8	10		303		76	
07-07-2011			211			286			71	
11-10-2011	29	96	235	7	24		250		63	
09-11-2011			242			241			60	
12-12-2011	30	33	251	8	9		273		68	
11-01-2012			259			267			67	
12-03-2012	30	61	275	8	16		262		66	
11-04-2012			283			267			67	
10-05-2012		29	291		8		276		69	

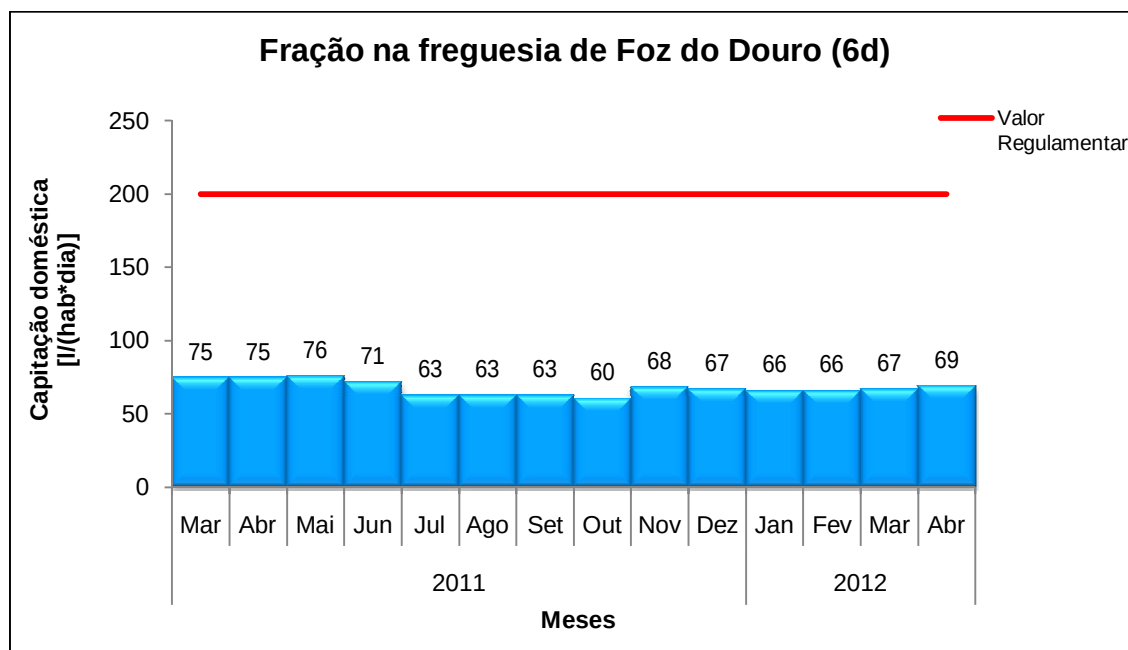


Fig. 37 - Distribuição dos valores de captação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6d)

4.4.6.5. Habitação situada na freguesia de Foz do Douro (6e), Tipologia T3

Quadro 19 - Capitação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Foz do Douro (6e)

Fração na freguesia de Foz do Douro (6e)										
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Capitação [l/(hab*dia)]	
10-03-2011	57		83	9		158		4	39	
06-05-2011			92							
09-06-2011	28	33	97	5			152			38
07-07-2011			102			179			45	
11-10-2011	29	96	118	5	16		167			42
09-11-2011			123			172			43	
12-12-2011	30	33	128	5	5		152			38
11-01-2012			133			167			42	
12-03-2012	30	61	143	5	10		164			41
11-04-2012			148			167			42	
10-05-2012		29	153		5		172			43

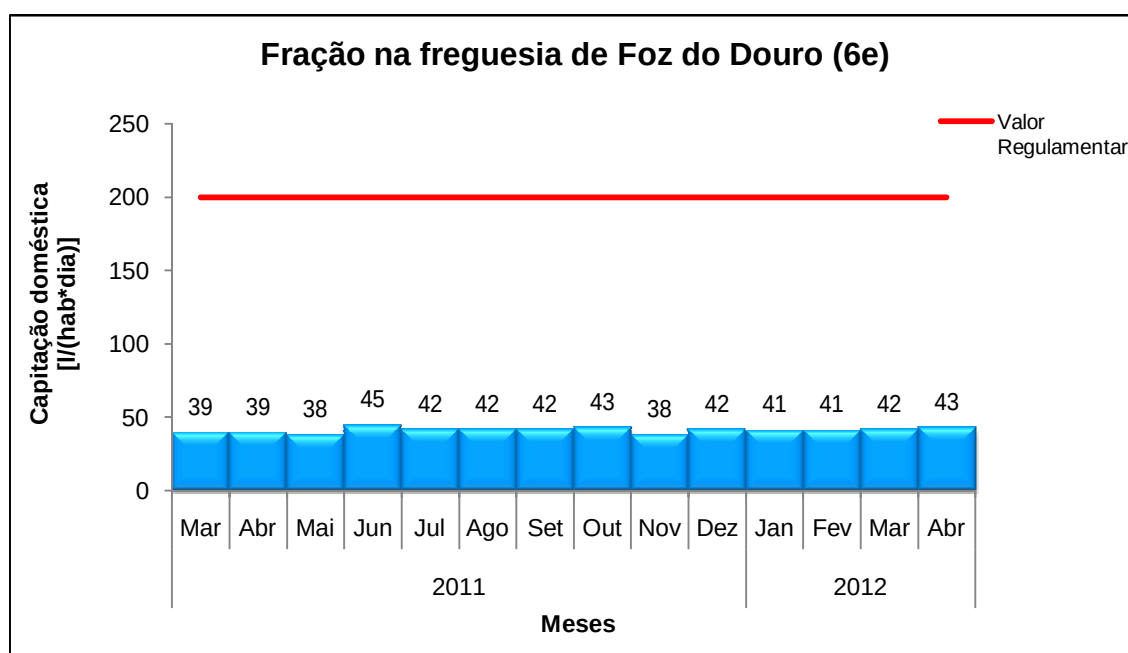


Fig. 38 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Foz do Douro – 6e)

A análise das frações de habitação situadas na freguesia de Foz do Douro é realizada em conjunto, além de se situarem no mesmo prédio todas são de tipologia T3 e ainda por se ter obtido resultados de capitação muito semelhantes. A fração referida no ponto 4.4.6.5. (6e) tem valores inferiores às restantes, mas essa diferença não é considerada como relevante para os pressupostos deste estudo.

A captação doméstica nas habitações é pouco variável ao longo do período de tempo analisado, não se verificam discrepâncias significativas nem relevantes.

Os resultados obtidos para as frações de habitação em análise encontram-se abaixo dos mínimos regulamentares utilizados atualmente em Portugal. Tal como se tem verificado no desenvolver deste caso de estudo. Contudo, pode-se verificar que há um aumento de valor de captação o que não será estranho devido à localização e à maior capacidade económica associada aos utilizadores que habitam nesta zona da cidade.

4.4.7. HABITAÇÃO SITUADA NA FREGUESIA DE PARANHOS (7), TIPOLOGIA T2

A habitação analisada para o estudo desenvolvido situa-se na freguesia de Paranhos, a maior freguesia, no que se refere ao número de habitantes, da cidade do Porto. Esta fração é de tipologia T2, de acordo com o RCCTE, a taxa de ocupação é de três elementos.

Apresenta-se de seguida todos os dados necessários à obtenção da captação para a habitação em estudo (Quadro 20), a data de faturação, número de dias, valores de leitura o consumo de água na fração nas datas de faturação analisadas, o consumo diário, a taxa de ocupação e por fim o consumo diário de água por habitante para fins domésticos (captação doméstica).

É ainda apresentado um gráfico de barras que demonstra a distribuição dos valores de captação doméstica em função do tempo em análise (Fig. 39).

Quadro 20 - Captação doméstica numa fração de habitação da freguesia de Paranhos

Fração na freguesia de Paranhos (7)									
Data de faturação	Nº dias		Valores de leitura	Consumo [m ³]		Consumo diário [l/dia]		Taxa de ocupação [hab]	Captação [l/(hab*dia)]
21-03-2011	51		915	65		1275		3	425
11-05-2011			980						
19-05-2011	32	8	7	48	7	1500	875		292
20-06-2011			55						
14-07-2011	67	24	91	68	36	1015	1500		500
19-09-2011			159						
21-11-2011	30	63	220	29	61	967	968		323
21-12-2011			249						
20-01-2012	31	30	279	36	30	1161	1000		333
20-02-2012			315						
20-04-2012		60	322		7		117		39

Na data de faturação de 11 de Maio de 2011 a entidade gestora foi chamada ao local para proceder à substituição do contador individual desta habitação. Pelo que, após o valor de leitura de 980 o contador passou a numeração zero. A contagem inicia novamente no novo contador, explicando assim a passagem de 980 para 7 nos valores de leitura.

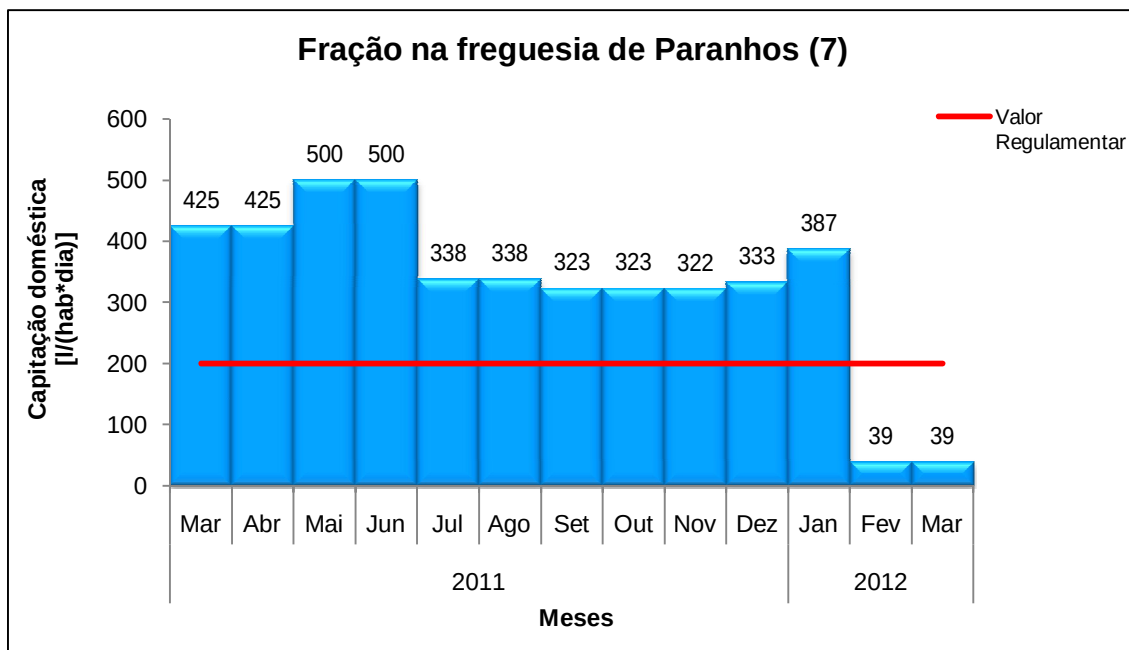


Fig. 39 - Distribuição dos valores de capitação doméstica ao longo dos meses (Paranhos)

Os valores obtidos para esta fração, situada na freguesia de Paranhos, são bastante atípicos. A capitação doméstica ao longo dos meses tem valores extraordinariamente altos, tal situação poderá resultar a problemas de funcionamento do contador, mas como mesmo após a sua troca a irregularidade se continuou a manter, tudo aponta para perda ou fuga não visível. Os valores registados em Fevereiro e Março de 2012, que se apresentam mais de acordo com um consumo real para o tipo de habitação, necessitariam de acompanhamento para se poder despistar a existência de eventual anomalia de funcionamento da rede predial.

Pode eventualmente vir a afirmar ser este um caso que demonstra bem o facto de a análise dos registos ou o facto de a sua falta ser importante para a monitorização de perdas desnecessárias de água e da ineficiência de utilização dos recursos ambientais, mas também económicos. Se os valores de capitação doméstica melhor fossem acompanhados podia atempadamente verificar-se que o consumo de água seria provavelmente excessivo por parte dos utilizadores em determinados períodos, procurando assim a origem do possível problema e a sua solução de forma rápida.

Nos meses de Fevereiro e Março de 2012 os valores de capitação doméstica aproximam-se mais da realidade dos utilizadores portugueses no que respeita ao consumo de água para fins domésticos.

5

CONCLUSÕES

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com o decorrer do estudo foi possível observar que a legislação portuguesa é muito escassa no que respeita a este tema. A única legislação atual direcionada para os sistemas públicos e prediais de abastecimento de água é o Decreto Regulamentar n.º 23/95, sendo que apenas faz uma referência aos valores mínimos admitidos para a captação doméstica. Outro problema deste regulamento reside no facto de os valores admitidos serem apenas para a rede pública, a partir do momento que a rede passa o limite predial o regulamento não impõe qualquer limite de valores.

Como foi possível verificar, em estudos realizados (ver Fig. 19, para o período em análise de 2005 a 2009), a captação doméstica média anual em Portugal continental tem vindo a aumentar ao longo dos anos. Estes valores são calculados com base no volume de água distribuído e a população atendida em diferentes redes de distribuição de água do país.

O outro estudo apresentado (ver Fig. 20), que engloba 10 municípios da zona centro do país, obteve valores médios anuais para a captação doméstica decrescentes ao longo do tempo (anos em análise, 2005 a 2008). A discrepância de valores anuais, obtidos para este estudo, é bastante reduzida.

Podemos começar por concluir, o seguinte:

- É importante a realização de estudos no que respeita ao consumo de água pelos utilizadores, só assim se compreenderá a realidade dos consumidores portugueses e os valores mínimos recomendados para a captação doméstica, por se basearem na realidade portuguesa.
- Os valores para a captação doméstica nos estudos desenvolvidos são afetados pelas zonas em análise, fatores socioeconómicos, nível e qualidade de vida das populações, entre outros. Ainda assim, os valores encontrados são bastante semelhantes, e sempre inferiores aos mínimos regulamentares referidos na legislação atual portuguesa.
- Os estudos realizados pelo INSAAR e pela AQUAPOR, apesar de terem passado três anos desde a última análise realizada, não se poderão considerar como se apresentando desatualizados, pois a evolução (aumento) das captações é uma realidade que varia de forma muito discreta, isto a partir do momento em que existe disponibilidade do serviço aos utilizadores, quer em quantidade, quer em qualidade.
- Ainda é muito visível, em edifícios habitacionais, o desperdício de água potável pelos moradores, tanto no uso dessa água para a rega de jardins, como para a lavagem dos pátios, garagens, escadas e os próprios carros, pelo que a sensibilização dos utilizadores para este problema determinará um menor aumento de captação doméstica no futuro.

- A necessidade em implementar medidas que levem ao uso mais sustentável da água, como por exemplo, campanhas de sensibilização junto dos utilizadores no que respeita ao consumo excessivo e desmedido de água para fins doméstico, com papel ativo das entidades gestoras neste tema, visto tratar-se de edifícios habitacionais, pelo que os excessos no consumo de água afetam diretamente a “carteira” dos clientes.

5.2. CASO DE ESTUDO

Tal como pretendido com o desenvolvimento do caso de estudo foi possível obter conclusões significativas no que respeita à avaliação de captações em edifícios habitacionais.

Refere-se novamente, recordando que o caso de estudo é referente às captações domésticas, isto é, o consumo diário de água nas habitações por cada um dos habitantes. Por sua vez, as tipologias indicam-nos o número de habitantes que residem em determinada fração em estudo. A tipologia das habitações influencia os valores das leituras dos contadores, à partida, quanto maior for a tipologia maior será o número de residentes e consequentemente a quantidade de água consumida ao final do mês na habitação.

A partir do momento que se obtém o valor de captação doméstica, as diferentes tipologias associadas a cada fração em estudo não têm significado para uma análise comparativa dos valores de captação em função da tipologia. A captação doméstica corresponde ao consumo de água por habitante e não ao consumo por contador individual instalado. Deste modo, ultrapassada a dificuldade, apenas aparente, de não se considerarem o número efetivo de utilizadores pois do resultado ponderado de diferentes tipologias e consumos obtemos valores médios de captação, por valores médios de utilizadores domésticos, por habitação e dia.

Para as frações estudadas a captação doméstica obtida é consideravelmente constante ao longo dos meses, a discrepância de valores é reduzida não se verificando mesmo grandes alterações entre meses de Verão e Inverno.

Para analisar comparativamente o valor de captação doméstica nas diferentes frações estudadas das freguesias do município do Porto partiu-se dos resultados obtidos nas habitações nos meses faturados referentes ao ano de 2011, calculou-se a média anual de captação doméstica para as freguesias objeto de estudo. A distribuição dos valores médios da captação nas diferentes freguesias em função do ano em análise, 2011, apresenta-se no gráfico da Fig. 40.

Nesta análise comparativa exclui-se a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos (7) devido aos resultados obtidos terem valores despropositados. Não foi possível compreender a verdadeira razão destes valores excessivos, ainda assim, tudo aponta para possíveis perdas de água, pelo que esta fração é excluída desta análise.

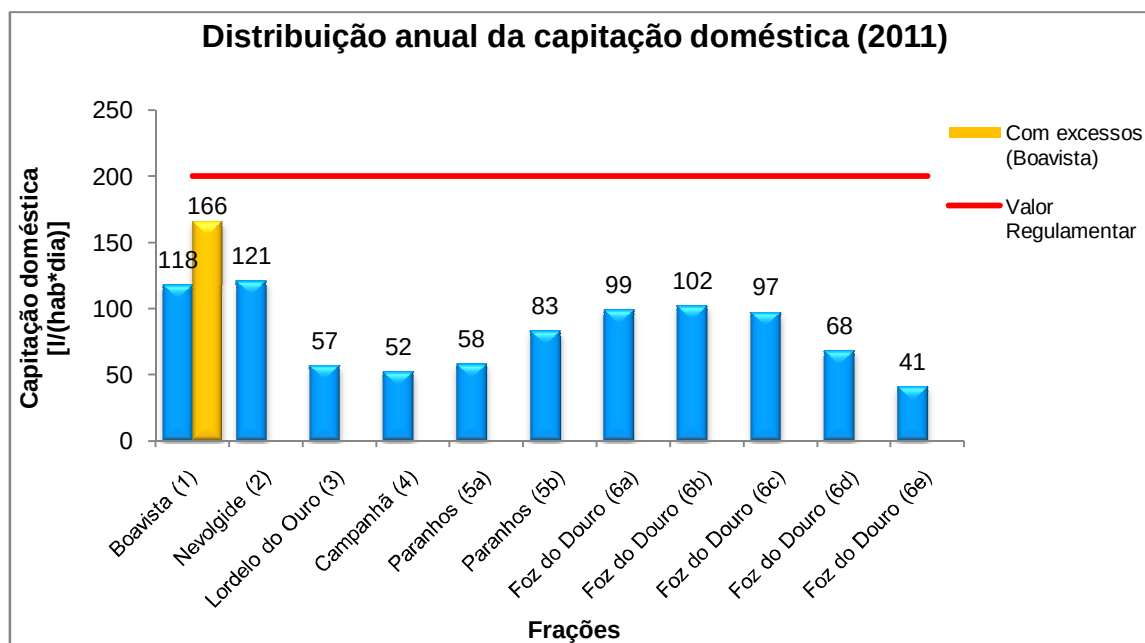


Fig. 40 - Distribuição anual da captação doméstica em função da fração

A barra de cor laranja, representada no gráfico, corresponde ao valor médio anual de captação doméstica na fração situada na zona da Boavista considerando os excessos verificados e já acima analisados, nos meses de Março, Abril, Setembro e Novembro. Ainda assim verifica-se, não só na fração da Boavista mas em todas as outras, que os valores médios anuais para a captação doméstica ficam sempre abaixo do limite mínimo regulamentar de 200 l/(hab*dia).

Ao desprezar os valores excessivos de consumo de água na fração situada na zona da Boavista (barra assinalada com a mesma cor das restantes habitações, azul) os valores médios anuais de captação doméstica estão sempre abaixo dos 150 l/(hab*dia), em pelo menos 20%.

Quando considerado o valor regulamentar de 200 l/(hab*dia), os valores médios anuais de captação doméstica que se obtém no presente estudo serão os mesmos inferiores em 40%, relativamente àquele valor.

A diminuição dos valores mínimos regulamentares, no que respeita à captação doméstica, levará a uma maior qualidade da água disponibilizada aos utilizadores nas suas habitações, porque fica menos tempo retida nas redes de distribuição e, sobretudo, nos dispositivos de armazenamento (reservatórios). Se a captação de água a considerar como necessária para consumo doméstico for inferior à atualmente utilizada em Portugal, a quantidade de água captada e tratada pelas entidades gestoras poderá ser consideravelmente menor, conseguindo-se assim uma poupança considerável deste recurso hídrico e de recursos económicos a afetar a toda a fileira da água, não descurando aqui a outra componente do ciclo urbano da água, a recolha, a drenagem, o tratamento e a deposição de águas residuais urbanas.

O estudo apresentado é um sucinto e preliminar contributo que justifica desenvolvimentos mais alargados no futuro, tanto quanto à amostra, como quanto à cobertura territorial. Da primeira, resultaria a consolidação das conclusões e a sua melhor adequação à realidade analisada. Da segunda, a não menos importante, definição de valores diferenciados para as distintas áreas do território, melhor se refletindo as idiossincrasias de cada região (norte, centro e sul / litoral e interior / mais deprimidas e

menos deprimidas), assim como melhor se refletiriam as realidades culturais, sociais e económicas de cada entidade gestora e dos seus utilizadores.

Nestes termos, tomando os estudos referidos, designadamente pela sua extensão e áreas abrangidas o da AQUAPOR, e os resultados do presente estudo, poderíamos apontar para a adoção da captação média por habitante e dia do tipo domiciliário (habitacional), com uma margem de segurança bastante razoável, o valor de 150 l/(hab*dia).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Afonso, A.B.S. *Contributos para o Dimensionamento de Redes de Águas em Edifícios Especiais: Aplicação de Modelos Matemáticos*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- [2] Afonso, A.B.S. *Inovação ao Nível da Conceção do Dimensionamento das Instalações Prediais de Águas e Esgotos. Situação em Portugal*. <http://anqip.com/images/stories/bibliografia/Inovacao-nivel-concepcao-dimensionamento-instalacoes-prediais-aguas-esgotos-Situacao-Portugal.pdf>. 4 de Abril de 2012.
- [3] Netto, J.M.A. *Manual de Hidráulica*. Edgard Blucher, São Paulo, 1998.
- [4] Alegre, H., Coelho, S.T., Loureiro, D. *Modelação e Análise de Sistemas de Abastecimento de Água*. IRAR, Lisboa, 2006.
- [5] Paixão, M.A. *Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*. Edições Orion, Amadora, 1999.
- [6] Pedroso, V.M.R. *Patologia das Instalações Prediais de Distribuição de Água*. LNEC, Lisboa, 1997.
- [7] Leis, Decretos, etc. *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais - Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto*. Lisboa, 1995.
- [8] Medeiros, C. *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*. Grundfos, Porto, 2005.
- [9] Pedroso, V.M.R. *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. LNEC, Lisboa, 2000.
- [10] Marques, J.A.A.S., Sousa, J.J.O. *Hidráulica Urbana: Sistemas de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.
- [11] Pedroso, V.M.R. *Regras de Dimensionamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas residuais Domésticas e Pluviais*. LNEC, Lisboa, 1999.
- [12] Alegre, M.H. *Modelos de Simulação de Sistemas de Distribuição de Água: Métodos de Avaliação e Distribuição de Consumos na Rede*. LNEC, Lisboa, 1986.
- [13] Afonso, A.B.S. *O Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos: Anotado e Comentado*. Casa do Castelo, Coimbra, 1997.
- [14] Águas do Porto, EM. *Regulamento dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Águas e de Drenagem de Águas Residuais das Águas do porto, EM*. Porto.
- [15] <http://anqip.com/index.php/pt/home>. 4 de Abril de 2012.
- [16] <http://anqip.com/images/stories/bibliografia/Inovacao-nivel-concepcao-dimensionamento-instalacoes-prediais-aguas-esgotos-Situacao-Portugal.pdf>. 4 de Abril de 2012.
- [17] <http://insaar.inag.pt/>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [18] INSAAR. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais. Sistemas públicos Urbanos. Abril de 2007. <http://insaar.inag.pt/bo/contents/resultadosrelatorios/1298489613554.pdf>. 28 de Fevereiro de 2012.

- [19] INSAAR. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e Drenagem e Tratamento de Águas Residuais. Sistemas públicos Urbanos. <http://insaar.inag.pt/bo/contents/resultadosrelatorios/12702158639938.pdf>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [20] INSAAR. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e Drenagem e Tratamento de Águas Residuais. Sistemas públicos Urbanos. Maio de 2009. <http://insaar.inag.pt/bo/contents/resultadosrelatorios/12698825052227.pdf>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [21] INSAAR. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais. Sistemas públicos Urbanos. Maio de 2010. <http://insaar.inag.pt/bo/contents/resultadosrelatorios/12766336755026.pdf>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [22] INSAAR. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais. Sistemas públicos Urbanos. Julho de 2011. <http://insaar.inag.pt/bo/contents/resultadosrelatorios/13130611416235.pdf>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [23] AQUAPOR. *Análise do Consumo de Água em Portugal. Perfil de Consumidores e Consumos*. Novembro de 2009. <http://www.aquaporservicos.pt/conteudos/documentos/Estudo%20consumidores%20e%20consumos%20-%20AQUAPOR%20-%20Nov%202009x.pdf>. 2 de Abril de 2012.
- [24] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. 28 de Fevereiro de 2012.
- [25] EUROSTAT. *Consumers in Europe – Facts and figures on services of general interest*. 2007. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DY-07-001/EN/KS-DY-07-001-EN.PDF. 28 de Fevereiro de 2012.
- [26] <http://www.fagor.com/web/pt/catalogo-de-productos/catalogo-pi-fagor/aquecimiento-de-agua/termoacumuladores/Gama-CB/CB-150-N/detail/911010140>. 27 de Março de 2012.
- [27] http://www.sanitop.pt/ins_product_list1.aspx?mc1=290&mc2=351&mc3=8231&goback=1. 27 de Março de 2012.
- [28] <http://www.fagor.com/web/pt/catalogo-de-productos/catalogo-pi-fagor/aquecimiento-de-agua/esquentadores/Ignicao-por-sequencia-de-faixas-Chispamatic/FTC-11-B-N-/detailConjunto/2176>. 27 de Março de 2012.
- [29] http://www.sanitop.pt/ins_product_list1.aspx?mc1=290&mc2=351&mc3=7887&goback=1. 27 de Março de 2012.
- [30] http://www.lanuevacalefaccion.com/imatges/ima_max/novadens.jpg. 27 de Março de 2012.
- [31] <http://www.baxiaquecimentocom/>. 27 de Março de 2012.
- [32] http://www.carlosasantos.pt/prod_flu.htm. 28 de Março de 2012.
- [33] <http://www.cmc.pt/produtos/artigos-sanitarios>. 28 de Março de 2012.
- [34] http://www.carlosasantos.pt/prod_aut2.htm. 28 de Março de 2012.
- [35] Sousa, E.R. *Saneamento Ambiental I. Sistemas de Abastecimento de Água*. Setembro de 2001. https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1034947/1/AG_1_Constituicao_sistemas.pdf. 27 de Fevereiro de 2012.
- [36] Pinheiro, L.C., Loureiro, D., Covas, D., Alegre, H., Pinheiro, I., Medeiros, N., Mugeiro, J., Branco, L. *Metodologia para a Caracterização de Captações Domésticas*. 10 e 11 de Maio de 2007.

- [37] http://www-ext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/1_ECM60917_INSSAA_Pinheiro_et_al.pdf. 28 de Fevereiro de 2012.
- [38] Leis, Decretos, etc. *Regulamento Geral de Abastecimento de Água - Portaria nº 10 367, de 14 de Abril de 1943*. Lisboa, 1943.
- [39] <http://www.porto.taf.net/dp/>. 23 de Maio de 2012.
- [40] http://www.porto.taf.net/dp/taxonomy_menu/1/311. 23 de Maio de 2012.
- [41] <http://www.sertequi.com/index2.php?pagId=produtos&selmarca=0&cat2=300&cat=203&page=1> 24 de Maio de 2012.
- [42] Leis, Decretos, etc. *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril*. Lisboa, 2006.
- [43] Leis, Decretos, etc. *Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto*. Lisboa, 2007.
- [44] http://www.jornaldenegocios.pt/home.php?template=SHOWNEWS_V2&id=560147. 13 de Junho de 2012.

ANEXO A

**CONSUMOS MÉDIOS MENSAIS PARA AS HABITAÇÕES EM
ESTUDO**

Quadro 21 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na Boavista, tipologia T2.

Data de faturação	Tipo de leitura	Leitura
28 de Janeiro de 2010	Estimativa	
25 de Fevereiro de 2010	Estimativa	
10 de Março de 2010	Empresa	302
12 de Abril de 2010	Telemetria	302
13 de Maio de 2010	Telemetria	304
17 de Junho de 2010	Telemetria	305
13 de Julho de 2010	Telemetria	305
10 de Agosto de 2010	Estimativa	
13 de Setembro de 2010	Telemetria	309
14 de Outubro de 2010	Telemetria	309
15 de Novembro de 2010	Telemetria	309
14 de Dezembro de 2010	Telemetria	310
16 de Janeiro de 2011	Cliente	322
14 de Fevereiro de 2011	Telemetria	336
15 de Março de 2011	Telemetria	357
14 de Abril de 2011	Telemetria	377
13 de Maio de 2011	Telemetria	388
15 de Junho de 2011	Telemetria	402
11 de Julho de 2011	Telemetria	414
10 de Agosto de 2011	Cliente	424
13 de Setembro de 2011	Telemetria	438
13 de Outubro de 2011	Telemetria	451
21 de Novembro de 2011	Telemetria	465
21 de Dezembro de 2011	Telemetria	480
20 de Janeiro de 2012	Telemetria	497
20 de Fevereiro de 2012	Telemetria	509
12 de Março de 2012	Estimativa	
20 de Abril de 2012	Telemetria	535

Quadro 22 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Nevogilde, tipologia T3.

Data de faturação	Tipo de leitura	Leitura
4 de Março de 2011	Telemetria	336
5 de Abril de 2011	Telemetria	355
10 de Maio de 2011	Telemetria	373
6 de Junho de 2011	Telemetria	387
5 de Julho de 2011	Telemetria	401
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
6 de Setembro de 2011	Ordem Serviço	430
6 de Outubro de 2011	Telemetria	445
4 de Novembro de 2011	Telemetria	459
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	475
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	487
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
10 de Março de 2012	Telemetria	510
10 de Abril de 2012	Telemetria	520
10 de Maio de 2012	Telemetria	532

Quadro 23 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Lordelo do Outo, tipologia T3.

Data de faturação	Tipo de leitura	Leitura
2 de Novembro de 2010	Telemetria	76
2 de Dezembro de 2010	Telemetria	80
3 de Janeiro de 2011	Telemetria	84
9 de Fevereiro de 2011	Telemetria	96
10 de Março de 2011	Telemetria	101
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	108
9 de Junho de 2011	Telemetria	113
7 de Julho de 2011	Telemetria	118
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
10 de Outubro de 2011	Telemetria	144
9 de Novembro de 2011	Telemetria	151
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	160
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	170

Quadro 24 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Campanhã, tipologia T3.

Data de faturação	Tipo de leitura	Leitura
28 de Fevereiro de 2011	Telemetria	20
30 de Março de 2011	Telemetria	26
29 de Abril de 2011	Telemetria	33
30 de Maio de 2011	Telemetria	39
29 de Junho de 2011	Telemetria	45
28 de Julho de 2011	Telemetria	51
23 de Agosto de 2011	Cliente	59
29 de Setembro de 2011	Telemetria	67
28 de Outubro de 2011	Telemetria	74
2 de Dezembro de 2011	Telemetria	78
2 de Janeiro de 2012	Telemetria	86
31 de Janeiro de 2012	Estimativa	
29 de Fevereiro de 2012	Cliente	101
30 de Março de 2012	Telemetria	104
30 de Abril de 2012	Telemetria	109

Quadro 25 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos [5a], tipologia T1.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
28 de Março de 2011	Telemetria	39
27 de Abril de 2011	Telemetria	42
27 de Maio de 2011	Telemetria	46
27 de Junho de 2011	Telemetria	50
28 de Julho de 2011	Telemetria	53
22 de Agosto de 2011	Estimativa	
27 de Setembro de 2011	Telemetria	60
27 de Outubro de 2011	Telemetria	63
2 de Dezembro de 2011	Telemetria	68
2 de Janeiro de 2012	Telemetria	71
31 de Janeiro de 2012	Estimativa	
29 de Fevereiro de 2012	Telemetria	77
27 de Março de 2012	Telemetria	80
30 de Abril de 2012	Telemetria	82
31 de Maio de 2012	Telemetria	85

Quadro 26 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos [5b], tipologia T1.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
28 de Março de 2011	Telemetria	173
27 de Abril de 2011	Telemetria	180
27 de Maio de 2011	Telemetria	185
27 de Junho de 2011	Telemetria	191
28 de Julho de 2011	Telemetria	196
22 de Agosto de 2011	Estimativa	
27 de Setembro de 2011	Telemetria	208
27 de Outubro de 2011	Telemetria	213
2 de Dezembro de 2011	Telemetria	217
2 de Janeiro de 2012	Telemetria	221
31 de Janeiro de 2012	Estimativa	
29 de Fevereiro de 2012	Telemetria	230
27 de Março de 2012	Telemetria	234
30 de Abril de 2012	Telemetria	238
31 de Maio de 2012	Telemetria	244

Quadro 27 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6a], tipologia T3.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
10 de Março de 2011	Telemetria	215
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	235
9 de Junho de 2011	Telemetria	249
7 de Julho de 2011	Telemetria	260
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
11 de Outubro de 2011	Telemetria	300
9 de Novembro de 2011	Telemetria	311
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	323
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	336
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
12 de Março de 2012	Telemetria	358
11 de Abril de 2012	Telemetria	370
10 de Maio de 2012	Telemetria	379

Quadro 28 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6b], tipologia T3.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
10 de Março de 2011	Telemetria	251
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	273
9 de Junho de 2011	Telemetria	284
7 de Julho de 2011	Telemetria	295
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
11 de Outubro de 2011	Telemetria	339
9 de Novembro de 2011	Telemetria	350
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	363
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	376
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
12 de Março de 2012	Telemetria	402
11 de Abril de 2012	Telemetria	415
10 de Maio de 2012	Telemetria	430

Quadro 29 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6c], tipologia T3.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
10 de Março de 2011	Telemetria	234
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	257
9 de Junho de 2011	Telemetria	270
7 de Julho de 2011	Telemetria	281
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
11 de Outubro de 2011	Telemetria	321
9 de Novembro de 2011	Telemetria	331
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	342
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	353
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
12 de Março de 2012	Telemetria	373
11 de Abril de 2012	Telemetria	383
10 de Maio de 2012	Telemetria	393

Quadro 30 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6d], tipologia T3.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
10 de Março de 2011	Telemetria	176
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	193
9 de Junho de 2011	Telemetria	203
7 de Julho de 2011	Telemetria	211
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
11 de Outubro de 2011	Telemetria	235
9 de Novembro de 2011	Telemetria	242
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	251
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	259
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
12 de Março de 2012	Telemetria	275
11 de Abril de 2012	Telemetria	283
10 de Maio de 2012	Telemetria	291

Quadro 31 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Foz do Douro [6e], tipologia T3.

Data Faturação	Tipo de leitura	Leitura
10 de Março de 2011	Telemetria	83
1 de Abril de 2011	Estimativa	
6 de Maio de 2011	Telemetria	92
9 de Junho de 2011	Telemetria	97
7 de Julho de 2011	Telemetria	102
1 de Agosto de 2011	Estimativa	
1 de Setembro de 2011	Estimativa	
11 de Outubro de 2011	Telemetria	118
9 de Novembro de 2011	Telemetria	123
12 de Dezembro de 2011	Telemetria	128
11 de Janeiro de 2012	Telemetria	133
10 de Fevereiro de 2012	Estimativa	
12 de Março de 2012	Telemetria	143
11 de Abril de 2012	Telemetria	148
10 de Maio de 2012	Telemetria	153

Quadro 32 - Consumos médios mensais para a fração de habitação situada na freguesia de Paranhos, tipologia T2.

Data de faturação	Tipo de leitura	Leitura
18 de Fevereiro de 2011	Estimativa	
21 de Março de 2011	Empresa	915
20 de Abril de 2011	Estimativa	
11 de Maio de 2011	Ordem Serviço	980
19 de Maio de 2011	Telemetria	7
20 de Junho de 2011	Telemetria	55
14 de Julho de 2011	Telemetria	91
10 de Agosto de 2011	Estimativa	
19 de Setembro de 2011	Telemetria	159
21 de Novembro de 2011	Telemetria	220
21 de Dezembro de 2011	Telemetria	249
20 de Janeiro de 2012	Telemetria	279
20 de Fevereiro de 2012	Telemetria	315
12 de Março de 2012	Estimativa	
20 de Abril de 2012	Telemetria	322